



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Análisis y diseño estructural con aisladores sísmicos en
una edificación multifamiliar de 10 pisos, Trujillo 2024**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Toribio Aranda, Billy Santos (orcid.org/0000-0001-5504-7680)

Ruiz Vasquez, Jhair Jehu (orcid.org/0000-0001-6181-7426)

ASESOR:

Mg. Sagastegui Vasquez, German (orcid.org/0000-0003-3182-3352)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

TRUJILLO – PERÚ

2024

Declaratoria de autenticidad del asesor



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, SAGASTEGUI VASQUEZ GERMAN, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Análisis y diseño estructural con aisladores sísmicos en una edificación multifamiliar de 10 pisos, Trujillo 2024", cuyos autores son TORIBIO ARANDA BILLY SANTOS, RUIZ VASQUEZ JHAIR JEHU, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 15%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

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

TRUJILLO, 31 de Agosto del 2024

| Apellidos y Nombres del Asesor: | Firma |
|--|--|
| SAGASTEGUI VASQUEZ GERMAN DNI: 45373822 ORCID: 0000-0003-3182-3352 | Firmado electrónicamente por: GSAGASTEGUIVA el 31-08-2024 01:41:19 |

Código documento Trilce: TRI - 0864782

Declaratoria de originalidad del autor(es)



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, TORIBIO ARANDA BILLY SANTOS, RUIZ VASQUEZ JHAIR JEHU estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Análisis y diseño estructural con aisladores sísmicos en una edificación multifamiliar de 10 pisos, Trujillo 2024", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

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

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

| Nombres y Apellidos | Firma |
|--|---|
| JHAIR JEHU RUIZ VASQUEZ DNI: 70501221 ORCID: 0000-0001-6181-7426 | Firmado electrónicamente por: JRUIZVA8 el 31-08- 2024 22:06:50 |
| BILLY SANTOS TORIBIO ARANDA DNI: 18158062 ORCID: 0000-0001-5504-7680 | Firmado electrónicamente por: BTORIBIOA el 31-08- 2024 22:24:23 |

Código documento Trilce: TRI - 0864783

Dedicatoria

A Dios por su amor infinito y por darme la fuerza para seguir adelante

A mis padres Erasmo y Lucila, que son mi apoyo y mi fortaleza en cada momento difícil que pase.

A mis hijos Diego, Dennis y Luciana que son la razón de mi vida y que me motivan a seguir luchando

Billy Santos, Toribio Aranda

A Dios, por su amor infinito y su misericordia para con nosotros. A mis padres Jesús y Natalia. A mi esposa e hija por el apoyo continuo en mi formación profesional

Jhair Jehu, Ruiz Vásquez

Agradecimiento

Agradezco a Dios por darme las fuerzas para seguir adelante.

Agradezco a mi docente el Ingeniero Sagastegui por su apoyo incondicional en cada momento y por ser un gran docente.

Billy Santos, Toribio Aranda

A Dios por darme la vida. a mi familia por su apoyo incondicional. A todos los docentes de la universidad. A nuestro asesor Sagastegui Vásquez, German, por guiarnos en esta etapa final de nuestra carrera.

Jhair Jehu, Ruiz Vásquez

Índice de contenidos

| | |
|--|------|
| Carátula | i |
| Declaratoria de autenticidad del asesor..... | ii |
| Declaratoria de originalidad del autor(es) | iii |
| Dedicatoria..... | iv |
| Agradecimiento..... | v |
| Índice de contenidos..... | vi |
| Índice de tablas..... | vii |
| Índice de figuras | viii |
| Resumen | ix |
| Abstract..... | x |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. METODOLOGÍA | 9 |
| III. RESULTADOS | 12 |
| IV. DISCUSIÓN..... | 31 |
| V. CONCLUSIONES | 33 |
| VI. RECOMENDACIONES | 34 |
| REFERENCIAS..... | |
| ANEXOS | |

Índice de tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Coordenadas de la zona en estudio | 12 |
| Tabla 2. Perfiles de los estratos del suelo de las tres calicatas..... | 13 |
| Tabla 3. Análisis granulométrico de las muestras | 14 |
| Tabla 4. Clasificación de los suelos SUCS y AASHTO | 15 |
| Tabla 5. Registro de presencias de aguas subterráneas. | 15 |
| Tabla 6. Contenido de humedad | 15 |
| Tabla 7. Gravedad específica..... | 16 |
| Tabla 8. Análisis químico | 16 |
| Tabla 9. Resumen de los parámetros del suelo | 16 |
| Tabla 10. Capacidad portante para cimentación cuadrada | 17 |
| Tabla 11. Asentamiento inmediato de los suelos | 17 |
| Tabla 12. Predimensionamiento de la Losa Aligerada | 21 |
| Tabla 13. Predimensionamiento de las Vigas Principales..... | 21 |
| Tabla 14. Predimensionamiento de las Vigas Secundarias | 21 |
| Tabla 15. Predimensionamiento de las Columnas | 22 |
| Tabla 16. Predimensionamiento de las Placas..... | 23 |
| Tabla 17. Distribución de las fuerzas laterales en la dirección del eje X | 24 |
| Tabla 18. Distribución de las fuerzas laterales en la dirección del eje Y | 25 |
| Tabla 19. Periodo de vibración en ambas direcciones | 25 |
| Tabla 20. Derivas en X de acuerdo al análisis estático sin aisladores | 26 |
| Tabla 21. Derivas en Y de acuerdo al análisis estático sin aisladores | 26 |
| Tabla 22. Derivas en X según el análisis dinámico sin aisladores | 27 |
| Tabla 23. Derivas en Y según el análisis dinámico sin aisladores | 28 |
| Tabla 24. Desplazamientos en el eje X y Y, según el análisis dinámico | 28 |
| Tabla 25. Desplazamientos en el eje X y Y, según el análisis estático | 29 |
| Tabla 26. Derivas en X según el análisis dinámico con aisladores | 29 |
| Tabla 27. Derivas en Y según el análisis dinámico con aisladores | 30 |

Índice de figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1. Plano primer nivel-Tiendas..... | 18 |
| Figura 2.Plano segundo nivel-Piso típicos de primero a décimo piso | 19 |
| Figura 3. Modelo de estructuración de edificación de 10 pisos en 3D | 20 |

Resumen

La presente tesis tuvo como objetivo general realizar el análisis y diseño estructural de una edificación multifamiliar con aisladores sísmicos en una edificación de 10 pisos, la metodología utilizada fue de tipo aplicada, enfoque cuantitativo y no experimental. Para tal investigación la población se ubicó en la ciudad de Trujillo, distrito de huanchaco sector Víctor Raúl Mz.89 Lot.25.

En esta investigación se analizó el comportamiento estructural de la edificación de 10 pisos considerando el análisis estático y dinámico sin aisladores y con aisladores, teniendo presente la normativa peruana la E.030. De acuerdo al análisis estático sin aisladores se obtuvieron las derivas en la dirección del eje X de cada nivel y se observó que desde el nivel 1 al nivel 5 no cumplieron con lo establecido en la Norma E.030, que especifica el límite máximo de 0.007. Así mismo se obtuvieron las derivas con aisladores en la dirección del eje X de cada nivel y que cumplen con lo estipulado en la Norma E.030, que especifica un límite máximo de 0.007 respectivamente.

Del análisis y diseño estructural con aisladores sísmicos se concluye que la deriva máxima en la dirección del eje X fue de 0.0007 y en la dirección del eje Y fue de 0.0003 como máximo, lo cual cumple con lo estipulado en la Norma Técnica Peruana la E.031, donde dice que la deriva máxima de entrepiso no debe exceder de 0.005.

Palabras clave: Diseño Estructural, aisladores Sísmicos, análisis estático.

Abstract

The general objective of this thesis was to carry out the structural analysis and design of a multi-family building with seismic isolators in a 10-story building. The methodology used was of an applied type, quantitative and non-experimental approach. For this investigation, the population was located in the city of Trujillo, Huanchaco district, Víctor Raúl sector Mz.89 Lot.25.

In this research, the structural behavior of the 10-story building was analyzed considering the static and dynamic analysis without insulators and with insulators, taking into account the Peruvian Regulations E.030. According to the static analysis without insulators, the drifts were obtained in the direction of the. Likewise, the drifts were obtained with insulators in the direction of the X axis of each level and that comply with the stipulations of Standard E.030, which specifies a maximum limit of 0.007 respectively.

From the analysis and structural design with seismic isolators it is concluded that the maximum drift in the direction of the X axis was 0.0007 and in the direction of the Y axis it was 0.0003 maximum, which complies with the provisions of the Peruvian Technical Standard E.031, which states that the maximum drift between floors should not exceed 0.005.

Keywords: Structural Design, Seismic isolators, static analysis.

I. INTRODUCCIÓN

La importancia del desarrollo de esta investigación fue conocer las nuevas tecnologías en aisladores sísmicos y que estuvieron ganando terreno en los proyectos de edificaciones en países con un alto índice de movimientos sísmicos extremos. Para Rosales & Sandivar (2020), en su trabajo de investigación manifestó que existen dispositivos tecnológicos antisísmicos que brindan un mejor funcionamiento de las estructuras frente a movimientos extremos y en consecuencia garantizan la seguridad y bienestar de las personas, estos dispositivos son los aisladores sísmicos. Según Dávila & Hinojosa (2019), declaró en su investigación que Chile y México son países con el mayor uso de dispositivos tecnológicos en sus edificaciones. Perú ha normado la aplicación de aisladores en centros hospitalarios, pero sería de mucha importancia que se ponga en práctica en edificaciones multifamiliares. Para Chimbo (2022), expresó que nuestro planeta ha experimentado movimientos sísmicos generando grandes pérdidas humanas y materiales. Estos movimientos son generados por el desplazamiento de las placas que liberan una enorme cantidad de energía. Para Chuman & Valladares (2017), señaló que en China, Japón y Chile los aisladores sísmicos se han comportado de manera óptima durante los últimos sismos más violentos desde 1994 hasta 2011, estos dispositivos tecnológicos aseguran una mejor función de la estructura durante fenómenos sísmicos extremos, garantizando la integridad de sus habitantes y la disminución en costos de reparación de las edificaciones. El propósito de los dispositivos tecnológicos en las edificaciones es garantizar que la fuerza sísmica generada por los movimientos extremos y que circula a través de la estructura sea minimizada de tal manera que el daño en la misma sea menor. Según Sierra & Páez (2020), manifestó en su trabajo de investigación que aumentar el buen comportamiento estructural es poniendo en funcionamiento los aisladores sísmicos que es un reto de la ingeniería estructural sismo resistente. Perú se ubica en una zona de movimientos sísmicos frecuentes ya que se ubica en el cinturón del fuego del Pacífico o también llamado anillo del fuego del Pacífico, la cual concentra la mayor cantidad de movimientos sísmicos del mundo. La norma clasifica al territorio peruano en 4 zonas sísmicas, lo cual asigna a cada zona un factor Z, cuyos valores son: 1, 2, 3, 4. De la misma forma para Aniceto & Tapia (2022), señaló que

Trujillo se encuentra en una zona sísmica alta (Zona 4), lo cual se debe tener en cuenta el análisis de mecánica de suelos para conocer la resistencia del terreno. Como Trujillo está en una zona altamente sísmica y por la poca información e investigación en la región de la libertad sobre los aisladores sísmicos se planteó el siguiente problema: ¿Cómo es el análisis y diseño estructural con aisladores sísmicos en una edificación multifamiliar de 10 pisos, Trujillo 2024?

La justificación de este proyecto de investigación es a nivel teórico puesto que existen diversas teorías científicas que sustentan la aplicación de los dispositivos tecnológicos en proyectos de edificaciones. Sabemos que en los últimos años se han presentado movimientos telúricos que han causado daños materiales y han afectado el bienestar de las personas. En Perú actualmente el empleo de aisladores sísmicos no tiene un soporte normativo que regule la utilización de estos dispositivos tecnológicos en la construcción de edificios. La normativa de diseño sismorresistente la E.030 actualizada en el 2016 solo nos dice que se debe utilizar aisladores sísmicos en edificaciones especializadas del tipo A1, pero no nos dice que tipo de aisladores sísmicos se va a utilizar según el tipo de edificación. En Trujillo no se conoce algún antecedente en el uso de aisladores sísmicos. Por lo tanto, es esencial enseñar la relevancia de los aisladores sísmicos en los proyectos de construcción.

En el proyecto se planteó como objetivo general: Realizar el análisis y diseño estructural con aisladores sísmicos en una estructura multifamiliar de 10 pisos en la ciudad de Trujillo, 2024 y así mismo se propuso los objetivos específicos: Realizar el levantamiento topográfico. Realizar el estudio de mecánica de suelos para el diseño con aisladores sísmicos en una edificación multifamiliar de 10 pisos. Realizar el diseño arquitectónico de la edificación multifamiliar. Realizar el predimensionamiento de los elementos estructurales. Realizar el modelamiento estructural de la edificación de 10 niveles con aisladores sísmicos utilizando el software Etabs. Por último, se planteó la siguiente hipótesis del proyecto: La edificación multifamiliar de 10 pisos cumplirá la normativa peruana E.030 de diseño sismorresistente mediante el programa Etabs.

En el contexto internacional, respecto al análisis y diseño con dispositivos tecnológicos sísmicos, se tiene las siguientes investigaciones. Para Chimbo (2022), en su trabajo

de investigación tuvo como prioridad analizar y comparar el comportamiento sísmico de estructuras de base fija y con aislamiento sísmico. El estudio se basó sobre el diseño de los aisladores de base fija, teniendo en cuenta el comportamiento de ciertos parámetros como: periodos de vibración, derivas, participación de masas, aceleraciones y cortantes. Como conclusión del análisis y diseño, la implementación de aisladores sísmicos a una estructura de base compacta, brinda un mejor comportamiento estructural durante un movimiento sísmico debido al amortiguamiento proporcionados por estos dispositivos tecnológicos. Del mismo modo para Batallas (2022), en su proyecto desarrollado en la ciudad de Quito, tuvo como propósito examinar y legitimar la idea de implementar aisladores sísmicos en viviendas unifamiliares. Para tal estudio se utilizó programas computacionales para realizar el modelado de las estructuras de apoyo fijo y de aislamiento en su base y se consideró ciertos parámetros para elegir el dispositivo a ser utilizado, después se diseñó la estructura insertando el aislador elegido con sus propias cualidades. Los resultados obtenidos de estos dos modelos analizados, es que la edificación con base aislada presento un porcentaje mayor de durabilidad frente al sismo en comparación con la estructura de base fija. Luego, del trabajo se concluyó que las estructuras con dispositivos sísmicos en su cimentación son las que más resisten y menos daño sufren en su estructura.

Según Flores et al (2021), en su revista científica desarrollada en Baja California, México, tuvieron como objetivo mostrar que es factible disminuir la reacción sísmica de las edificaciones por medio de aisladores sísmicos de base elastoméricos. Como muestra se usó un edificio de ocho niveles, en donde los dos primeros niveles se denominan pisos de estacionamiento y los restantes como oficinas, cuatro en cada nivel. Para el estudio se empleó aisladores elastoméricos con núcleo de plomo y el software Etabs para conseguir los desplazamientos en cada entrepiso. En este estudio se observó que la reducción con respecto a la distorsión de entrepiso con aisladores fue de 69.08% y sin aisladores fue de 34.20% para sismo de diseño, en tanto que para sismo máximo con aisladores fue de 70.19% y sin aisladores fue de 33.89%, para las fuerzas cortantes con aisladores fue de 52.10% y sin aisladores fue de 14.88% para sismo de diseño, y para el caso de máximo sismo con aisladores fue de 53.15% y sin

aisladores fue de 14.89% respectivamente. Los investigadores concluyeron que usar aisladores sísmicos de base en edificios reduce significativamente las demandas sísmicas de las edificaciones.

Del mismo modo para Aguilar et al (2022), en su proyecto de investigación desarrollado en el sector del Lago de Ciudad de México, tuvo como objetivo estudiar el comportamiento de un conjunto de edificios de concreto armado dotados con aisladores de base del tipo péndulo de fricción (AFP). Como muestra de estudio se consideró edificios de tres, seis y nueve niveles en donde se analizó tres casos diferentes. El primer caso corresponde a edificios de base fija, elaborados para soportar las demandas sísmicas y las cargas gravitacionales. El segundo caso tiene que ver con edificaciones que están sobre aisladores de péndulo de fricción, cuyas características se fundamentan en trasladar a la estructura a un tiempo de 4 s. Finalmente para el tercer caso se consideraron edificios con los AFP del segundo caso, rediseñando la superestructura y considerando solamente cargas gravitacionales. Para evaluar la conducta sísmica de los edificios, se consideró los siguientes parámetros: distorsión máxima de entrepiso, desplazamiento lateral máximo en el nivel de aislamiento, velocidad máxima de piso, aceleración máxima de piso, cortante máximo de entrepiso y finalmente momento máximo de entrepiso. En este estudio se usaron 12 registros sísmicos fingidos, causados por el aplicativo SASID, para un lugar con tiempo próximo a los 2 s. Los resultados muestran que para una intensidad sísmica del 100% la edificación de 3 niveles que corresponde al caso 1 (estructura de base fija), el valor promedio de las distorsiones máximas entre los niveles alcanzo valores de 0.009 (profundidad intermedia) y por subducción fue de 0.012, para la edificación de 6 niveles que corresponde al caso 2 (estructura con aisladores), la media de las distorsiones máximas de entrepiso fue de 0.01 (profundidad intermedia) y por subducción fue de 0.015 y finalmente para la edificación de 9 niveles que corresponde al caso 3 (estructura con aisladores), el valor promedio de las distorsiones máximas fue de 0.014 (profundidad intermedia) y por subducción fue de 0.02. Los resultados muestran que el promedio satisface el valor límite de distorsión de entrepiso que es 0.015 con la única diferencia del edificio de 9 niveles que excede al valor límite. El investigador concluyo que los edificios dotados con aisladores APF, mostraron

enormes ventajas con respecto al comportamiento sísmico en relación con los edificios convencionales, puesto que su uso de los aisladores disminuyó significativamente los desplazamientos, momentos de entre piso, las distorsiones, las cortantes, aceleraciones de nivel y velocidades.

En el ámbito nacional, se revisaron algunos trabajos previos sobre análisis y diseño estructural con dispositivos sísmicos. Según Mera (2021), en su investigación mediante el uso de diferentes modelos de aisladores sísmicos HDRB, LRB y FPS desarrollada en la ciudad de Chiclayo tuvo como propósito valorar la viabilidad del uso de estos dispositivos en edificaciones tradicionales. Para tal estudio se eligió una población de viviendas básicas en tal ciudad a causa de la baja capacidad portante del terreno. Se concluyó que para una vivienda de cinco pisos a la cual se le colocó 3 dispositivos de aislamiento sísmico, el sistema HDRB mostró una solución más segura con periodos efectivos de $T_{sup}=3.299s$ y $T_{inf}=1.178s$. Teniendo el sistema HDRB el de menor medida presupuestal. Para Rosales & Sandivar (2020), en su tesis, tuvieron como objetivo proponer ciertos factores para el bosquejo de aisladores elastoméricos (LRB) en función al comportamiento sísmico de la vivienda básica que presenta aisladores sísmicos en su base. Ellos realizaron el estudio de la edificación según las especificaciones técnicas de dos normas extranjeras de aislamiento sísmico. Como primer paso se realizó el modelado estructural de un edificio con base estable, obteniendo como respuesta según el análisis modal espectral y el análisis tiempo historia con tres registros sísmicos severos; como segundo paso, se procedió a modelar los dispositivos LRB y se realizó los prototipos con cimiento aislado bajo las normas técnicas internacionales. El estudio concluyó que el análisis comparativo de estas tres normas internacionales como la chilena NCH 2745, la norma peruana E031 y la norma norteamericana ASCE-7 de aislamiento sísmico puede ser usados por países que no cuentan con una normativa propia de análisis y diseño de edificaciones con aislamiento para garantizar el buen funcionamiento sísmico de las estructuras. Según la investigación de Sarmiento & Vargas (2023), realizada en la provincia de Chiclayo en el campo del análisis estructural, tuvo como objetivo contrastar dos tipos de edificaciones convencional y no convencional basándose en el análisis y diseño sismorresistente, para ello utilizó disipadores y dispositivos elastoméricos con núcleo

de plomo en la base, aplicó también las normativas nacionales del RNE y los programas Etabs 2016, SAP 2000 para obtener los resultados. Estos resultados muestran que cada edificación con estos dispositivos de aislamiento presento un descenso de resistencia a la compresión de 350 kg/cm^2 a 280 kg/cm^2 , así como también una disminución en las secciones de sus placas. El estudio concluyó que la aplicación de aisladores contribuyo significativamente frente a las fuerzas internas provocadas por el movimiento de su base, esto significa que la edificación se mantendrá estable y operativa. De igual forma para Blas et al (2022), en su investigación desarrollada en el departamento de Ancash tuvieron como propósito examinar la incidencia del método de aislamiento ejecutando la comparación entre una estructura de base aislada y una estructura de base fija. La población está conformada por dos estructuras una convencional y no convencional. Para tal estudio se aplicó el programa Etabs y la información de cada una de las estructuras como: Zonificación, tipo de terreno, factor de amplificación sísmica y entre otros parámetros. En este estudio se encontró la distorsión de los modelos estructurales, vibración de la edificación, derivas y movimientos máximos, finalmente se obtuvo la cortante basal que se presentó en el primer nivel de cada estructura. Se concluyo que no se ha superado los parámetros máximos con el uso del sistema de aislamiento, por otro lado, el dispositivo HDR es apropiado porque contribuiría a mantener un margen de reserva para un movimiento mayor.

Para Haro & Izquierdo (2023), en su trabajo de investigación desarrollada en el departamento de la Libertad tuvieron como finalidad realizar un análisis sísmico con disipadores de fluido viscoso a una edificación de 10 pisos. La población está conformada por todas las edificaciones en la ciudad de Trujillo, para la cual la muestra consistió de una edificación de 10 niveles con sistema dual. Para el diseño y modelamiento de la edificación se utilizó el programa Etabs, así como también el RNE. En esta investigación con la instalación de los disipadores se obtuvo los desplazamientos de la edificación que fue de 60.26% en la dirección del eje X y 81.37% en la dirección Y. Por otro lado, el desplazamiento de entrepiso fue de 63.18% en la dirección del eje X y 85.31% en la dirección del eje Y. Finalmente con respecto a las fuerzas cortantes se redujeron a 34.97% en la dirección del eje X y 60.49% en la

dirección Y. Se infiere que la implementación de estos dispositivos en la edificación reduce significativamente el desplazamiento de la edificación.

Con respecto a las bases teóricas, tenemos a Martínez & Pérez (2023), que, en su investigación planteó que un aislamiento sísmico es un método de diseño cuya finalidad es disminuir la energía sísmica que ingresa a una edificación durante un movimiento telúrico colocando aisladores flexibles horizontales entre el terreno natural y la estructura. En ese camino, Ríos (2020) definió que las edificaciones sismorresistentes, es cuando se diseña y construye con una apropiada estructuración, distribución y dimensiones optimas que puedan soportar fuerzas sísmicas, así como fuerzas gravitacionales. Por otro lado, Mera (2021) en su investigación planteó que los eventos sísmicos son movimientos telúricos causados por la liberación de energía acumuladas en las placas tectónicas, estas placas se desplazan de forma agresiva generando ondas sísmicas. En su investigación Ruiz (2022), señaló que los aisladores elastoméricos son dispositivos tecnológicos que durante la presencia de un movimiento telúrico se estiran por lo flexible de sus bloques y finas laminas que contiene y que se ubican en zonas estratégicas entra la estructura y la cimentación con la finalidad de absorber la fuerza sísmica, reduciendo así los desplazamientos y distorsiones en la estructura. Para Letona (2018), en su trabajo manifestó que los aisladores sísmicos son dispositivos tecnológicos cuya función es aislar la edificación o la estructura de la vibración del suelo durante movimientos telúricos de gran magnitud y así reducir el daño a las estructuras, estos aisladores minimizan la energía sísmica demandada en cada uno de los elementos estructurales. Del mismo modo para Juárez et al (2021), en su trabajo de maestría declaró que un aislador sísmico es un dispositivo tecnológico flexible que se ubica entre la cimentación y la estructura con el propósito de transferir una cantidad mínima de movimiento a la estructura, cuando ocurre el sismo o terremoto. Arguello & Ortiz (2023) en su proyecto de investigación realizada en Colombia manifestó que el aislamiento sísmico es un procedimiento que tiene como propósito garantizar la seguridad de las estructuras y de las personas cuando ocurre un movimiento de gran intensidad y que consiste en la colocación de dispositivos de amortiguación y de aisladores por debajo de la estructura. Por otro lado, Calderón (2018) en su investigación argumentó que los desplazamientos en una

estructura son provocados por fuerzas laterales generados por los sismos y que las derivas o deformaciones de entrepiso son desplazamientos limitados y que el máximo desplazamiento lateral de entrepiso para concreto armado según la normativa es de 0.007. Para Velázquez (2022) en su proyecto realizado en México manifestó que un sistema de aislamiento sísmico consiste en instalar dichos dispositivos en la base de la estructura con el propósito de retener de forma parcial la energía generada por el sismo antes de que se trasmita a la superestructura. De la misma forma para Vega (2020), en su investigación indicó que los aisladores sísmicos impactan de forma directa en el funcionamiento sismorresistente de una edificación, puesto que la estructura se comporta de manera flexible frente a un movimiento intenso y, además minimiza las fuerzas internas generadas por un sismo.

II. METODOLOGÍA

Tipo, enfoque y diseño de investigación: De tipo aplicada puesto que intentó cambiar la realidad problemática actual. Según Mera (2021), la investigación aplicada se basó en la implementación de procedimientos, normativas y conceptos para el análisis y bosquejo de los sistemas tecnológicos de aislamiento sísmico. El enfoque fue cuantitativo, debido a que se utilizó como una metodología para recolectar datos numéricos con el propósito de probar la hipótesis. Es no experimental, debido a que las variables no se manipulan. Esta metodología se fundamentó en la observación de fenómenos tal como ocurren en la vida real para luego analizarlo.

Variable: La variable independiente es: Análisis y diseño estructural con aisladores sísmicos.

Población, muestra y muestreo: Para Chaudhuri (2018), la población es la agrupación de eventos o componentes que poseen un parámetro común entre sí. En algunas situaciones no es posible estudiar toda la población por factores de tiempo o por falta de recursos económicos o humanos, lo cual se debe considerar una parte del total denominada muestra que es una porción significativa de la población. Para tal investigación la población se ubicó en la ciudad de Trujillo, distrito de huanchaco sector Víctor Raúl Mz.89 Lot.25. Según Arispe et al (2020), la muestra viene a ser el subconjunto de acontecimientos o eventos de la población para el cual se reúnen datos para la investigación. Trabajar con una parte de la población es beneficioso porque se reduce costos de operación y ahorro de tiempo. En nuestra investigación la muestra se obtuvo en la Mz. 89 Lot. 25 en el sector Víctor Raúl perteneciente al distrito de Huanchaco en Trujillo. En el presente proyecto el muestreo fue de tipo no probabilístico, esto significa que los elementos fueron seleccionados por sus cualidades o características y no por cálculo de probabilidades.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos: Conjunto de actividades y acciones que realizó los investigadores con el propósito de recolectar los datos lo cual permitió alcanzar los objetivos y comprobar la suposición que se formuló en la investigación. Se aplicaron dos técnicas, la primera técnica es la observación que consistió en observar acciones o situaciones en la obra con la finalidad de conseguir la información indispensable para la investigación. La segunda técnica que se utilizó es el análisis documental que se refiere a los datos obtenidos por el software Etabs y teniendo presente la normativa vigente la E.030.

Para tal estudio se usó dos instrumentos de evaluación. El primer instrumento es la guía de observación que consistió en el uso de una ficha de recopilación de datos para registrar en forma sistemática y ordenada toda la información que sea posible con datos transparentes y originales, así mismo el segundo instrumento es la ficha de análisis documental que consistió en un formato de recolección de parámetros técnicos.

Validez y confiabilidad: En el estudio se definió la congruencia del instrumento que se utilizó en el desarrollo de esta investigación, indicando la precisión de los resultados con un error infinitesimal. Los resultados que se mostraron usando el software estructural ETABS 2021 fueron examinados y validados por un grupo de ingenieros conocedores del tema en estudio, vale recalcar que la investigación se apoya en el RNE vigente y las normativas la E.030 y la E.060. La confiabilidad en esta investigación está relacionada con la aplicación repetida del instrumento para el análisis y diseño estructural con aisladores sísmicos que producirá resultados coherentes y consistentes.

Procedimientos: Se realizó una visita técnica al lugar donde se desarrolló la investigación y conjuntamente con una ficha de recolección de datos, se recopiló toda la información que fue necesario para el desarrollo del presente trabajo, luego se procedió a realizar un estudio de suelo para hallar la capacidad portante del terreno, seguido del dimensionamiento preliminar de las partes estructurales, así mismo se modeló la estructura usando el software Etabs que nos mostró los resultados para ser analizados y comparados con la normativa vigente. Se analizó el análisis estático y dinámico, de tal manera que cumpla lo implantado en la norma la E.030 con respecto

a las distorsiones y a los requisitos mínimos de rigidez, configuración y resistencia que deberán cumplir las edificaciones. Luego se abordó el prediseño del aislador sísmico teniendo en cuenta la Norma de Aislamiento Sísmico la E.031.

Método de análisis de datos: Se consiguió utilizando el software Etabs en el diseño y modelamiento de la estructura, obteniendo los resultados los cuales fueron cotejados con las normativas la E.03 y la E.031. La investigación consideró un análisis del tipo cuantitativo debido a que empleó datos y resultados numéricos teniendo en cuenta ciertas fórmulas matemáticas y el programa Etabs.

Aspectos éticos: La investigación se basó en principios y normas éticas, respetando los lineamientos y la guía de elaboración de proyecto establecido por la Universidad Cesar Vallejo. Se utilizó información de fuentes relevantes, así como de artículos científicos, referenciando y citando toda la información de acuerdo a las normas vigentes internacionales ISO 690-1 y 690-2, así mismo se respetó las normativas establecidas en el RNE que son de vital importancia en cualquier proyecto de investigación a ejecutarse a nivel regional y nacional.

III. RESULTADOS

Objetivo específico 1: Realizar el levantamiento topográfico

Se procedió a ejecutar el levantamiento topográfico con el apoyo de un experto en topografía. Las mediciones se han realizado en modo **RTK**, en cada uno de los Vértices (cambios de dirección del perímetro) utilizando un GPS Diferencial Marca: SOUTH, Modelo: Galaxy G1 PLUS, Serie: SG11B2148002388. Se tomó como base el punto SM01 previamente enlazado a la REGPMOC-IGN, mediante el cual se logró obtener las coordenadas UTM WGS84 17S de los mencionados vértices. El predio en mención presenta una Topografía semiplana, lo cual permitió el diseño y modelamiento del edificio.

Tabla 1. Coordenadas de la zona en estudio

| COORDENADAS UTM – WGS84 – ZONA 17S | | | | | |
|------------------------------------|---------------|------------|----------------|---------------------------|----------------|
| VERTICE | BORDE | LONGITUD | ANGULO INTERNO | COORDENADAS UTM | |
| | | | | ESTE (X) | NORTE (Y) |
| V - 1 | V - 1 - V - 2 | 10.00 | 90°00'00'' | 712,774.2180 | 9'108,199.2700 |
| V - 2 | V - 2 - V - 3 | 30.00 | 90°00'00'' | 712,778.4540 | 9'108,208.3280 |
| V - 3 | V - 3 - V - 4 | 10.00 | 90°00'00'' | 712,805.6300 | 9'108,195.6200 |
| V - 4 | V - 4 - V - 1 | 30.00 | 90°00'00'' | 712,801.3930 | 9'108,186.5620 |
| AREA: | | 300.00 m2 | | PERIMETRO = 80.00 ml. | |
| AREA: | | 0.0300 ha. | | | |
| CENTROIDE | | | | | |
| ESTE (X) = 712,789.9240 | | | - | NORTE(Y) = 9'108,197.4450 | |

Interpretación: En la tabla 1 se obtuvo los cuatro vértices, su longitud, ángulos internos, coordenadas UTM y el centroide.

Objetivo específico 2: Desarrollar el estudio de suelos

Se ejecutó los estudios con el propósito de definir los perfiles estratigráficos del terreno a cimentar, para ello se realizaron tres calicatas con un fondo mínimo de 3 metros. En estos estudios se obtuvieron la capacidad portante del terreno, nivel freático, análisis granulométrico, clasificación de suelos, contenido de humedad y gravedad específica (Ver figura 5 en anexos).

Tabla 2. Perfiles de los estratos del suelo de las tres calicatas

| CALICATA | MUESTRA | PROF. | DESCRIPCIÓN |
|----------|-------------|-----------|---|
| C- 01 | M1 | 0.00-0.40 | Material No Controlado tipo desmonte mezclado con tierra de cultivo, plantas, raíces secas, y desechos. |
| | M2 | 0.40-3.00 | Grava uniforme (GP) con estructura semi compacta, color beige oscuro con un índice de plasticidad igual a 0.00%, una humedad igual a 5.87% y una gravedad específica igual a 2.661 g/cm ³ . Se evidencia presencia de boloneria. |
| | De 3.00 más | | CONTINUA Grava Uniforme (GP) |
| C- 02 | M1 | 0.00-0.60 | Material No Controlado tipo desmonte mezclado con tierra de cultivo, plantas, raíces secas, y desechos. |
| | M2 | 0.60-3.00 | Grava uniforme (GP) con estructura semi compacta, color beige oscuro con un índice de plasticidad igual a 0.00%, una humedad igual a 6.71% y una gravedad específica igual a 2.657 g/cm ³ . Se evidencia presencia de boloneria. |
| | De 3.00 más | | CONTINUA Grava Uniforme (GP) |

| | | | |
|---------------|-------------|-----------|---|
| C - 03 | M1 | 0.00-0.60 | Material No Controlado tipo desmonte mezclado con tierra de cultivo, plantas, raíces secas, y desechos. |
| | M2 | 0.60-1.50 | Grava uniforme (GP) con estructura semi compacta, color beige oscuro con un índice de plasticidad igual a 0.00%, una humedad igual a 4.56% y una gravedad específica igual a 2.652 g/cm ³ . Se evidencia presencia de bolonería. |
| | De 3.00 más | | CONTINUA Grava Uniforme (GP) |

Interpretación: en la tabla 2 se apreció que a una profundidad de 0.60 m se encontró un material no controlado conformado por tierra de cultivo, raíces secas y desechos, así como también para un fondo de 3 m el material encontrado es grava uniforme - GP.

Tabla 3. Análisis granulométrico de las muestras

| Calicata | Porcentaje que pasa (%) | | Límites de consistencia | |
|-----------------|--------------------------------|-------------|--------------------------------|-----------|
| | #4 | #200 | LL | IP |
| C-1 | 25.30 | 3.76 | 24.55 | 0.00 |
| C-2 | 25.15 | 2.96 | 23.31 | 0.00 |
| C-3 | 22.86 | 3.33 | 22.26 | 0.00 |

Interpretación: en la tabla 3 se observó que el porcentaje de materiales que pasaron por la malla número 4 varía entre 22.86% y 25.30%. Por otro lado, el material que pasó la malla número 200 está acotado entre 2.96% y 3.76%.

Tabla 4. Clasificación de los suelos SUCS y AASHTO

| Calicata | CLASIFICACIÓN | |
|----------|---------------|-----------|
| | SUCS | AASHTO |
| C-1 | GP | A-1-a (0) |
| C-2 | GP | A-1-a (0) |
| C-3 | GP | A-1-a (0) |

Interpretación: en la tabla 4 se encontró que, para las tres calicatas, el material presente en el suelo a cimentar es grava uniforme “GP” y que de acuerdo al método AASHTO, se clasificó como un suelo A-1-a (0).

Tabla 5. Registro de presencias de aguas subterráneas.

| Calicata | Profundidad (m) | Nivel freático (m) |
|----------|-----------------|--------------------|
| C - 01 | 0.00-3.00 | No presenta |
| C - 02 | 0.00-3.00 | No presenta |
| C - 03 | 0.00-3.00 | No presenta |

Interpretación: en la tabla 5 se encontró que, a una profundidad de 3 metros en cada una de las exploraciones, no hubo presencia de aguas subterráneas.

Tabla 6. Contenido de humedad

| Calicata | Humedad (%) |
|----------|-------------|
| C - 1 | 5.87 |
| C - 2 | 6.71 |
| C - 3 | 4.56 |

Interpretación: en la tabla 6 se obtuvo que en la primera calicata el contenido de humedad fue de 5.87%, y en las dos últimas calicatas fueron de 6.71% y 4.56% respectivamente.

Tabla 7.Gravedad especifica

| Calicata | Gravedad especifica (g/cm ³) |
|----------|--|
| C-1 | 2.661 |
| C-2 | 2.657 |
| C-3 | 2.652 |

Interpretación: en la tabla 7 se observó que la gravedad especifica varía entre 2.652 g/cm³ y 2.661 g/cm³ respectivamente.

Tabla 8. Análisis químico

| Calicata | Sales solubles (%) | Cloruros (%) | Sulfatos (%) |
|----------|--------------------|--------------|--------------|
| C - 1 | 0.07 | 0.01 | 0.01 |
| C - 2 | 0.10 | 0.01 | 0.01 |
| C - 3 | 0.08 | 0.01 | 0.01 |

Interpretación: en la tabla 8 se encontró la presencia de sales solubles que varía de 0.07% a 0.10%, así mismo el porcentaje de cloruros y sulfatos fue del 0.01% para las tres exploraciones.

Tabla 9.Resumen de los parámetros del suelo

| Observaciones | Símbolo | C-1 | C-2 | C-3 |
|--|----------|------|------|------|
| Peso Unitario (g/cm ³) | γ | 2.00 | 1.97 | 2.02 |
| N/30 | - | 25.0 | 25.0 | 25.0 |
| Coeficiente de balasto (kg/cm ³) | Ks | 1.81 | 1.81 | 1.81 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | E | 200 | 200 | 200 |
| Módulo de corte (kg/cm ²) | G | 74 | 74 | 74 |
| Coeficiente de Poisson | u | 0.35 | 0.35 | 0.35 |
| Velocidad de onda de corte(m/seg) | Vs | 228 | 228 | 228 |

Interpretación: en la tabla 9 según los datos obtenidos, el peso unitario para las tres exploraciones fue de 1.97 g/cm³ a 2.02 g/cm³, y para los otros parámetros de suelo, los resultados de las calicatas se mantuvieron constante.

Tabla 10.Capacidad portante para cimentación cuadrada

| Calicata | B (mts) | Df (mts) | Cimentación Cuadrada qa (Kg/cm²) |
|-----------------|----------------|-----------------|--|
| C - 01 | 1.40 | 1.30 | 1.56 |
| C - 02 | 1.40 | 1.30 | 1.64 |
| C - 03 | 1.40 | 1.30 | 1.60 |

Interpretación: en la tabla 10 se obtuvieron los datos con respecto a la capacidad portante para cada calicata. Para la primera exploración la capacidad admisible del suelo fue $1.56kg/cm^2$ y para las dos últimas exploraciones fueron $1.64kg/cm^2$ y $1.60kg/cm^2$ respectivamente.

Tabla 11.Asentamiento inmediato de los suelos

| Calicata | Asentamiento, Se (cm) |
|-----------------|------------------------------|
| C - 01 | 0.860 |
| C - 02 | 0.907 |
| C - 03 | 0.884 |

Interpretación: en la tabla 11 se obtuvo los asentamientos de suelos, para la primera calicata fue de 0.860 cm y para las dos últimas fueron de 0.907 y 0.884 cm respectivamente.

Objetivo específico 3: Realizar el diseño arquitectónico de la edificación

Se diseñó una edificación multifamiliar de 10 pisos con un área a construir de $300m^2$, respetando el RNE. Dicho edificio contara con un semisótano, una tienda comercial más un minidepartamento en el primer piso, y dos departamentos por piso desde el segundo piso hasta el décimo, y un ascensor. Las alturas que se han considerado son de 3 m para el semisótano y el primer piso, 2.60 metros a partir del segundo piso, en adelante, con un área techada de $218.32 m^2$ y un área libre de $54.74m^2$ (ver figura 22)

Figura 1. Plano primer nivel-Tiendas

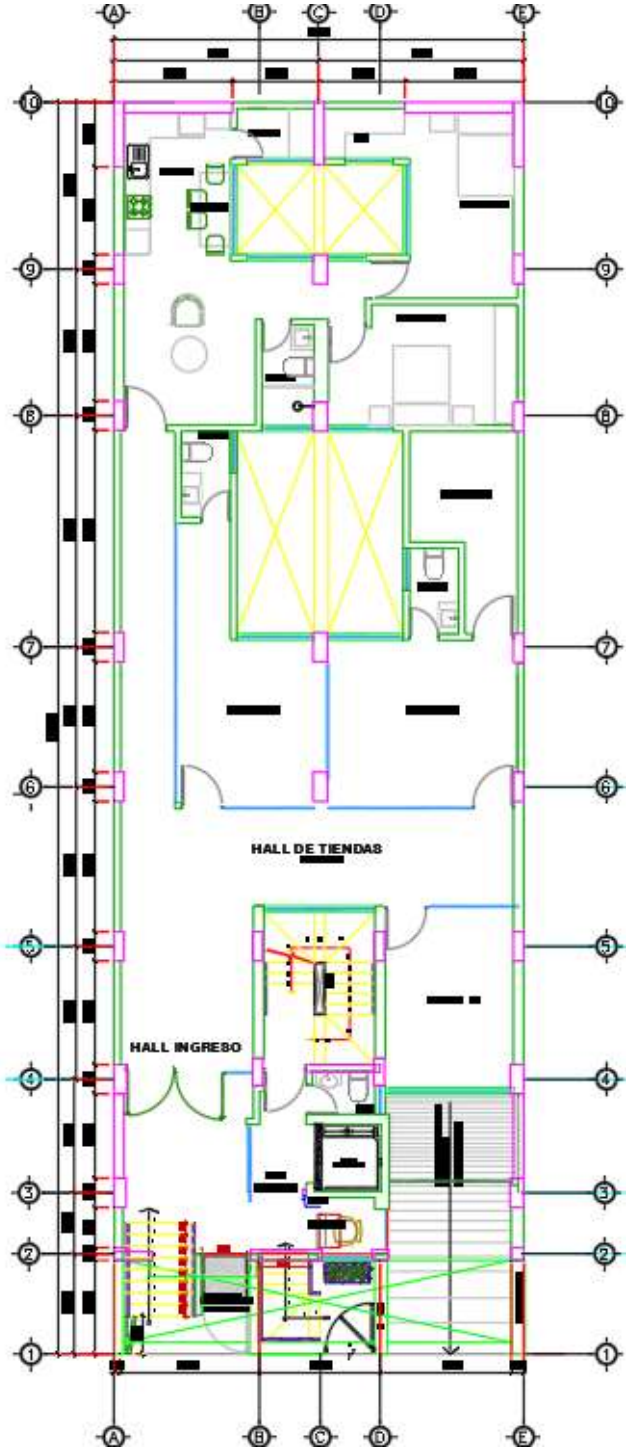
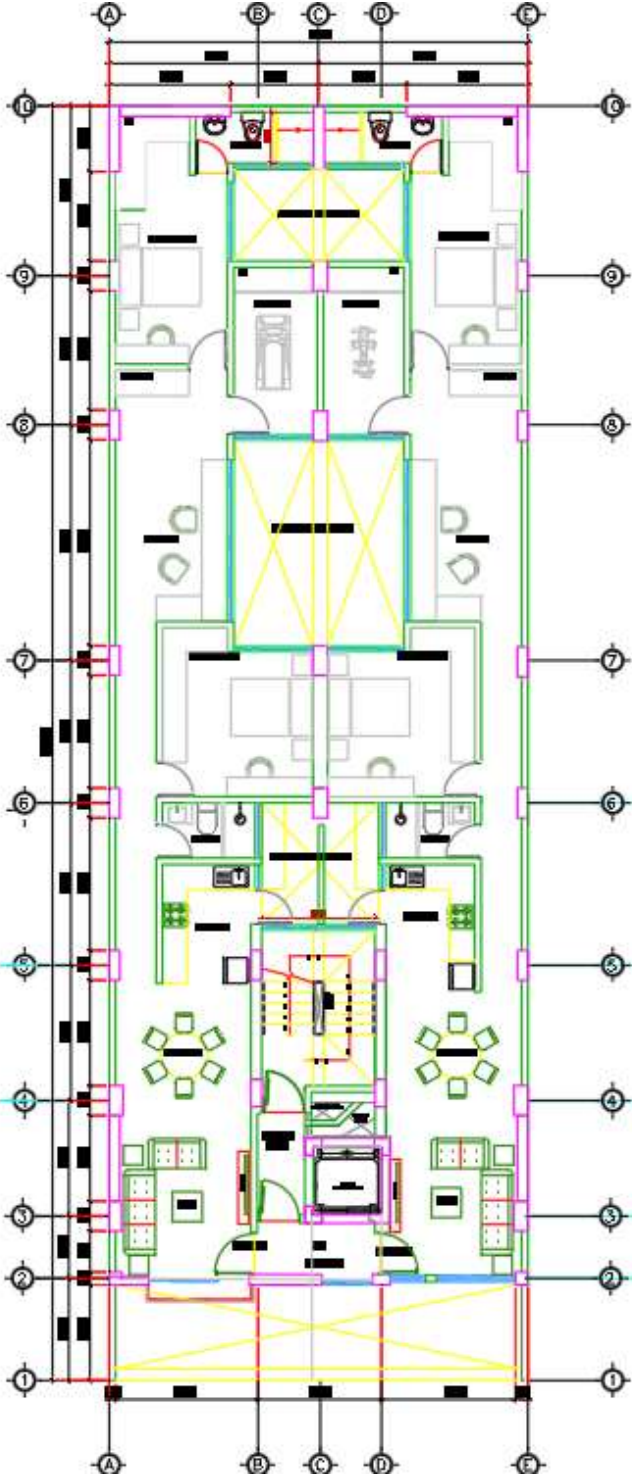


Figura 2. Plano segundo nivel-Piso típicos de primero a décimo piso



Objetivo específico 4: Realizar el predimensionamiento de los elementos estructurales

Se propuso un sistema de concreto armado, como se mencionó anteriormente, para estructurar el edificio, y luego con un sistema dual que utiliza aisladores sísmicos. Se utilizaron losas aligeradas en una dirección, algunas de las cuales descansaban sobre las vigas y otras sobre placas o muros de corte.

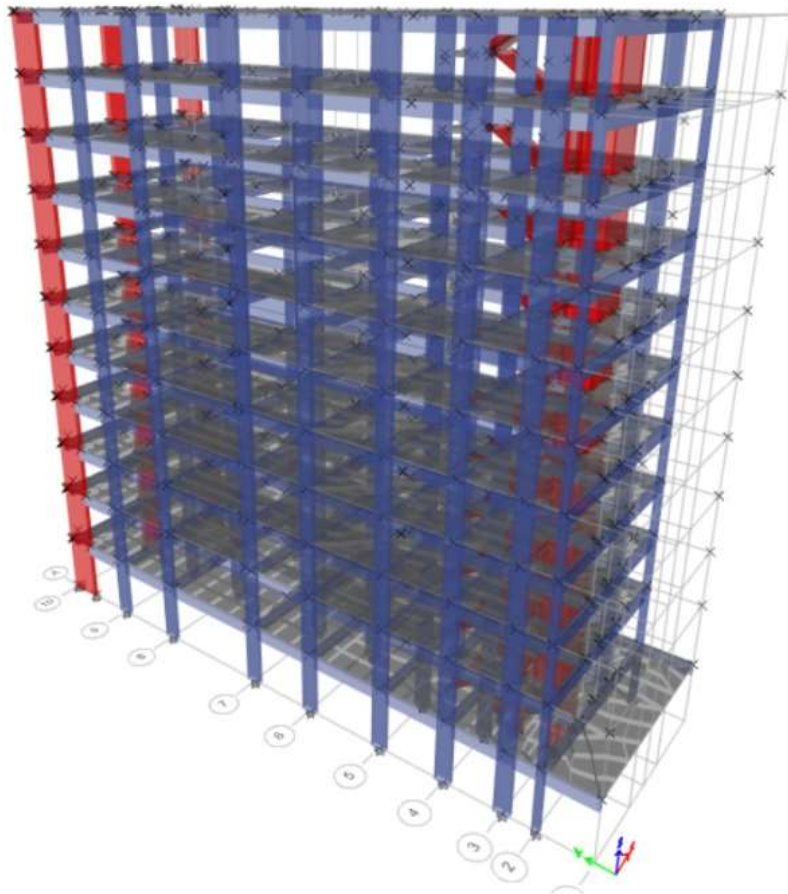


Ilustración 3. Modelo de estructuración de edificación de 10 pisos en 3D

Elaboración propia

1. Predimensionamiento de losa aligerada

La E-030 del Reglamento Nacional de Edificaciones y la normativa ACI-2014 se utilizaron como referencia para el predimensionamiento de las losas aligeradas en una dirección:

Tabla 12. Predimensionamiento de la Losa Aligerada

| | |
|------------------------------------|---|
| Ln: Longitud del lado menor | $L_n = 2.65\text{ m}$ |
| Espesor de la Losa Aligerada | $H = 0.11\text{ m}$ |
| Espesor de la Losa Definitivo | $H = 0.25\text{ m}$ |

Interpretación: En la tabla 12 se obtuvo el grosor de la losa que fue de 0.25 m. Para ello se utilizó la siguiente expresión:

2. Cálculo de Vigas Principales

Cálculo de vigas principales E-060 Capítulo. 21.5.1.3

Tabla 13. Predimensionamiento de las Vigas Principales

| | |
|--|---|
| L: Luz libre de la viga | $L = 6.05\text{ m}$ |
| h_1: Peralte de viga | $h_1 = 0.60\text{ m}$ |
| b: Ancho definido | $b = 0.30\text{ m}$ |

Interpretación: En la tabla 13 se obtuvo el espesor de las vigas principales que fue de 0.60 m, así como también el ancho definitivo que fue de 0.30 m. Para ello se utilizó las siguientes fórmulas matemáticas:

3. Cálculo de Vigas Secundarias

Tabla 14. Predimensionamiento de las Vigas Secundarias

| | |
|---|---|
| L: Luz libre de la viga | $L = 4.81\text{ m}$ |
| h_1: Peralte de viga | $h_1 = 0.60\text{ m}$ |
| b_1: Ancho de la viga | $b_1 = 0.30\text{ m}$ |

Interpretación: En la tabla 14 se obtuvo el peralte definitivo de las vigas secundarias que fue de 0.60 m, así como también el ancho definitivo que fue de 0.30 m. Para ello se utilizó las siguientes relaciones matemáticas:

3. Cálculo de Columnas

Son componentes estructurales que funcionan tanto a flexo-compresión (compresión y flexión) como a cortante. En esta ocasión, todas las columnas se consideran un solo tipo, tanto para columnas centradas y excéntricas, porque es donde las columnas excéntricas son más vulnerables a los efectos del sismo.

Tabla 15. Predimensionamiento de las Columnas

| | |
|--|--------------------------------------|
| 1° COLUMNAS CENTRADAS | |
| <i>P</i> : Carga en kg/m ² | $P = 1000 \text{ kg/m}^2$ |
| <i>A_t</i> : Área tributaria | $A_t = 20.48 \text{ m}^2$ |
| <i>N_p</i> : Número de pisos | $N_p = 11$ |
| <i>P (Servicio)</i> : Carga de servicio | $P(\text{Serv}) = 225280 \text{ kg}$ |
| <i>A_c</i> : Área de columna requerido | $A_c = 2383.92 \text{ cm}^2$ |
| 2° COLUMNAS CENTRADAS | |
| <i>P</i> : Carga en kg/m ² | $P = 1000 \text{ kg/m}^2$ |
| <i>A_t</i> : Área tributaria | $A_t = 13.09 \text{ m}^2$ |
| <i>N_p</i> : Número de pisos | $N_p = 11$ |
| <i>P (Servicio)</i> : Carga de servicio | $P(\text{Serv}) = 143990 \text{ kg}$ |
| <i>A_c</i> : Área de columna requerido | $A_c = 1523.70 \text{ cm}^2$ |
| 3° COLUMNAS EXCENTRICAS O ESQUINADAS | |
| <i>P</i> : Carga en kg/m ² | $P = 1000 \text{ kg/m}^2$ |
| <i>A_t</i> : Área tributaria | $A_t = 11.05 \text{ m}^2$ |
| <i>N_p</i> : Número de pisos | $N_p = 11$ |
| <i>P (Servicio)</i> : Carga de servicio | $P(\text{Serv}) = 121550 \text{ kg}$ |
| <i>A_c</i> : Área de columna requerido | $A_c = 1653.74 \text{ cm}^2$ |
| 4° COLUMNAS EXCENTRICAS O ESQUINADAS | |
| <i>P</i> : Carga en kg/m ² | $P = 1000 \text{ kg/m}^2$ |
| <i>A_t</i> : Área tributaria | $A_t = 4.84 \text{ m}^2$ |
| <i>N_p</i> : Número de pisos | $N_p = 11$ |
| <i>P (Servicio)</i> : Carga de servicio | $P(\text{Serv}) = 53185 \text{ kg}$ |
| <i>A_c</i> : Área de columna requerido | $A_c = 723.61 \text{ cm}^2$ |

Interpretación: En la tabla 15 se obtuvo el área de las primeras columnas centradas requeridas que fue de 2383.92 cm² y 1523.70 cm², esto significa que las medidas de las columnas centradas fueron de 35 cm x 70 cm y de 25 cm x 65 cm. Por otro lado se obtuvo el área de las columnas excéntricas o esquinadas que fue de 1653.74 cm² y 723.61 cm², lo cual se deduce que las medidas de las columnas son de 25 cm x 70 cm y de 30 cm x 30 cm respectivamente.

4. Cálculo de muros de corte o placas

Los muros de corte o placas deben tener al menos 0.20 m. de ancho en áreas con alta sismicidad. Esta construcción se encuentra en la ciudad de Trujillo, ubicada en la zona 4, debido a la gran altura proyectada del mapa de zonificación sísmica - E030 (2019), se optó por el espesor de 20 cm.

Tabla 16. Predimensionamiento de las Placas

| | |
|-------------------------------------|-------------------------------|
| V_b : Cortante basal en x, y | $V(x, y) = 164790 \text{ kg}$ |
| f'_c : Resistencia del concreto | $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ |
| L : Longitud mínima de las placas | $L(x, y) = 1800 \text{ cm}$ |
| b : Espesor de la placa | $b = 17.53 \text{ cm}$ |
| | |
| b : Espesor considerado | $b = 0.20 \text{ m}$ |

Interpretación: En esta tabla 16 se encontró el espesor de las placas que fue de 20 cm.

Objetivo específico 5:

Realizar el diseño estructural de la edificación de 10 niveles con aisladores sísmicos utilizando el software Etabs.

Análisis estático

Tabla 17. Distribución de fuerzas laterales en la dirección del eje X

| PISOS | PESO POR NIVEL | Alturas | $P_i \cdot h_i^k$ | alfa | Fi | V |
|----------|----------------|---------|-------------------|------|-------|-------|
| | TON | m | | | ton | ton |
| TECHO 10 | 217.27 | 26.8 | 36960.54 | 0.22 | 21.29 | 21.29 |
| TECHO 09 | 222.31 | 24.2 | 32246.13 | 0.19 | 18.57 | 39.86 |
| TECHO 08 | 222.31 | 21.6 | 27000.68 | 0.16 | 15.55 | 55.42 |
| TECHO 07 | 222.31 | 19 | 22098.92 | 0.13 | 12.73 | 68.15 |
| TECHO 06 | 222.31 | 16.4 | 17560.79 | 0.10 | 10.12 | 78.26 |
| TECHO 05 | 222.31 | 13.8 | 13410.63 | 0.08 | 7.72 | 85.99 |
| TECHO 04 | 222.31 | 11.2 | 9679.14 | 0.06 | 5.58 | 91.56 |
| TECHO 03 | 222.31 | 8.6 | 6406.85 | 0.04 | 3.69 | 95.25 |
| TECHO 02 | 222.31 | 6 | 3651.16 | 0.02 | 2.10 | 97.36 |
| TECHO 01 | 249.46 | 3 | 1387.60 | 0.01 | 0.80 | 98.16 |
| SUMA | 2245.20 | | 170402.44 | | 98.16 | |

Interpretación: En la tabla 17 se observa la distribución de fuerzas sísmicas en cada nivel de la edificación, así como también la cortante basal en la dirección del eje x.

Tabla 18. Distribución de fuerzas laterales en la dirección del eje Y

| PISOS | PESO POR NIVEL | Alturas | $P_i \cdot h_i^k$ | alfa | Fi | V |
|----------|----------------|---------|-------------------|------|--------|--------|
| | TON | m | | | ton | ton |
| TECHO 10 | 217.27 | 26.8 | 9395.51 | 0.19 | 37.36 | 37.36 |
| TECHO 09 | 222.31 | 24.2 | 8553.00 | 0.17 | 34.01 | 71.38 |
| TECHO 08 | 222.31 | 21.6 | 7508.87 | 0.15 | 29.86 | 101.24 |
| TECHO 07 | 222.31 | 19 | 6482.91 | 0.13 | 25.78 | 127.02 |
| TECHO 06 | 222.31 | 16.4 | 5477.24 | 0.11 | 21.78 | 148.80 |
| TECHO 05 | 222.31 | 13.8 | 4494.58 | 0.09 | 17.87 | 166.68 |
| TECHO 04 | 222.31 | 11.2 | 3538.65 | 0.07 | 14.07 | 180.75 |
| TECHO 03 | 222.31 | 8.6 | 2614.72 | 0.05 | 10.40 | 191.15 |
| TECHO 02 | 222.31 | 6 | 1731.13 | 0.03 | 6.88 | 198.03 |
| TECHO 01 | 249.46 | 3 | 878.10 | 0.02 | 3.49 | 201.52 |
| SUMA | 2245.20 | | 50674.72 | | 201.52 | |

Interpretación: En la tabla 18 se observa la distribución de las fuerzas sísmicas en cada nivel de la edificación, así como también la cortante basal en la dirección del eje Y.

Tabla 19. Periodo de vibración en ambas direcciones

| Case | Mode | Period | UX | UY |
|-------|------|--------|---------|---------|
| | | seg | | |
| Modal | 1 | 1.624 | 0.4785 | 0.0028 |
| Modal | 2 | 0.868 | 0.2822 | 0.0051 |
| Modal | 3 | 0.791 | 0.0067 | 0.7493 |
| Modal | 4 | 0.517 | 0.06470 | 0.00003 |
| Modal | 5 | 0.286 | 0.01740 | 0.00030 |

Interpretación: En la tabla 19 se encontró el periodo fundamental del edificio para ambos ejes. El periodo en el eje X fue de $T_x = 1.624$ seg, el periodo en el eje Y fue de $T_y = 0.791$ seg respectivamente.

Tabla 20. Las derivadas en X según el análisis estático sin aisladores

| NIVEL | SEX (DSPL ABSOLUTOS) | DESPL. RELATIVO | H ESTREPIISO (m) | DERIVA X Drel /h | DERIVA X final 0.75R (R=7) | OBSERVACIONES |
|--------|----------------------|-----------------|------------------|------------------|----------------------------|---------------|
| 10 | 0.0339 | 0.0021 | 2.60 | 0.0008 | 0.0042 | Cumple |
| 9 | 0.0318 | 0.0021 | 2.60 | 0.0008 | 0.0043 | Cumple |
| 8 | 0.0297 | 0.0026 | 2.60 | 0.0010 | 0.0052 | Cumple |
| 7 | 0.0271 | 0.0030 | 2.60 | 0.0011 | 0.0060 | Cumple |
| 6 | 0.0242 | 0.0033 | 2.60 | 0.0013 | 0.0066 | Cumple |
| 5 | 0.0209 | 0.0035 | 2.60 | 0.0014 | 0.00711 | Corregir |
| 4 | 0.0174 | 0.0037 | 2.60 | 0.0014 | 0.0074 | Corregir |
| 3 | 0.0137 | 0.0037 | 2.60 | 0.0014 | 0.0075 | Corregir |
| 2 | 0.0100 | 0.0037 | 2.60 | 0.0014 | 0.0074 | Corregir |
| 1 | 0.0063 | 0.0041 | 3.00 | 0.0014 | 0.0072 | Corregir |
| SOTANO | 0.0022 | 0.0022 | 3.00 | 0.0007 | 0.0039 | Cumple |

Interpretación: Las derivas en la dirección del eje X de cada nivel se obtuvieron en la Tabla 20, y se encontró que desde el nivel 1 hasta el nivel 5, las derivas no cumplieron con el límite máximo de 0.007 establecido en la Norma E.030.

Tabla 21. Derivas en Y de acuerdo al análisis estático sin aisladores

| NIVEL | SEY (DSPL ABSOLUTOS) | DESPL. RELATIVO | H ESTREPIISO (m) | DERIVA Y Drel /h | DERIVA Y final 0.75R (R=7) | OBSERVACIONES |
|--------|----------------------|-----------------|------------------|------------------|----------------------------|---------------|
| 10 | 0.0233 | 0.0015 | 2.60 | 0.0006 | 0.0030 | Cumple |
| 9 | 0.0218 | 0.0017 | 2.60 | 0.0007 | 0.0034 | Cumple |
| 8 | 0.0201 | 0.0019 | 2.60 | 0.0007 | 0.0039 | Cumple |
| 7 | 0.0182 | 0.0022 | 2.60 | 0.0008 | 0.0044 | Cumple |
| 6 | 0.0160 | 0.0024 | 2.60 | 0.0009 | 0.00479 | Cumple |
| 5 | 0.0136 | 0.0025 | 2.60 | 0.0010 | 0.0051 | Cumple |
| 4 | 0.0111 | 0.0026 | 2.60 | 0.0010 | 0.0052 | Cumple |
| 3 | 0.0085 | 0.0025 | 2.60 | 0.0010 | 0.0051 | Cumple |
| 2 | 0.0060 | 0.0024 | 2.60 | 0.0009 | 0.0049 | Cumple |
| 1 | 0.0036 | 0.0024 | 3.00 | 0.0008 | 0.0042 | Cumple |
| SOTANO | 0.0012 | 0.0012 | 3.00 | 0.0004 | 0.0021 | Cumple |

Interpretación: En la tabla 21 se obtuvieron las derivas en la dirección del eje Y de cada nivel y se observó que desde el nivel 1 al nivel 10 cumplen con lo establecido en

la Norma E.030, que especifica el límite máximo de 0.007 respectivamente.

Análisis dinámico

Tabla 22. Derivas en X según el análisis dinámico sin aisladores

| NIVEL | SDINX (DSPL ABSOLUTOS) | DESPL. RELATIVO | H ESTREPISO (m) | DERIVA X Drel /h | DERIVA X final 0.75R (R=7) | OBSERVACIONES |
|--------|------------------------|-----------------|-----------------|------------------|----------------------------|---------------|
| 10 | 0.0221 | 0.0013 | 2.60 | 0.0005 | 0.0026 | Cumple |
| 9 | 0.0208 | 0.0013 | 2.60 | 0.0005 | 0.0025 | Cumple |
| 8 | 0.0195 | 0.0015 | 2.60 | 0.0006 | 0.0031 | Cumple |
| 7 | 0.0180 | 0.0018 | 2.60 | 0.0007 | 0.0035 | Cumple |
| 6 | 0.0163 | 0.0020 | 2.60 | 0.0008 | 0.0040 | Cumple |
| 5 | 0.0143 | 0.0021 | 2.60 | 0.0008 | 0.0043 | Cumple |
| 4 | 0.0122 | 0.0023 | 2.60 | 0.0009 | 0.0046 | Cumple |
| 3 | 0.0099 | 0.0024 | 2.60 | 0.0009 | 0.0049 | Cumple |
| 2 | 0.0074 | 0.0026 | 2.60 | 0.0010 | 0.0052 | No cumple |
| 1 | 0.0049 | 0.0031 | 3.00 | 0.0010 | 0.0055 | No cumple |
| SÓTANO | 0.0017 | 0.0017 | 3.00 | 0.0006 | 0.0031 | Cumple |

Interpretación: En la tabla 22 se obtuvieron las derivas en la dirección del eje X de cada nivel y que cumplen con lo estipulado en la Norma E.031, que especifica un límite máximo de 0.005 respectivamente.

Tabla 23. Derivas en Y según el análisis dinámico sin aisladores

| NIVEL | SDINY (DSPL ABSOLUTOS) | DESPL. RELATIVO | H ESTREPISO (m) | DERIVA Y Drel /h | DERIVA Y final 0.75R (R=7) | OBSERVACIONES |
|--------|------------------------|-----------------|-----------------|------------------|----------------------------|---------------|
| 10 | 0.0174 | 0.0011 | 2.60 | 0.0004 | 0.0022 | Cumple |
| 9 | 0.0163 | 0.0013 | 2.60 | 0.0005 | 0.0025 | Cumple |
| 8 | 0.0150 | 0.0014 | 2.60 | 0.0006 | 0.0029 | Cumple |
| 7 | 0.0136 | 0.0016 | 2.60 | 0.0006 | 0.0032 | Cumple |
| 6 | 0.0120 | 0.0017 | 2.60 | 0.0007 | 0.0035 | Cumple |
| 5 | 0.0103 | 0.0018 | 2.60 | 0.0007 | 0.0037 | Cumple |
| 4 | 0.0084 | 0.0019 | 2.60 | 0.0007 | 0.0039 | Cumple |
| 3 | 0.0065 | 0.0019 | 2.60 | 0.0007 | 0.0039 | Cumple |
| 2 | 0.0046 | 0.0018 | 2.60 | 0.0007 | 0.0037 | Cumple |
| 1 | 0.0028 | 0.0019 | 3.00 | 0.0006 | 0.0032 | Cumple |
| SÓTANO | 0.0009 | 0.0009 | 3.00 | 0.0003 | 0.0016 | Cumple |

Interpretación: En la tabla 23 se obtuvieron las derivas en la dirección del eje Y de cada nivel y que verifica con lo estipulado en la Norma E.030, que especifica el límite máximo de 0.007 respectivamente.

Tabla 24. Desplazamientos en el eje X y Y, según el análisis dinámico

| Niveles | Desplazamientos maximos (cm) | |
|----------|------------------------------|-------|
| | Eje X | Eje Y |
| Nivel 10 | 2.21 | 1.74 |
| Nivel 9 | 2.08 | 1.63 |
| Nivel 8 | 1.95 | 1.50 |
| Nivel 7 | 1.80 | 1.36 |
| Nivel 6 | 1.63 | 1.20 |
| Nivel 5 | 1.43 | 1.03 |
| Nivel 4 | 1.22 | 0.84 |
| Nivel 3 | 0.99 | 0.65 |
| Nivel 2 | 0.74 | 0.46 |
| Nivel 1 | 0.49 | 0.28 |
| SÓTANO | 0.17 | 0.09 |

Interpretación: En la tabla 24 se obtuvieron los desplazamientos de cada uno de los niveles en la dirección del eje X y eje Y. Se observó que el desplazamiento lateral es mayor en el nivel 10.

Tabla 25. Desplazamientos en el eje X y Y, según el análisis estático

| Niveles | Desplazamientos maximos (cm) | |
|----------|------------------------------|-------|
| | Eje X | Eje Y |
| Nivel 10 | 3.39 | 2.33 |
| Nivel 9 | 3.18 | 2.18 |
| Nivel 8 | 2.97 | 2.01 |
| Nivel 7 | 2.71 | 1.82 |
| Nivel 6 | 2.42 | 1.60 |
| Nivel 5 | 2.09 | 1.36 |
| Nivel 4 | 1.74 | 1.11 |
| Nivel 3 | 1.37 | 0.85 |
| Nivel 2 | 1.00 | 0.60 |
| Nivel 1 | 0.63 | 0.36 |
| SÓTANO | 0.22 | 0.12 |

Interpretación: En la tabla 25 se obtuvieron los desplazamientos de cada uno de los niveles en la dirección del eje X y eje Y. Se observó que el desplazamiento lateral es mayor en el nivel 10 con respecto a los otros niveles.

Tabla 26. Derivas en X según el análisis dinámico con aisladores

| NIVEL | SDINX (DSPL ABSOLUTOS) | DESPL. RELATIVO | H ESTREPISO (m) | DERIVA X Drel /h | DERIVA X final 0.75R (R=7) | OBSERVACIONES |
|------------|------------------------|-----------------|-----------------|------------------|----------------------------|---------------|
| 10 | 0.0228 | 0.0001 | 2.60 | 0.0000 | 0.00021 | Cumple |
| 9 | 0.0227 | 0.0002 | 2.60 | 0.0001 | 0.0003 | Cumple |
| 8 | 0.0225 | 0.0002 | 2.60 | 0.0001 | 0.0004 | Cumple |
| 7 | 0.0223 | 0.0002 | 2.60 | 0.0001 | 0.0004 | Cumple |
| 6 | 0.0221 | 0.0003 | 2.60 | 0.0001 | 0.0005 | Cumple |
| 5 | 0.0218 | 0.0003 | 2.60 | 0.0001 | 0.0006 | Cumple |
| 4 | 0.0216 | 0.0003 | 2.60 | 0.0001 | 0.0006 | Cumple |
| 3 | 0.0212 | 0.0003 | 2.60 | 0.0001 | 0.0007 | Cumple |
| 2 | 0.0209 | 0.0004 | 2.60 | 0.0001 | 0.0007 | Cumple |
| 1 | 0.0205 | 0.0004 | 3.00 | 0.0001 | 0.0007 | Cumple |
| SÓTANO | 0.0202 | 0.0007 | 3.00 | 0.0002 | 0.0012 | Cumple |
| AISLADOR 1 | 0.0195 | | | | | |

Interpretación: En la tabla 26 se obtuvieron las derivas en la dirección del eje X de

cada nivel y que cumplen con lo estipulado en la Norma E.031, que especifica un límite máximo de 0.005 respectivamente.

Tabla 27. Derivas en Y según el análisis dinámico con aisladores

| NIVEL | SDINY (DSPL ABSOLUTOS) | DESPL. RELATIVO | H ESTREPISO (m) | DERIVA Y Drel /h | DERIVA Y final 0.75R (R=7) | OBSERVACIONES |
|------------|------------------------|-----------------|-----------------|------------------|----------------------------|---------------|
| 10 | 0.0210 | 0.0001 | 2.60 | 0.0000 | 0.00013 | Cumple |
| 9 | 0.0210 | 0.0001 | 2.60 | 0.0000 | 0.0001 | Cumple |
| 8 | 0.0209 | 0.0001 | 2.60 | 0.0000 | 0.0002 | Cumple |
| 7 | 0.0208 | 0.0001 | 2.60 | 0.0000 | 0.0002 | Cumple |
| 6 | 0.0207 | 0.0001 | 2.60 | 0.0000 | 0.0002 | Cumple |
| 5 | 0.0206 | 0.0001 | 2.60 | 0.0000 | 0.0002 | Cumple |
| 4 | 0.0205 | 0.0001 | 2.60 | 0.0000 | 0.0002 | Cumple |
| 3 | 0.0204 | 0.0001 | 2.60 | 0.0000 | 0.0003 | Cumple |
| 2 | 0.0203 | 0.0001 | 2.60 | 0.0001 | 0.0003 | Cumple |
| 1 | 0.0201 | 0.0002 | 3.00 | 0.0001 | 0.0003 | Cumple |
| SÓTANO | 0.0200 | 0.0001 | 3.00 | 0.0000 | 0.0002 | Cumple |
| AISLADOR 1 | 0.0198 | | | | | |

Interpretación: En la tabla 27 se obtuvieron las derivas en la dirección del eje Y de cada nivel y que cumplen con lo estipulado en la Norma E.031, que especifica un límite máximo de 0.005 respectivamente.

IV. DISCUSIÓN

En esta investigación se plantea como primer objetivo realizar el levantamiento topográfico. Según Haro & Izquierdo (2023), en su informe realizaron un levantamiento topográfico, en la cual se mostró un terreno irregular de área 3568.0 m², un perímetro de 262.6 m y con 5 vértices. En nuestro informe los resultados obtenidos difieren parcialmente. El área del terreno es 300 m², el perímetro de 80.00 m, los puntos de quiebre del perímetro fue de 4 vértices y la topografía del terreno de estudio es rectangular.

En este proyecto de investigación se formula como segundo objetivo ejecutar el estudio de suelos en el distrito de huanchaco sector Víctor Raúl Mz.89 Lot.25. Para Aniceto & Tapia (2022), en su investigación realizaron 4 calicatas con un fondo de 8 m cada una, donde se presentó dos tipos de suelo el GP (Grava pobremente graduada) y el GM (Grava limosa con arena). Así mismo el contenido de humedad fue de 2.16% y la capacidad portante obtenida fue de 2.80 kg/cm². En nuestra investigación los resultados que se obtuvieron varían parcialmente, en nuestro estudio se realizó 3 calicatas con una profundidad mínima de 3 m cada una, donde se obtuvo un suelo similar de tipo GP (Grava pobremente graduada), con un contenido de humedad de 5.71%, en tanto que la capacidad portante fue en promedio de 1.60 kg/cm² respectivamente. Según la Norma Técnica de Edificaciones la E.050 nos dice que para una edificación de más de 4 pisos es necesario el estudio de suelos para saber las propiedades mecánicas y químicas del terreno a cimentar.

En el proyecto se plantea el tercer objetivo realizar el diseño arquitectónico de la edificación multifamiliar de 10 pisos. Para Haro & Izquierdo (2023), en su investigación diseñaron un edificio multifamiliar de 10 pisos construido en un terreno de 400 m², en el primer nivel consideraron un ambiente para evento, y a partir del segundo al noveno piso diseñaron tres departamentos por piso, en el décimo piso un ambiente de entretenimiento compartido. En cambio, en nuestra investigación se consideró un área de construcción de 300 m², con un parqueo en el semisótano, un mini departamento y una tienda comercial en el primer nivel, así mismo desde el segundo al décimo nivel se consideró 2 departamentos por piso.

En el informe de tesis se propone como cuarto objetivo desarrollar el pre dimensionamiento de los elementos estructurales de la edificación. Según Dávila &Hinojosa (2019), en su informe de tesis obtuvieron el espesor de la losa aligerada que fue de 20 cm, las medidas de las vigas fueron de 25 cm x 60 cm y 30 cm x 60 cm, los espesores de los muros de corte fueron de 20 cm y 25 cm, las medidas de las columnas fueron de 50 cm x 80 cm respectivamente. En nuestra investigación los resultados varían de manera parcial con respecto al trabajo de Dávila & Hinojosa, por ejemplo, el espesor de la losa fue de 25 cm, las medidas de las vigas principales y secundarias fue de 30 cm x 60 cm, las medidas de las columnas centrales fue de 35 cm x 70 cm y de 25 cm x 65 cm, las medidas de las columnas esquinadas fue de 25 cm x 70 cm y de 30 cm x 30 cm, así mismo el espesor del muro de concreto armado fue de 20 cm respectivamente.

En esta investigación se plantea como quinto objetivo realizar el modelamiento de la edificación utilizando el programa Etabs. Según Flores et al (2021), en su investigación obtuvieron la distorsión de entrepiso y la fuerza cortante en cada nivel de la edificación, la reducción de la distorsión fue de 69.08% con aisladores y de 34.20% sin aisladores para sismo de diseño, así mismo para la fuerza cortante la reducción fue de 52.10% con aisladores y de 14.88% sin aisladores para sismo de diseño. Para nuestra investigación los parámetros que se consideraron para llevar a cabo la comparación fueron los desplazamientos y derivas o distorsiones. La reducción de la distorsión fue de 49.73% con aisladores y de 26.22% sin aisladores para sismo de diseño, así mismo la reducción de la distorsión en la dirección del eje fue de 64.75% con aisladores y de 34.46% sin aisladores para sismo severo respectivamente.

V. CONCLUSIONES

Se realizó el análisis y diseño estructural de la edificación multifamiliar de 10 pisos usando aisladores sísmicos, en la cual el edificio tuvo en mejor comportamiento estructural. Se ejecutó el levantamiento topográfico en la cual la topografía del terreno es de forma rectangular, el área del terreno fue de 300 m², el perímetro del lote fue de 80.00 ml, así como también los puntos de quiebre del perímetro del terreno que son de 4 vértices. Se realizó el estudio de mecánica de suelos donde se obtuvo la capacidad portante del suelo que fue de 1.56 kg/cm² para la primera exploración, 1.64 kg/cm² para la segunda exploración y 1.60 kg/cm² para la tercera exploración. Además, se obtuvo el contenido de humedad que fue de 5.87% para la primera calicata C-1, 6.71% para la segunda calicata C-2 y 4.56% para la tercera calicata C-3. Por otro lado, se obtuvo la gravedad específica o peso específico del suelo que en promedio fue de 2.657 g/cm³ respectivamente. Se realizó el diseño arquitectónico de la edificación multifamiliar de 10 niveles, donde el área construida fue de 300 m². El edificio cuenta con un semisótano de 3 m de altura, una tienda comercial más un minidepartamento en el primer nivel de 3 m de altura y a partir del segundo al décimo piso cuenta con dos departamentos por nivel. El área techada fue de 218.32 m² y el área libre de 54.74 m². Se desarrolló el predimensionamiento de los elementos estructurales de la edificación de 10 niveles, en las cuales se obtuvo el espesor de la losa aligerada que fue de 25 cm, las dimensiones de las vigas principales y secundarias fue de 30 cm x 60 cm, las dimensiones de las columnas centrales que fue de 35 cm x 70 cm y de 25 cm 65 cm, las dimensiones de las columnas excéntricas o esquinadas fue de 25 cm x 70 cm y de 30 cm x 30 cm, así como también el espesor de las placas de concreto armado que fue de 20 cm respectivamente. Se realizó el modelamiento de la estructura usando el programa Etabs, en la cual se obtuvo los periodos en ambas direcciones, los desplazamientos en ambas direcciones y las derivas en la dirección del eje X y Y sin aisladores y con aisladores sísmicos respectivamente.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar el diseño estructural con otro método estructural, utilizando algún programa relacionado con la ingeniería estructural.
- Se recomienda que el diseño se realice en otro tipo de suelo en función de las características del suelo.
- Se recomienda hacer el modelamiento con otro tipo de aislador para realizar las comparaciones.
- Se recomienda que en investigaciones futuras se investigue el comportamiento de los aisladores sísmicos en estructuras en caso de sismos de gran magnitud, ya que Trujillo se encuentra en la Zona 4 según el RNE.
- Se recomienda diseñar aisladores en edificaciones con muros estructurales de tal manera que no fallen por compresión.
- Se recomienda implementar aisladores sísmicos para estructuras aporticadas y duales y, así garantizar el buen funcionamiento de las mismas.
- Para reducir el periodo de vibración de las estructuras, es recomendable utilizar aisladores sísmicos en estructuras de 20 a 40 metros de altura.
- Se recomienda considerar elementos de menos peso en las losas aligeradas y realizar diseños estructurales con los dispositivos tecnológicos.
- Se recomienda utilizar el Reglamento Nacional de Edificaciones para el análisis y diseño estructural de una edificación con aisladores sísmicos.

REFERENCIAS

- ABURTO, Carlos Flores, et al. Reducción de la respuesta sísmica mediante el uso de aisladores de base elastoméricos con núcleo de plomo en una estructura de ocho niveles. Revista Ingeniería y Tecnología UAS, 2021, no 4, p. 33-45.
- ANICETO CASTILLO, Omaly Miguel; TAPIA DUEÑAS, Edinson Arath. Diseño y modelamiento de una edificación de concreto armado de 20 niveles y 2 sótanos, distrito San Miguel–Lima 2022. 2022.
- BATALLAS LARCO, Jazmín Pamela. Propuesta para la selección e implementación de aisladores sísmicos en la cimentación superficial de hormigón armado, del proyecto de vivienda unifamiliar “ALDOVEA”, parroquia Calderón, cantón Quito. 2022. Tesis de Licenciatura.
- CALDERÓN SALAZAR, Blanca René. Análisis y diseño estructural con aisladores sísmicos del pabellón de un hospital tipo II-1, Lima 2018. 2018.
- CANO, Jaime Walter Blas; REBAZA, Rocío Del Pilar Blas; REBAZA, Maruja Emélita Blas. Aplicación de Aisladores Sísmicos en Modelos de Edificaciones Hospitalarias. Revista Científica Emprendimiento Científico Tecnológico, 2022, no 3, p. 15-15.
- CENTENO DE LA CRUZ, Jose Alfredo. Influencia de aisladores sísmicos de viviendas multifamiliares en la respuesta estructural sísmica en San Juan de Lurigancho, Lima 2022. 2022.
- CHIMBO CHACHA, Washington Joel. Análisis y diseño de un edificio con aisladores sísmicos utilizando el programa ETABS. 2022. Tesis de Licenciatura. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera de Ingeniería Civil.
- CUMPA, Millones; CHRIST, David. Estudio comparativo de una edificación de nueve niveles y dos sótanos, con y sin aisladores sísmicos.

DAVILA DIAZ, Erlik David; HINOJOSA OREJON, Carlos. Análisis de la vulnerabilidad sísmica para una edificación de 10 pisos utilizando aisladores o el sistema dual, Av. República de Panamá-Lima. 2019.

FERNÁNDEZ LOAYZA, Jannet, et al. Uso de Aisladores Sísmicos Para Edificios Multifamiliares. Caso De Estudio: Edificio Multifamiliar Residencial Hungría.

GARCIA MONTERROSO ROQUE, Cesar Augusto. Estudio comparativo entre diseño convencional y diseño con aisladores sísmicos para el pabellón de aulas de tres niveles para la Universidad San Pedro Filial Sullana. 2019.

GUERRERO BOBADILLA, Héctor; AGUILAR HERNÁNDEZ, Juan; SÁMANO BRITO, Oscar. Comportamiento sísmico de edificios con aisladores de péndulo de fricción en la zona del lago de la Ciudad de México. Ingeniería sísmica, 2022, no 107, p. 1-21.

GUEVARA GAMBOA, Cynthia Jamila. Comportamiento sísmico del edificio “Los Rosales” con la implementación de aisladores elastoméricos con núcleo de plomo. 2022.

JUÁREZ MÉNDEZ, Ricardo, et al. Comparativa de diseño estructural de edificios con aisladores sísmicos, un caso de estudio. 2021. Tesis de Maestría. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

LETONA SAMAYOA, José Antonio. Análisis y diseño de un edificio con aisladores sísmicos en Guatemala. 2018.

MARTÍNEZ MARTÍNEZ, Pablo Antonio; PÉREZ LEÓN, Pablo Ismael. Análisis de edificaciones con aisladores sísmicos para la ciudad de Cuenca. 2023. Tesis de Licenciatura. Universidad del Azuay.

MERA HURTADO, Rafael Aaron. Análisis estructural y económico del comportamiento sísmico de un edificio multifamiliar de 5 niveles mediante el uso de tres tipos de aisladores sísmicos en Chiclayo. 2021.

MEZA GALLEGOS, Luis Alexander; QUINTANILLA GALLEGOS, Mauricio Sebastián. Factores de importancia para el diseño de aisladores sísmicos para una edificación multifamiliar de concreto armado con diferentes alturas en Lima, Perú.

- OSMA, Oscar Javier Arguello; GARCÍA, Nicole Stefany Ortiz. Estudio de la Importancia de Incorporar Aisladores y Disipadores Sísmicos en la Cotidianidad del Diseño Estructural de Edificaciones en Colombia.
- PRINCIPE MELGAREJO, Oker Carlos. Análisis sísmico de una estructura Aporticada de 3, 5 y 7 niveles con disipador de energía y aislador sísmico, Ancash, 2021. 2021.
- RÍOS GOICOCHEA, Alder Guzmán. Diseño estructural con aisladores sísmicos respecto al edificio convencional para el bloque D del Hospital de Villa María del Triunfo, Lima–2020. 2020.
- ROMERO LARA, Juan Carlos, et al. Análisis y comportamiento estructural de un edificio aislado en la base con aisladores sísmicos de alto amortiguamiento-HDRB. 2020.
- ROSALES VILLANUEVA, Aldair Santos; SANDIVAR RAMIREZ, JESSICA JHOVANNA. Propuesta de parámetros para el diseño de aisladores sísmicos mediante un análisis comparativo de la respuesta sísmica de una edificación esencial con aislamiento antisísmico bajo diversas normas internacionales.
- RUIZ BENITES, Rita Cecilia. Diseño estructural con aisladores LRB en una institución educativa utilizando software ETABS, Balsapuerto-2022. 2022.
- SARMIENTO MUSAYON, Linus Yrbin; VARGAS CORONADO, Julio Raúl. Diseño sismorresistente comparativo de una edificación de 8 niveles con y sin aisladores sísmicos elastoméricos con núcleo de plomo. 2023.
- SIERRA CASTELLANOS, Dierid Yeir, et al. Aisladores sísmicos de base: un compendio de alternativas. 2020.
- Tatiana Belash, Ulugbek Begaliev, Sagynbek Orunbaev, Marat Abdybaliev. American Journal of Environmental Science and Engineering. Vol. 3, No. 4, 2019, pp. 66-74.
- TICONA CUTIPA, Mary Esperanza. Análisis comparativo del comportamiento estructural de un centro educativo con aisladores sísmicos de tipo elastomérico frente a un diseño convencional sin aisladores basado en la norma técnica E. 030 en la ciudad de Tacna, 2019. 2023.

- VALLADARES OJEDA, Cristopher Israel; CHUMAN BERMEO, Ayrton Edgardo. Análisis y diseño estructural comparativo de una edificación de quince niveles, con y sin aisladores sísmicos elastoméricos con núcleo de plomo, ubicada en el distrito de Pimentel.
- VEGA CASTILLO, Dagner Andree Marcell. Aisladores sísmicos en el desempeño sismorresistente para estructuras de concreto armado en zonas urbanas: una revisión de la literatura científica. 2020.
- VELÁZQUEZ REYNA, Alí Isaac. Análisis de un hospital con aisladores sísmicos de base. 2022.
- VICTORIO ABAD, Deyvis. Respuesta estructural y costo del edificio multifamiliar calicanto usando Amortiguadores VWD respecto a los aisladores de base y al sistema convencional–2022. 2023.

ANEXOS

Anexo 1. Tabla de operacionalización de variables o tabla de categorización

Tabla de operacionalización de variables

| Variable de estudio | Definición conceptual | Definición operacional | Dimensiones | Indicadores | Escala de medición |
|--|---|---|---|---|--------------------|
| <p style="text-align: center;"><u>VARIABLE INDEPENDIENTE</u> ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL CON AISLADORES SÍSMICOS</p> | <p>El propósito del análisis y diseño estructural es la de proveer equilibrio y resistencia a los elementos estructurales de la edificación frente a cualquier fuerza externa o movimiento sísmico intenso a la cual pueda estar sometida (Ríos, 2020).</p> | <p>Se realizó el levantamiento topográfico, el estudio de mecánica de suelos, se elaboró los planos arquitectónicos y se realizó el diseño estructural con aisladores sísmicos.</p> | Levantamiento topográfico | Coordenadas UTM | RAZÓN |
| | | | Estudios de mecánica de suelos | Ensayo de corte directo | RAZÓN |
| | | | Diseño arquitectónico | Planos en planta Planos de corte y elevación | RAZÓN |
| | | | Diseño estructural con aisladores sísmicos | Predimensionamiento: Zapatas Columnas Vigas Losas Análisis estático y dinámico | RAZÓN |

Anexo 3. Fichas de validación de instrumentos para la recolección de datos (de corresponder)

Tesistas:

Toribio Aranda, Billy Santos

Ruiz Vásquez, Jhair Jehu

Tesis: Análisis y diseño estructural con aisladores sísmicos en una edificación multifamiliar de 10 niveles, Trujillo 2024

Descripción: Propiedades físicas y mecánicas de los aisladores de base

Referencia Norma 031

| Item N° | Nombre del aislador de base | Codigo | Propiedades físicas | | | | Propiedades mecánicas | | | |
|---------|-----------------------------|--------|-----------------------|------------------------------|-----------------|-------------------|---|---|--|------------------------------|
| | | | Diametro externo (mm) | Espesor total de caucho (mm) | Area Total (mm) | Peso total (tonf) | Rigidez inicial (x10 ³ kN/m) | Rigidez a la compresion (x10 ³ kN/m) | Resistencia maxima a la compresion [N/mm2] | Relacion del amortiguamiento |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |

| VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS | | |
|--|---|---|
| Apellidos: CERNA RONDÓN Nombre: LUIS ANÍBAL Título: ING. CIVIL Grado: MAGÍSTER N° Reg. CIP: 123512 Firma:  | Apellidos: DELGADO CONTRERAS Nombre: GENARO ALFREDO JESUS Título: ING CIVIL Grado: MAGISTER N° Reg. CIP: 020782 Firma:  | Apellidos: MEZA RIVAS Nombre: JORGE LUIS Título: ING CIVIL Grado: MAGISTER N° Reg. CIP: 32326 Firma:  |

Tesistas:

Toribio Aranda, Billy Santos

Ruiz Vásquez, Jhair Jehu

Tesis: Análisis y diseño estructural con aisladores sísmicos en una edificación multifamiliar de 10 niveles, Trujillo 2024

Descripcion: Análisis comparativo del comportamiento dinamico con y sin aisladores de base

Referencia Norma 031

| Story | Sin aislamiento de base | | | | | | Con aislamiento de base | | | | | |
|-------|-------------------------|-----------|-------------|-----------|--------------------|-------------|-------------------------|-----------|-------------|-------------|--------------------|----------|
| | Cortante (V) | | Momento (M) | | Desplazamiento (U) | | Cortante (V) | | Momento (M) | | Desplazamiento (U) | |
| | Min (tnf) | Máx (tnf) | Min (tnf/m) | Min (tnf) | Máx (tnf) | Min (tnf/m) | Máx (tnf) | Min (tnf) | Máx (tnf/m) | Min (tnf/m) | Máx (cm) | Min (cm) |
| 1 | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | |

| VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS | | |
|--|---|---|
| Apellidos: CERNA RONDÓN Nombre: LUIS ANÍBAL Título: ING. CIVIL Grado: MAGISTER Nº Reg. CIP: 123512 Firma:  | Apellidos: DELGADO CONTRERAS Nombre: GENARO ALFREDO JESUS Título: ING CIVIL Grado: MAGISTER Nº Reg. CIP: 020782 Firma:  | Apellidos: MEZA RIVAS Nombre: JORGE LUIS Título: ING CIVIL Grado: MAGISTER Nº Reg. CIP: 32326 Firma:  |

Anexo 5. Autorizaciones para el desarrollo del proyecto de investigación

"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

CONSTANCIA

AUTORIZACION PARA PROYECTO DE INVESTIGACION

La Sra. Carmen Dominga Manzano Mamani con DNI: 01284894 propietaria del predio ubicado en la Manzana 89 Lote 25 del sector Víctor Raúl, Huanchaco.

HACE CONSTAR

Que, mediante este documento, los señores **TORIBIO ARANDA, BILLY SANTOS CON DNI: 18158062 Y RUIZ VÁSQUEZ JHAIR JEHU CON DNI: 70501221 ESTUDIANTES DEL X CICLO DE LA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL, DE LA UNVERSIDAD CESAR VALLEJO:** tienen la **AUTORIZACION Y APROBACION** para que apliquen el proyecto de investigación titulado **"Análisis y diseño estructural con aisladores sísmicos en una edificación multifamiliar de 10 pisos, Trujillo 2024"**

Se expide la presente constancia a solicitud de los interesados para fines Académicos; con el compromiso de aplicar el proyecto en previa coordinación, para cada estudio a realizar.

LA PRESENTE CONSTANCIA NO ES VALIDA PARA TRAMITES JUDICIALES CONTRA EL ESTADO

TRUJILLO, 07 DE MAYO DEL 2024



CARMEN DOMINGA MANZANO MAMANI
DNI: 01284894

Anexo 6. Otras evidencias

Figura 1: Plano de ubicación y localización

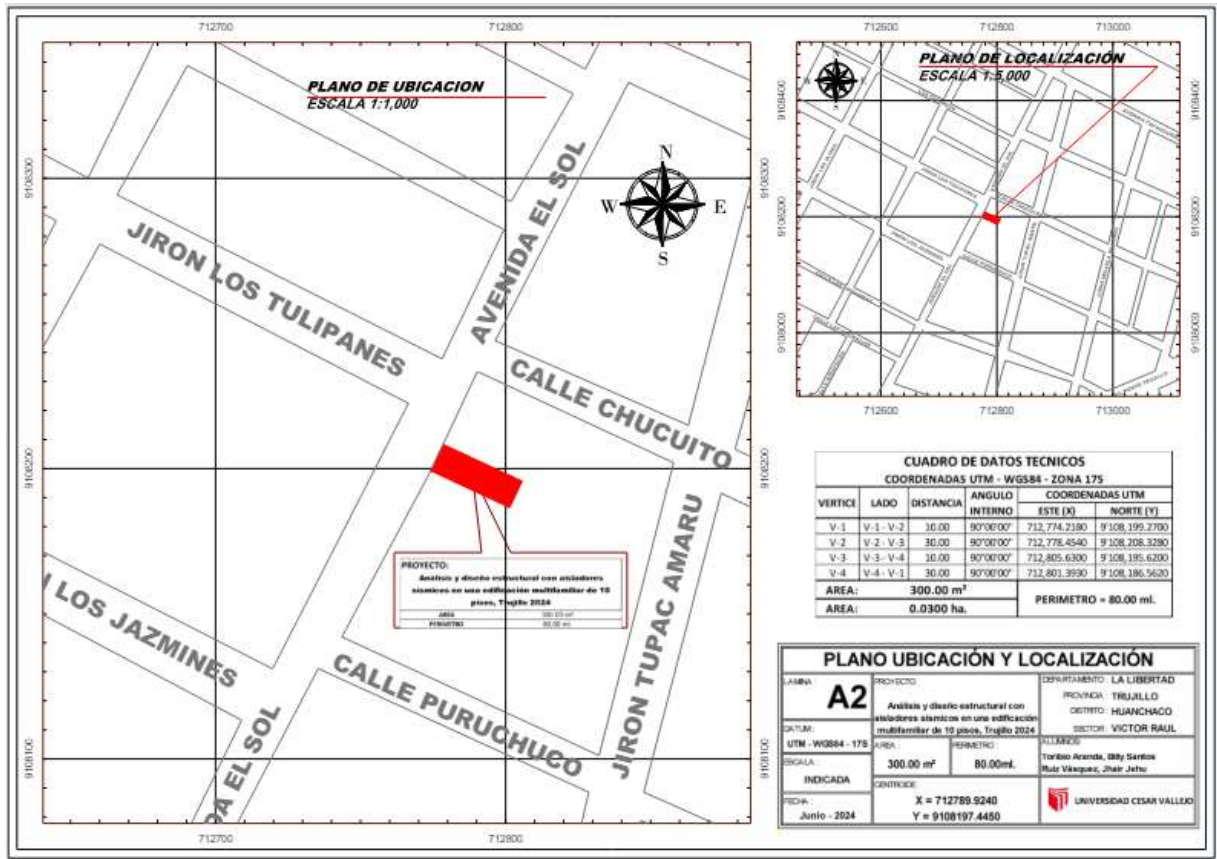


Figura 2: Plano Topográfico

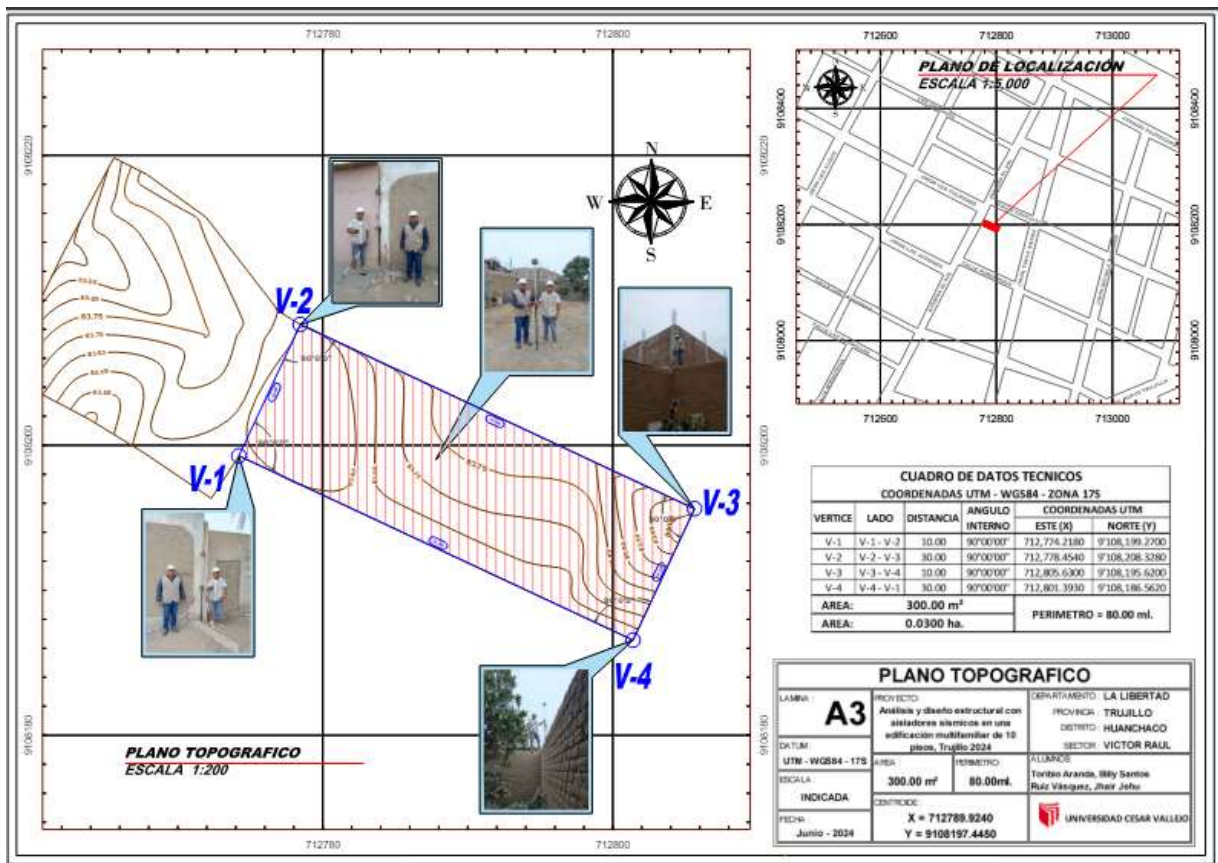


Figura 3: Plano Perimétrico y de Localización

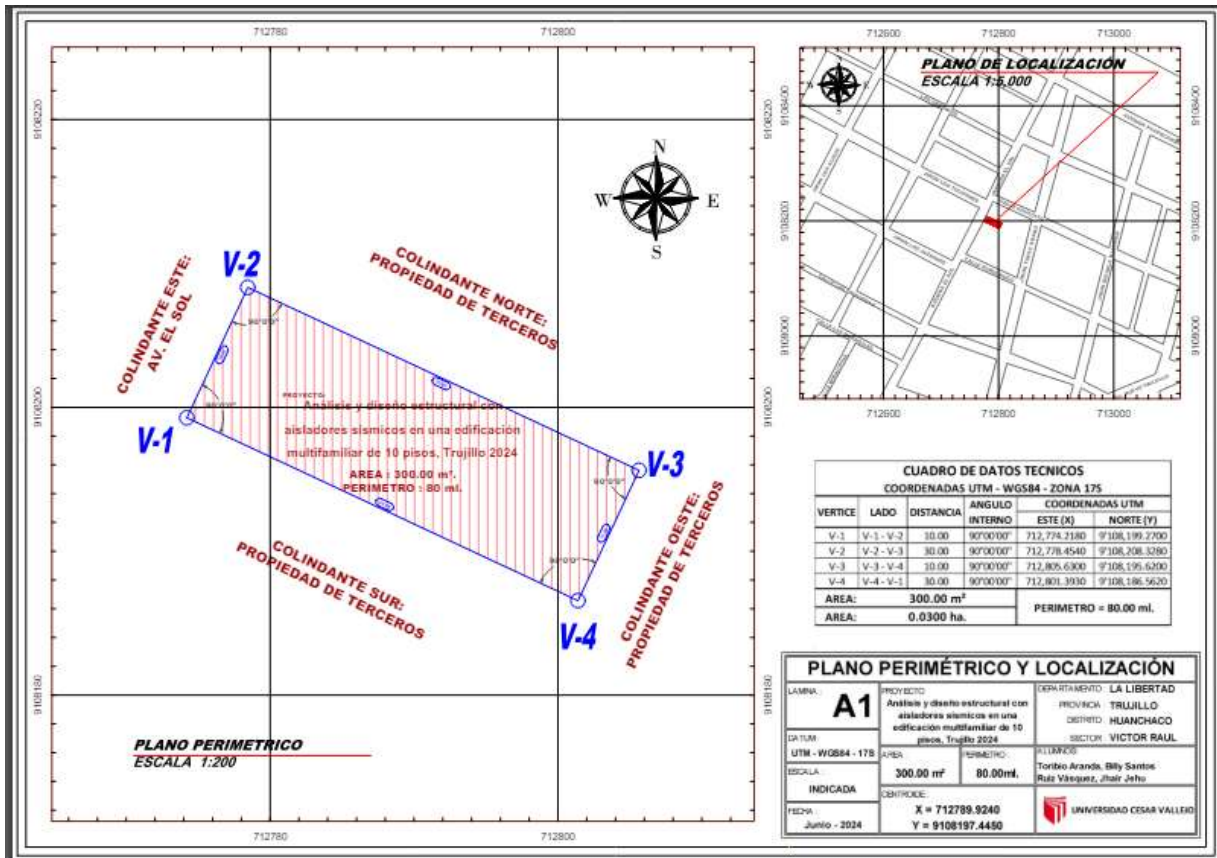


Figura 3: Vista panorámica de la calicata C-1



Figura 4: Vista panorámica de la calicata C-2



Figura 5: Verificando la profundidad de la calicata C-2



Figura 6: Vista panorámica de la calicata C-3



Figura 7: Verificando la profundidad de la calicata C-3



Figura 8: Vista interior de la calicata C-2, evidenciando el perfil estratigráfico



Figura 9: Vista panorámica de la calicata C-3



Figura 12, 13: Ensayo de granulometría



En estas imágenes se aprecia el tamizado #4 para separar el agregado grueso con el fino.

Figura 16, 17: Gravedad específica y de absorción



Figura 18, 19: Limite líquido



Figura 20 y 21: Límite plástico



Figura 22: Planos de Arquitectura (elevación principal)

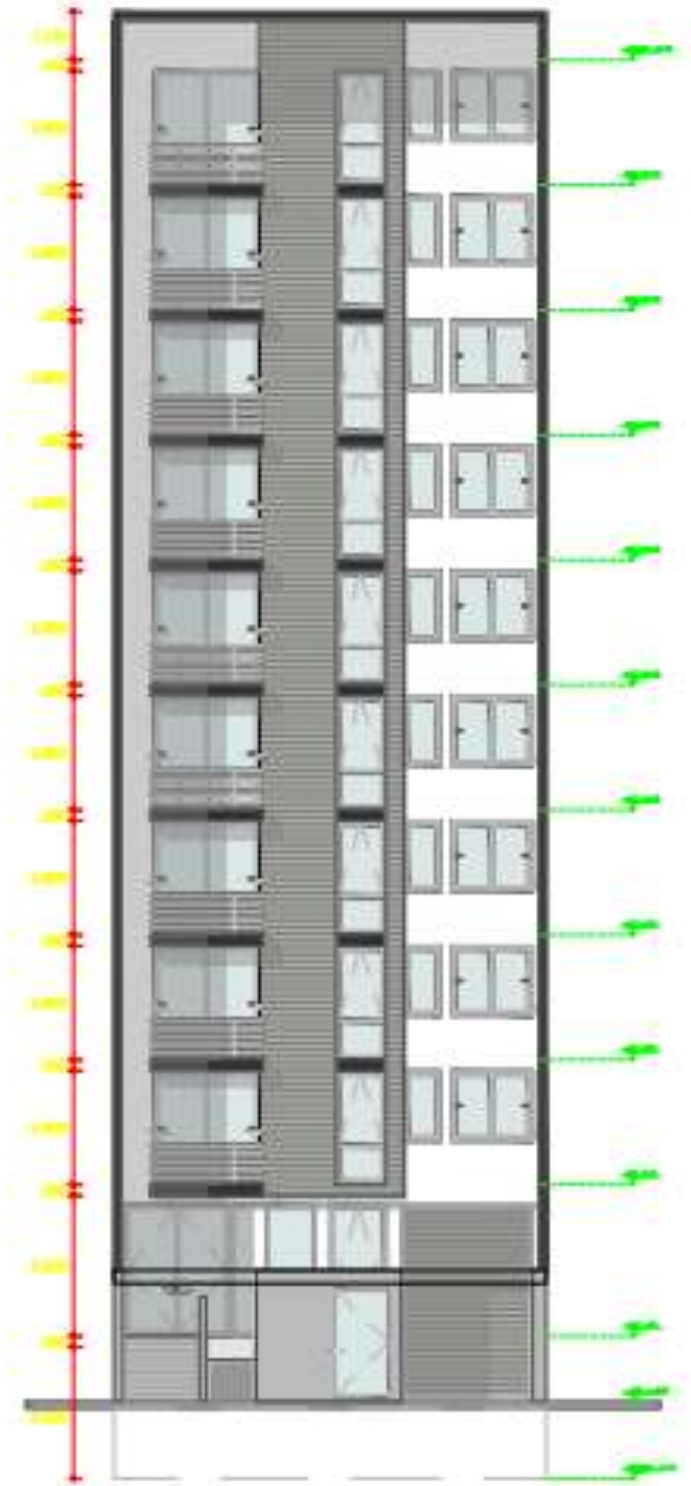
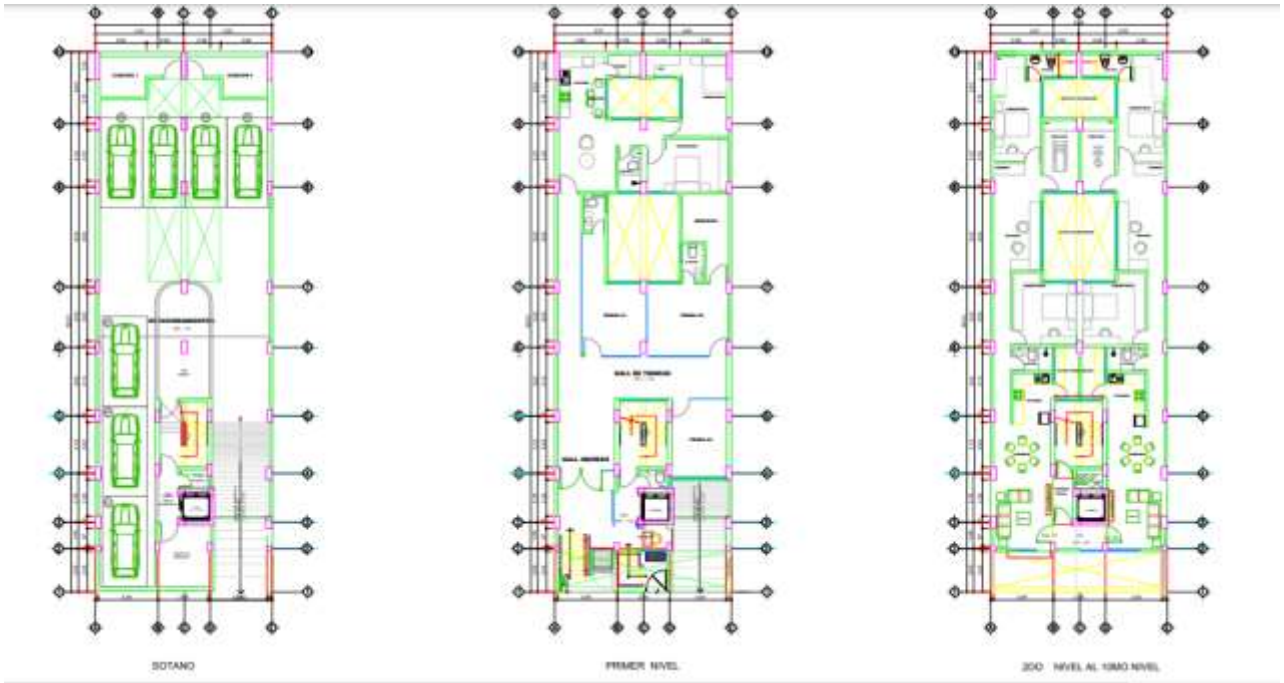


Figura 23: Plano de arquitectura vista en planta



| | | | |
|---|--|---|-------------|
|  | UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO | | JUNIO 2024 |
| | Proyecto de Arquitectura: Análisis y diseño estructural con aisladores sísmicos en una edificación multifamiliar de 10 pisos, Trujillo 2024. | | |
| ESPECIALIDAD: ARQUITECTURA | AUTOR: TORIBIO AVANCA BILLY SANTIAGO RAFAEL VÁSQUEZ JHON JAYO | INSTITUCIÓN: UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO | A-01 |
| TÍTULO: BOCANA | | | |

Fuente: Software AutoCAD.

Figura 25: Plano vista en planta dentro del programa Etabs

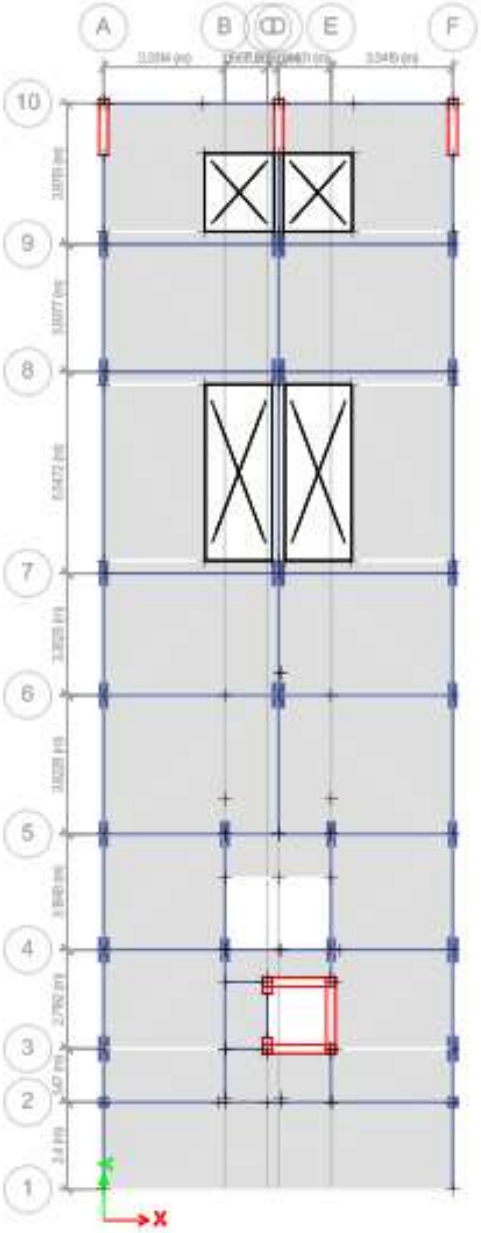


Figura 26: Modelo de edificio multifamiliar de 10 pisos con sótano y sin aisladores

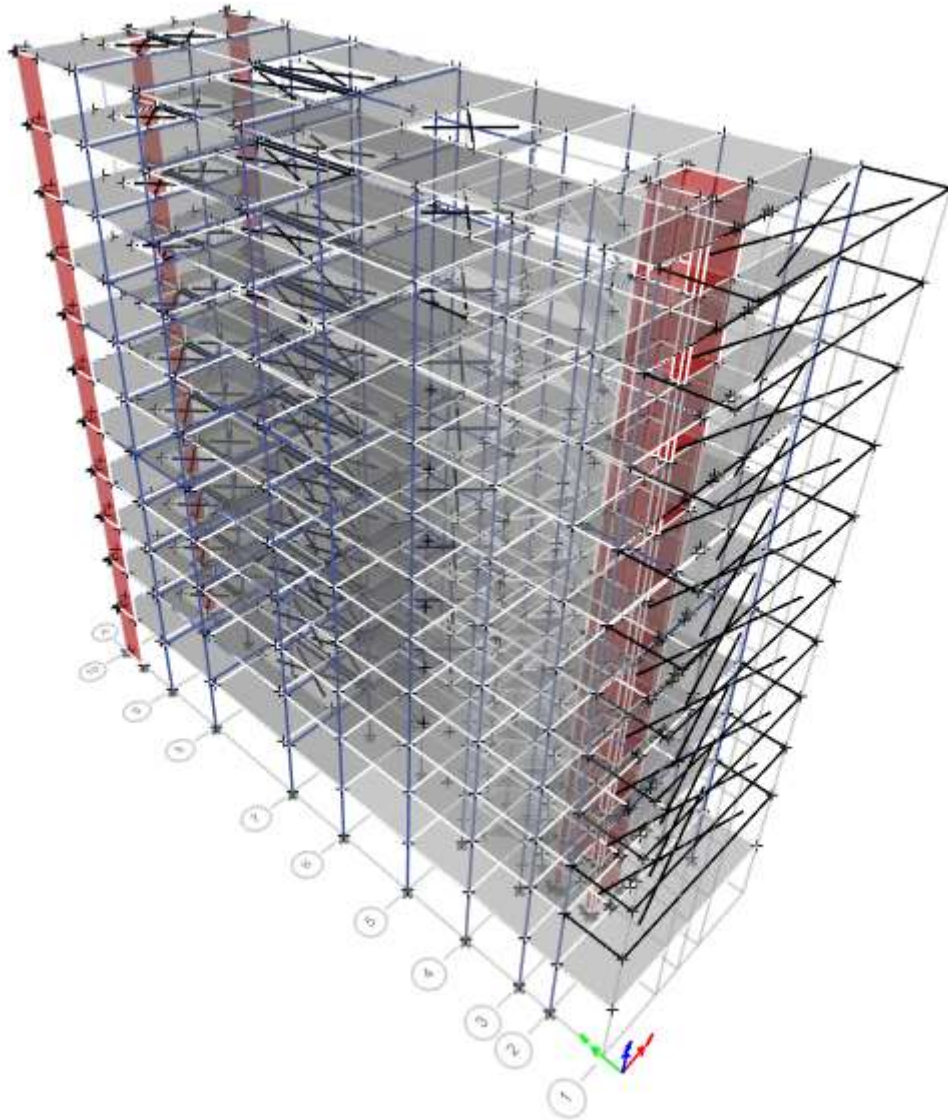


Figura Modelo de estructuración de edificación de 10 pisos en 3D

Fuente: Software Etabs

Figura 27: Modelo de edificio multifamiliar de 10 pisos con sótano y con aisladores

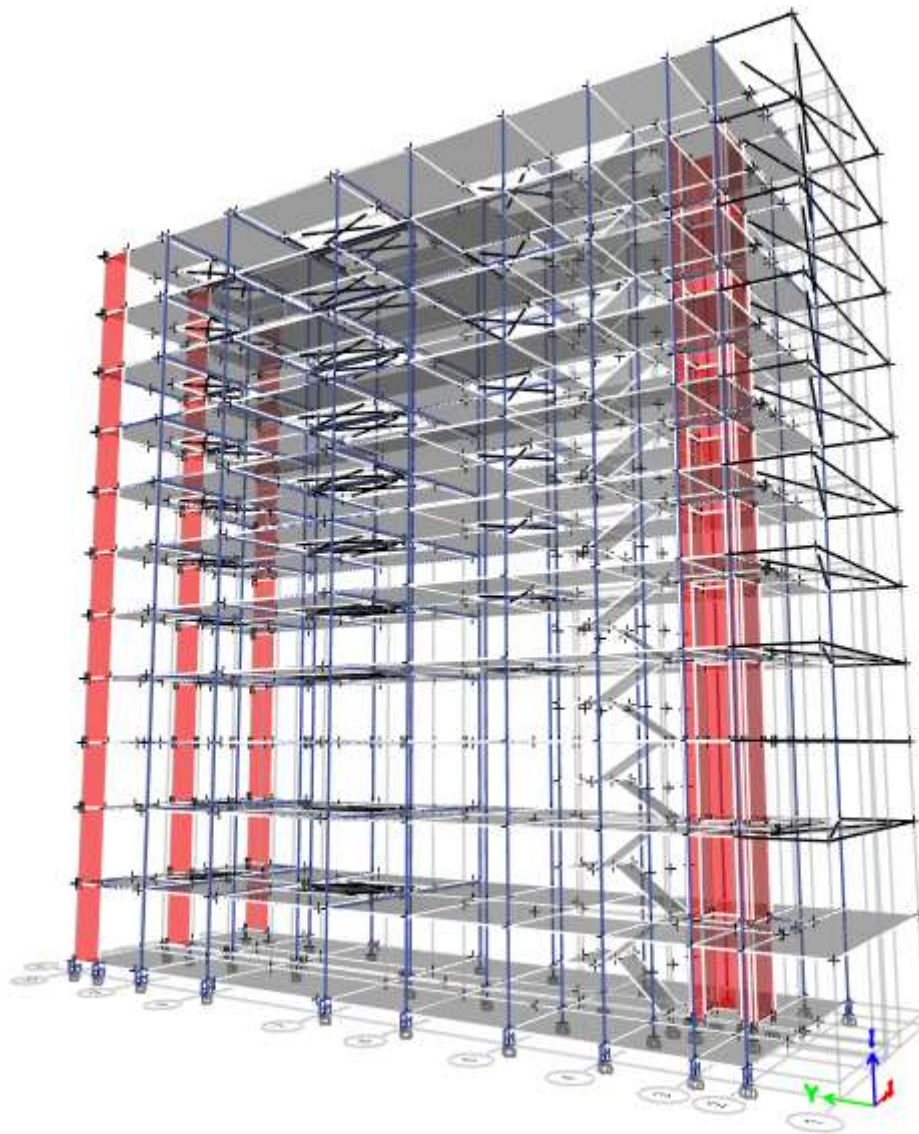
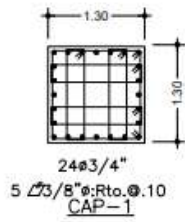
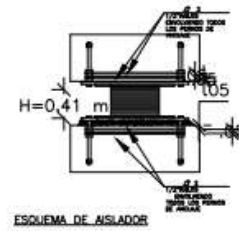
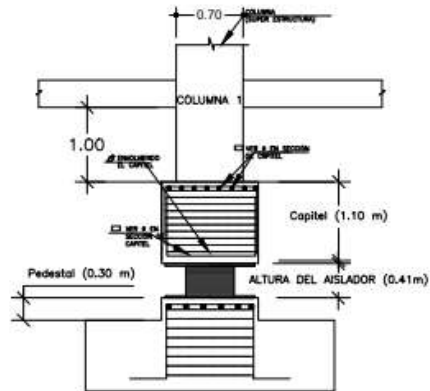


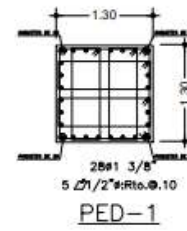
Figura Modelo de estructuración de edificación de 10 pisos en 3D

Fuente: Software Etabs

Detalle del aislador



SECCIONES PARA CAPITELES ($f'_c=350 \text{ kg/cm}^2$)



SECCION PARA PEDESTAL ($f'_c=350 \text{ kg/cm}^2$)

Diseño de aislador HDR

En primera instancia, se calcula la carga axial última de la estructura de 10 pisos, con la siguiente combinación: 1.25 (Carga Muerta) + 1.25 (Carga Viva) + Sismo severo

| Output Case | Case Type | Step Type | FX kN | FY kN | FZ kN | MX kN-m |
|--------------------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|-------------|
| Punto: 1.25 CM + 1.25 CV + S0 SEVERO | Continuo | Max | 5795.4298 | 17227.9788 | 35045.6435 | 295246.1688 |

$$P_a := 35045.6435 \cdot \text{kN}$$

Por lo tanto, para una cantidad de 33 aisladores que serán empleados en la estructura, la carga que debe soportar cada uno es la siguiente:

$$P_{\text{aislador}} := \frac{P_a}{33} = 1061.989 \text{ kN}$$

Seguidamente, se seleccionó un modelo de aislador HDR conforme al catálogo de BRIDSTONE, del cual se obtuvieron los parámetros necesarios para el diseño de los aisladores y que respete la carga mínima que debe soportar:

| Extracto de la revista BRIDGESTONE | |
|------------------------------------|-----------------------|
| Características | Clase de aislador HDR |
| | |
| Carga columna (kN) | 1300 |

Datos iniciales:

Tipo de aislador: $HH060X4S$
 Espesor de una capa de caucho: $tr := 4 \cdot \text{mm}$
 Número de capas de goma: $N_{\text{capas.de.goma}} := 50$
 Altura total de la goma: $hr := 200 \cdot \text{mm}$
 Altura total del aislador: $H := 407.9 \cdot \text{mm}$
 Peso del aislador: $W_{\text{aislador}} := 6.5 \cdot \text{kN}$
 Diámetro exterior del aislador: $Dep := 900 \cdot \text{mm}$
 Área efectiva en el plano: $A_{ep} := 282600 \cdot \text{mm}^2$

Módulo de corte de la goma: $Gr := 0.392 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

Factor de corrección del módulo de Young por rugosidad: $k := 1.00$

Módulo de Young: $E := 6.20 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

Módulo volumétrico: $Em := 1300 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

Diámetro del núcleo de plomo del aislador: $D_n := 15 \cdot \text{mm}$

Diseño de aisladores:

1ro. Se calculó la ordenada del espectro elástico de pseudo aceleraciones correspondiente al sismo máximo (SaM), con la siguiente fórmula y datos:

Donde:

Z: Factor de zonificación, en función de la gravedad. $Z := 0.45$

U: Factor de uso o importancia $U := 1$

S: Factor de suelo. (S1) $S := 1$

C: Factor de amplificación sísmica.

Se aplica lo siguiente en base a la norma E.031 Aislamiento sísmico

$$T < 0,2 T_P \rightarrow C = 1 + 7,5 \cdot \left(\frac{T}{T_P}\right)$$

$$0,2 T_P < T < T_P \rightarrow C = 2,5$$

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

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

Para un periodo aislado se tiene:

Parámetros de la norma E.030:

$$T_{basefija} := 0.791 \cdot s$$

$$T_P := 0.6 \cdot s$$

$$T_{aislado} := T_{basefija} \cdot 3 = 2.373 \cdot s$$

$$T_L := 2 \cdot s$$

$$T_{aislado} := 2.5 \cdot s$$

Entonces:

$$C := 2.5 \cdot \left(\frac{T_P}{T_{aislado}}\right) = 0.6$$

La fórmula usada es:

$$S_{aM} := 1.5 \cdot Z \cdot U \cdot C \cdot S$$

Entonces se tiene:

$$S_{aM} = 0.405$$

2do. Se estableció un periodo objetivo: T aislado (donde: T base aislada > 3 * T base fija) y una razón amortiguamiento efectivo del sistema de aislamiento β M.

$$T_{aislado} = 2.5 \cdot s$$

$\beta := 20\%$ nos da un factor de amortiguamiento igual a: $B := 1.5$

| Tabla N° 5 Factor de amortiguamiento B_M | |
|---|--------------|
| Amortiguamiento Efectivo, β_N (En porcentaje del amortiguamiento crítico) a,b | Factor B_M |
| ≤ 2 | 0,8 |
| 5 | 1,0 |
| 10 | 1,2 |
| 20 | 1,5 |
| 30 | 1,7 |
| ≥ 40 | 1,9 |

3ero. Se calculó el desplazamiento máximo para el sistema aislado (DM), tal como lo indica la Norma Técnica Peruana E.031:

$$D_M := \frac{g \cdot S_{aM} \cdot T_{aislado}^2}{4 \cdot \pi^2 \cdot B} = 0.419 \text{ m}$$

4to. Con ello se calculó el desplazamiento total máximo para el sistema aislado (DTM), tal como lo indica la Norma Técnica Peruana E.031:

$$b := 10 \text{ m} \quad d := 30 \text{ m} \quad y := \frac{b}{2} = 5 \text{ m} \quad X := \frac{d}{2} = 15 \text{ m}$$

$$r_a := \frac{1}{12} \sqrt{b^2 + d^2} = 2.635 \text{ m} \quad Y := \frac{b}{2} = 5 \text{ m} \quad N_{aislador} := 33$$

$$P_T := \frac{1}{r_a} \cdot \sqrt{\frac{(X^2 + y^2)}{N_{aislador}}} = 1.044 \quad e := 5\% \cdot d = 1.5 \text{ m}$$

$$D_{TM} := D_M \cdot \left(1 + \left(\frac{y}{P_T} \right)^2 \cdot \frac{12 \cdot e}{b^2 + d^2} \right) = 0.454 \text{ m}$$

Además, el desplazamiento total no será menor que:

$$D_{TM} > 1.15 \cdot D_M \quad \text{CUMPLE}$$

5to. Se realizó la comprobación por deformación por corte, para el prototipo escogido de aislador:

- Deformación por corte:

$$\gamma_D := \frac{D_{TM}}{hr} = 2.269$$

$$\text{Donde: } \gamma_D \leq 2.5 \quad \text{CUMPLE}$$

- Deformación por corte debido a la compresión:

$$\gamma_C := \frac{6 \cdot P_{s.total.aislador} \cdot S}{E_C \cdot A_R}$$

Donde:

S: Factor de forma del aislador. $A_{goma} := Aep$

$$Sa := \frac{A_{goma}}{\pi \cdot Dep \cdot tr} = 24.987$$

Eo: Módulo de elasticidad. $f := 4$

$$E_o := f \cdot Gr = 1568 \frac{kN}{m^2}$$

Ec: Módulo de compresión.

$$E_c := E_o \cdot (1 + 2 \cdot k \cdot Sa^2) = 1959581.231 \frac{kN}{m^2}$$

AR: Área reducida.

$$A_R := Aep \cdot 2 \cdot \frac{Dep^2 \cdot \arcsin\left(\frac{\sqrt{Dep^2 - D_{TM}^2}}{Dep}\right) - D_{TM} \cdot \sqrt{Dep^2 - D_{TM}^2}}{\pi \cdot Dep^2}$$

$$A_R = 109194.89 \text{ mm}^2$$

$$P_{s.total.aislador} := W_{aislador} \cdot N_{aislador}$$

Entonces:

$$P_{s.total.aislador} = 214.5 \text{ kN}$$

$$\gamma_C := \frac{6 P_{s.total.aislador} \cdot Sa}{E_c \cdot A_R} = 0.15029$$

- Deformación por corte debido a deformación angular:

Recomendación de la Norma Técnica Peruana E.031 $\theta := 0.003 \cdot rad$

Donde:

De: Diámetro del aislador sin contar la cobertura de caucho exterior, según la Norma E.031 de Aislador sísmico:

$$De := \sqrt{\frac{4 \cdot Aep}{\pi}} = 0.6 \text{ m}$$

Entonces:

$$\gamma_\theta := \frac{0.375 \cdot De^2 \cdot \theta}{tr \cdot hr} = 0.506$$

- Deformación total por corte:

$$\gamma := \gamma_D + \gamma_C + 0.5 \cdot \gamma_\theta = 2.672$$

Donde: $\gamma \leq 6$

CUMPLE

Por lo tanto el aislador seleccionado cumple.

6to. Se determinó la rigidez vertical efectiva del sistema de aislamiento (K_v), con la siguiente expresión:

$$K_v := E_c \cdot \frac{A_{ep}}{h_r \cdot 4} = 692222.07 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

7mo. Se determinó el amortiguamiento efectivo del sistema de aislamiento (C_v), con la siguiente expresión:

$$P_a = 35045.644 \text{ kN}$$

$$C_v := 2.5\% \cdot \sqrt{K_v \cdot \frac{P_a}{g}} = 1243.424 \text{ kN} \cdot \frac{\text{s}}{\text{m}}$$

8vo. Deformación por corte tomando en cuenta el DM

$$\gamma_c := \frac{D_M}{h_r} = 2.096 \text{ } 209.6\%$$

9no. Se determinó la rigidez efectiva del sistema de aislamiento (K_{eq}), con la siguiente:

Donde:

Geq: Factor de corte.

$$G_{eq} := (0.054 \cdot \gamma_c^4 - 0.416 \cdot \gamma_c^3 + 1.192 \cdot \gamma_c^2 - 1.583 \cdot \gamma_c + 1.145) \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 0.275 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Ag: Área de la goma

$$A_g := A_{ep} = 0.283 \text{ m}^2$$

Entonces:

$$K_{eq} := \left(\frac{G_{eq} \cdot A_g}{h_r} \right) \cdot \gamma_\theta = 196.879 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

10mo. Se determinó la resistencia característica del sistema de aislamiento (Qd), con lo siguiente:

Donde:

u= Factor de corrección a la rigidez post - fluencia.

$$u := -0.0132 \cdot \gamma_c^3 + 0.0401 \cdot \gamma_c^2 - 0.0190 \cdot \gamma_c + 0.4001 = 0.415$$

Entonces:

$$Q_d := u \cdot K_{eq} \cdot hr \cdot \gamma_c = 34.241 \text{ kN}$$

11vo. Se determinó el amortiguamiento efectivo (Aeff), con lo siguiente:

$$K_d := \frac{\pi}{4} \cdot \frac{(DeP^2 - D_n^2)}{H} \cdot Gr$$

$$K_d = 611.205 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Donde:

Heq: Relación de amortiguamiento equivalente.

$$H_{eq} := \frac{2}{\pi} \cdot \frac{Q_d \cdot \left(\gamma_c \cdot hr - \frac{Q_d}{(\beta-1) \cdot K_d} \right)}{K_{eq} \cdot (\gamma_c \cdot hr)^2} = 0.308$$

Δw: Energía por ciclo.

$$\Delta_W := (2 \cdot \pi \cdot K_{eq} \cdot H_{eq} \cdot D_M^2) = 67004.231 \text{ kN} \cdot \text{mm}$$

MS: Masa sísmica total.

$$P_{total} := P_a$$

$$M_S := \frac{P_{total}}{g} = 3573.661 \frac{\text{kN} \cdot \text{s}^2}{\text{m}}$$

MS.aislador: Masa sísmica total por aislador

$$M_{aislador} := \frac{M_S}{N_{aislador}} = 108.293 \frac{\text{s}^2}{\text{m}} \cdot \text{kN}$$

Tef: Periodo efectivo.

$$T_{ef} := 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{M_{aislador}}{K_{eq}}} = 4.66 \text{ s}$$

Siendo menor, se considera:

Entonces:

$$A_{eff} := \frac{\Delta_W \cdot T_{ef}}{2 \cdot \pi^2 \cdot D_M^2} = 90.021 \frac{\text{s}}{\text{m}} \cdot \text{kN}$$

12vo. Se determinó la rigidez inicial (K1), con lo siguiente:

Donde:

Kd: Rigidez post-fluencia.

$$Kd := K_{eq} \cdot (1 - u) = 115.194 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Entonces:

$$K1 := 10 \cdot Kd = 1151.943 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

13vo. Se determinó el desplazamiento de fluencia (Dy), con la siguiente fórmula:

$$Dy := \frac{Q_d}{(K1 - Kd)} = 33.03 \text{ mm}$$

14vo. Se calculó el esfuerzo de fluencia (fy), con la siguiente formula:

$$f_y := Q_d + (Kd \cdot Dy) = 38.045 \text{ kN}$$

15vo. Finalmente se calculó la relación de a la rigidez post fluencia, con la siguiente fórmula:

$$\frac{Kd}{K1} = 0.1$$

Resumen de las propiedades del aislador que seran insertados en ETABS v20

| Parámetro | Magnitud | Unidad |
|---|-----------|--------|
| Masa Aislador | 0.66 | Ton |
| Peso Aislador | 6.5 | kN |
| Rigidez efectiva (Keq) | 196.879 | kN/m |
| Amort. Efectivo (Aeff) | 90.021 | kN*s/m |
| Rigidez efectiva vertical (Kv) | 692222.07 | kN/m |
| Amort. Efectivo vertical (Cv) | 1243.424 | kN*s/m |
| Rigidez Inicial (K1) | 1151.943 | kN/m |
| Resistencia a la fluencia (fy) | 38.045 | kN |
| Relación a la rigidez post fluencia (Kd/K1) | 0.1 | |

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D 422 (MTC E 107)

Proyecto : ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL CON AISLADORES SISMICOS EN UNA EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR DE 10 PISOS, TRUJILLO 2024
Solicitante : BILLY TORIBIO ARANDA
 JHAIR RUIZ VASQUEZ
Ubicación : DISTRITO DE HUANCHACO - PROVINCIA DE TRUJILLO - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD
Fecha : TRUJILLO, MAYO DEL 2024
Tipo de suelo : Grava Uniforme (GP)
Calicata : C 01 - M2

Peso de muestra seca : 3500.0
 Peso de muestra lavada : 131.6

| Tamices ASTM | Abertura en mm. | Peso Retenido | %Retenido Parcial | %Retenido Acumulado | % que Pasa | Límites e Índices de Consistencia |
|--------------|-----------------|---------------|-------------------|---------------------|------------|-----------------------------------|
| 3" | 76.200 | 12.50 | 0.4 | 0.4 | 99.64 | L. Líquido : 24.55 |
| 2 1/2" | 63.500 | 21.60 | 0.6 | 1.0 | 99.03 | L. Plástico : 0.00 |
| 2" | 50.800 | 35.10 | 1.0 | 2.0 | 98.02 | Ind. Plástico : 0.00 |
| 1 1/2" | 38.100 | 46.90 | 1.3 | 3.3 | 96.68 | Clas. SUCS : GP |
| 1" | 25.400 | 51.20 | 1.5 | 4.8 | 95.22 | Clas. AASHTO : A-1-a (0) |
| 3/4" | 19.050 | 84.60 | 2.4 | 7.2 | 92.80 | |
| 1/2" | 12.700 | 1215.54 | 34.7 | 41.9 | 58.07 | |
| 3/8" | 9.525 | 625.13 | 17.9 | 59.8 | 40.21 | |
| Nº4 | 4.760 | 521.84 | 14.9 | 74.7 | 25.30 | |
| Nº8 | 2.380 | 421.58 | 12.0 | 86.7 | 13.26 | |
| Nº10 | 2.000 | 8.94 | 0.3 | 87.0 | 13.00 | |
| Nº16 | 1.190 | 54.25 | 1.6 | 88.5 | 11.45 | |
| Nº30 | 0.590 | 21.36 | 0.6 | 89.2 | 10.84 | |
| Nº40 | 0.420 | 24.59 | 0.7 | 89.9 | 10.14 | |
| Nº50 | 0.300 | 45.18 | 1.3 | 91.2 | 8.85 | |
| Nº100 | 0.149 | 52.81 | 1.5 | 92.7 | 7.34 | |
| Nº200 | 0.074 | 125.30 | 3.6 | 96.2 | 3.76 | |
| < Nº200 | | 131.58 | 3.8 | 100.0 | 0.00 | |
| Total | | 3500.00 | | | | |




 Luis D. Gallardo
 GERENTE GENERAL
 INGEMAT GALLARDO S.A.C.


 Ing. Liseth M. Chirinos Vasquez
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP. 315882

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318 (MTC E 110 - MTC E 111)

Proyecto : ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL CON AISLADORES SISMICOS EN UNA EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR DE 10 PISOS, TRUJILLO 2024
Solicitante : BILLY TORIBIO ARANDA
 JHAIR RUIZ VASQUEZ
Ubicación : DISTRITO DE HUANCHACO - PROVINCIA DE TRUJILLO - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD
Fecha : TRUJILLO, MAYO DEL 2024
Tipo de suelo : Grava Uniforme (GP)
Calicata : C 01 - M2

| Muestra | Límite Líquido (%) | | | Límite Plástico (%) | | | |
|----------------------------|--------------------|-------|-------|---------------------|--|--|--|
| | M-1 | M-2 | M-3 | | | | |
| Tara + suelo húmedo (g) | 32.70 | 36.42 | 35.12 | | | | |
| Tara + suelo seco (g) | 28.10 | 32.90 | 33.60 | | | | |
| Agua (g) | 4.60 | 3.52 | 1.52 | | | | |
| Peso de la tara (g) | 15.94 | 19.79 | 23.44 | | | | |
| % Humedad | 37.83 | 26.85 | 14.96 | | | | |
| No de golpes | 15 | 23 | 36 | | | | |
| Límites (%) | 24.55 | | | | | | |
| Índice Plástico (%) | | | | | | | |



LÍMITE LÍQUIDO : 24.55
LÍMITE PLÁSTICO : 0.00
ÍNDICE PLÁSTICO : 0.00


 Luis D. Gallardo Murga
 GERENTE GENERAL
 INGEMAT GALLARDO S.A.C.


 Ing. Liseth M. Chirnes Vasquez
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP 315482



DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO ASTM D 2216 (MTC E 108)

| | |
|---------------|---|
| Proyecto | : ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL CON AISLADORES SÍSMICOS EN UNA EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR DE 10 PISOS, TRUJILLO 2024 |
| Solicitante | : BILLY TORIBIO ARANDA JHAIR RUIZ VASQUEZ |
| Ubicación | : DISTRITO DE HUANCHACO - PROVINCIA DE TRUJILLO - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD |
| Fecha | : TRUJILLO, MAYO DEL 2024 |
| Tipo de suelo | : Grava Uniforme (GP) |
| Calicata | : C 01 - M2 |

| Descripción | M-1 | M-2 | M-3 |
|--|--------------|--------|--------|
| Peso de la muestra con recipiente de secado (g) | 127.25 | 117.61 | 130.37 |
| Peso de la muestra seca con recipiente de secado (g) | 122.48 | 113.48 | 125.36 |
| Peso del agua (g) | 4.77 | 4.13 | 5.01 |
| Peso del recipiente de secado (g) | 40.89 | 41.92 | 41.89 |
| Peso de la muestra seca (g) | 81.59 | 71.56 | 83.47 |
| Humedad (%) | 5.85% | 5.77% | 6.00% |
| Humedad Promedio (%) | 5.87% | | |



Luis D. Gallardo Murga
Luis D. Gallardo Murga
GERENTE GENERAL
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

Liseth M. Chirines Vasquez
Ing. Liseth M. Chirines Vasquez
JEFE DE LABORATORIO
CIP 315442

GRAVEDAD ESPECIFICA DE SOLIDOS ASTM D 854 (MTC E 113)

| | |
|---------------|---|
| Proyecto | : ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL CON AISLADORES SÍSMICOS EN UNA EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR DE 10 PISOS, TRUJILLO 2024 |
| Solicitante | : BILLY TORIBIO ARANDA JHAIR RUIZ VASQUEZ |
| Ubicación | : DISTRITO DE HUANCHACO - PROVINCIA DE TRUJILLO - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD |
| Fecha | : TRUJILLO, MAYO DEL 2024 |
| Tipo de suelo | : Grava Uniforme (GP) |
| Calicata | : C 01 - M2 |

| Descripción | Unidad | Valor |
|--|-------------------------|--------------|
| Picnómetro | Nº | 1 |
| Capacidad del picnómetro | cm ³ | 500.00 |
| Peso del picnómetro | g | 156.18 |
| Peso del picnómetro + suelo seco | g | 217.50 |
| Peso del suelo seco | g | 61.32 |
| Peso del picnómetro + suelo + agua | g | 676.85 |
| Peso del picnómetro+ agua a C.T. | g | 638.74 |
| Peso del picnómetro+ agua a Temp. Ensayo | g | 638.57 |
| Temperatura del ensayo | ° C | 20.50 |
| Gravedad específica a Temp. ensayo | g/cm ³ | 2.661 |
| Coefficiente de Temperatura (K) | --- | 0.99989 |
| Gravedad específica a 20 °C | g/cm³ | 2.661 |




Luis D. Gallardo Murga
GERENTE GENERAL
INGEMAT GALLARDO S.A.C.


Ing. Liseth M. Chirines Vasquez
JEFE DE LABORATORIO
CIP 315442

ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO ASTM D 1889 / ASTM D 516 / ASTM D 512

| | |
|---------------|---|
| Proyecto | : ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL CON AISLADORES SÍSMICOS EN UNA EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR DE 10 PISOS, TRUJILLO 2024 |
| Solicitante | : BILLY TORIBIO ARANDA JHAIR RUIZ VASQUEZ |
| Ubicación | : DISTRITO DE HUANCHACO - PROVINCIA DE TRUJILLO - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD |
| Fecha | : TRUJILLO, MAYO DEL 2024 |
| Tipo de suelo | : Grava Uniforme (GP) |
| Calicata | : C 01 - M2 |

ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO (ppm)

| Item | Muestra | Sales Solubles Totales (ppm) | Cl ⁻ (ppm) | SO ₄ ⁻ (ppm) |
|-------------|---------|------------------------------|-----------------------|------------------------------------|
| : C 01 - M2 | GP | 745.7 | 105.9 | 89.4 |

ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO (%)

| Item | Muestra | Sales Solubles Totales (%) | Cl ⁻ (%) | SO ₄ ⁻ (%) |
|-------------|---------|----------------------------|---------------------|----------------------------------|
| : C 01 - M2 | GP | 0.07 | 0.01 | 0.01 |




Luis D. Gallardo Murga
Luis D. Gallardo Murga
GERENTE GENERAL
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

Liseth M. Chirinos Vasquez
Ing. Liseth M. Chirinos Vasquez
JEFE DE LABORATORIO
CIP 315442

REGISTRO DE SONDAJE (PERFIL ESTATIGRAFICO DEL TERRENO)

Proyecto : ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL CON AISLADORES SISMICOS EN UNA EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR DE 10 PISOS, TRUJILLO 2024
Solicitante : BILLY TORIBIO ARANDA
 JHAIR RUIZ VASQUEZ
Ubicación : DISTRITO DE HUANCHACO - PROVINCIA DE TRUJILLO - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD
Fecha : TRUJILLO, MAYO DEL 2024
Tipo de suelo : Grava Uniforme (GP)

CALICATA C-01

| ESCALA | PROF. (m) | ESPESOR (m) | DESCRIPCIÓN | SUCS | GRÁFICA | OBSERVACIÓN |
|--------|-----------|-------------|--|------|--|----------------------------|
| 10 cm | 0.40 | 0.40 | Material No Controlado tipo desmonte mezclado con tierra de cultivo, plantas, raíces secas, y desechos. | - | | |
| 20 cm | | | | | | |
| 30 cm | | | | | | |
| 40 cm | | | | | | |
| 50 cm | -3.00 | 2.60 | Grava Uniforme (GP) con estructura semi compacta, color beige oscuro, con un índice de plasticidad igual a 0.00%, una humedad igual a 5.87% y una gravedad específica igual a 2.661 g/cm ³ . Se evidencian presencia de bolsonería | GP |  | Excavación a Cielo Abierto |
| 60 cm | | | | | | |
| 70 cm | | | | | | |
| 80 cm | | | | | | |
| 90 cm | | | | | | |
| 100 cm | | | | | | |
| 110 cm | | | | | | |
| 120 cm | | | | | | |
| 130 cm | | | | | | |
| 140 cm | | | | | | |
| 150 cm | | | | | | |
| 160 cm | | | | | | |
| 170 cm | | | | | | |
| 180 cm | | | | | | |
| 190 cm | | | | | | |
| 200 cm | | | | | | |
| 210 cm | | | | | | |
| 220 cm | | | | | | |
| 230 cm | | | | | | |
| 240 cm | | | | | | |
| 250 cm | | | | | | |
| 260 cm | | | | | | |
| 270 cm | | | | | | |
| 280 cm | | | | | | |
| 290 cm | | | | | | |
| 300 cm | | | | | | |
| 310 cm | | | CONTINÚA Grava Uniforme (GP) | | | |
| 320 cm | | | | | | |
| 330 cm | | | | | | |
| 340 cm | | | | | | |
| 350 cm | | | | | | |
| 360 cm | | | | | | |
| 370 cm | | | | | | |
| 380 cm | | | | | | |
| 390 cm | | | | | | |
| 400 cm | | | | | | |



Luis D. Gallardo Murga
 Luis D. Gallardo Murga
 GERENTE GENERAL
 INGEMAT GALLARDO S.A.C.

Liseth M. Chirinos Vasquez
 Ing. Liseth M. Chirinos Vasquez
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP 315402

ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D 422 (MTC E 107)

Proyecto : ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL CON AISLADORES SISMICOS EN UNA EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR DE 10 PISOS, TRUJILLO 2024
Solicitante : BILLY TORIBIO ARANDA
 JHAIR RUIZ VASQUEZ
Ubicación : DISTRITO DE HUANCHACO - PROVINCIA DE TRUJILLO - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD
Fecha : TRUJILLO, MAYO DEL 2024
Tipo de suelo : Grava Uniforme (GP)
Calicata : C 02 - M2

Peso de muestra seca : 3600.0
 Peso de muestra lavada : 106.7

| Tamices ASTM | Abertura en mm. | Peso Retenido | %Retenido Parcial | %Retenido Acumulado | % que Pasa | Límites e Indices de Consistencia |
|--------------|-----------------|---------------|-------------------|---------------------|------------|-----------------------------------|
| 3" | 76.200 | 15.20 | 0.4 | 0.4 | 99.58 | L. Líquido : 23.31 |
| 2 1/2" | 63.500 | 25.60 | 0.7 | 1.1 | 98.87 | L. Plástico : 0.00 |
| 2" | 50.600 | 40.80 | 1.1 | 2.3 | 97.73 | Ind. Plástico : 0.00 |
| 1 1/2" | 38.100 | 51.40 | 1.4 | 3.7 | 96.31 | Clas. SUCS : GP |
| 1" | 25.400 | 60.20 | 1.7 | 5.4 | 94.63 | Clas. AASHTO : A-1-a (0) |
| 3/4" | 19.050 | 102.80 | 2.9 | 8.2 | 91.78 | |
| 1/2" | 12.700 | 1041.30 | 28.9 | 37.1 | 62.85 | |
| 3/8" | 9.525 | 714.80 | 19.9 | 57.0 | 43.00 | |
| Nº4 | 4.760 | 642.51 | 17.8 | 74.9 | 25.15 | |
| Nº8 | 2.380 | 532.16 | 14.8 | 89.6 | 10.37 | |
| Nº10 | 2.000 | 14.52 | 0.4 | 90.0 | 9.96 | |
| Nº16 | 1.190 | 61.38 | 1.7 | 91.7 | 8.26 | |
| Nº30 | 0.590 | 31.42 | 0.9 | 92.6 | 7.39 | |
| Nº40 | 0.420 | 20.31 | 0.6 | 93.2 | 6.82 | |
| Nº50 | 0.300 | 51.97 | 1.4 | 94.6 | 5.38 | |
| Nº100 | 0.149 | 62.58 | 1.7 | 96.4 | 3.64 | |
| Nº200 | 0.074 | 24.36 | 0.7 | 97.0 | 2.96 | |
| < Nº200 | | 106.69 | 3.0 | 100.0 | 0.00 | |
| Total | | 3600.00 | | | | |



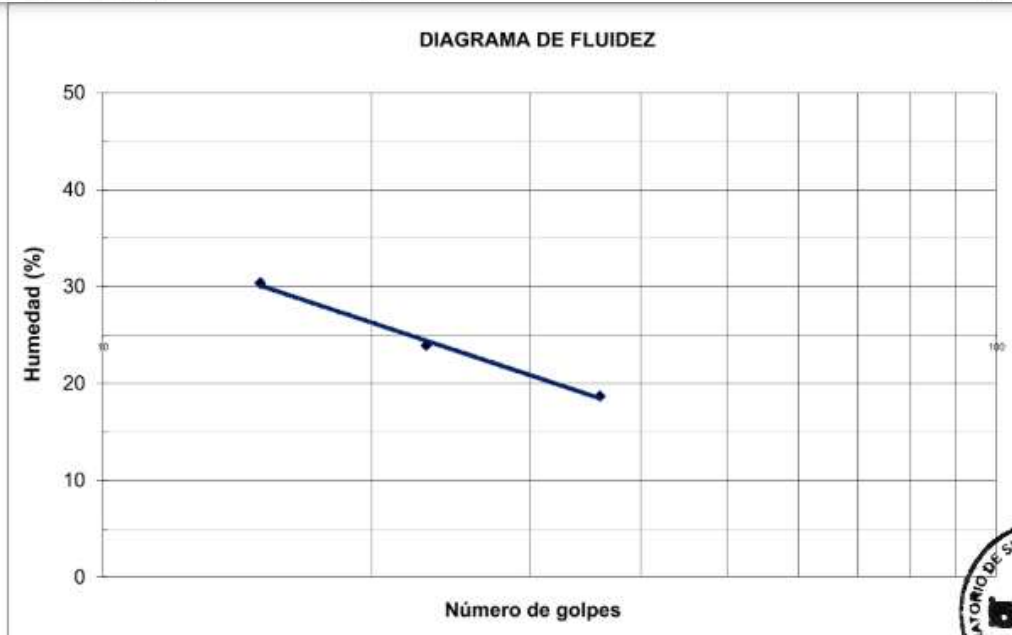

 Luis D. Gallardo Murga
 GERENTE GENERAL
 INGEMAT GALLARDO S.A.C.


 Ing. Liseth M. Chirines Vasquez
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP. 315802

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318 (MTC E 110 - MTC E 111)

Proyecto : ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL CON AISLADORES SÍSMICOS EN UNA EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR DE 10 PISOS, TRUJILLO 2024
Solicitante : BILLY TORIBIO ARANDA
 JHAIR RUIZ VASQUEZ
Ubicación : DISTRITO DE HUANCHACO - PROVINCIA DE TRUJILLO - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD
Fecha : TRUJILLO, MAYO DEL 2024
Tipo de suelo : Grava Uniforme (GP)
Calicata : C 02 - M2

| Muestra | Límite Líquido (%) | | | Límite Plástico (%) | | |
|-------------------------|--------------------|-------|-------|---------------------|--|--|
| | M-1 | M-2 | M-3 | | | |
| Tara + suelo húmedo (g) | 36.58 | 35.64 | 35.36 | | | |
| Tara + suelo seco (g) | 33.18 | 32.83 | 33.34 | | | |
| Agua (g) | 3.40 | 2.81 | 2.02 | | | |
| Peso de la tara (g) | 21.98 | 21.08 | 22.54 | | | |
| % Humedad | 30.36 | 23.91 | 18.70 | | | |
| No de golpes | 15 | 23 | 36 | | | |
| Límites (%) | 23.31 | | | | | |
| Índice Plástico (%) | | | | | | |



LÍMITE LÍQUIDO : 23.31
LÍMITE PLÁSTICO : 0.00
ÍNDICE PLÁSTICO : 0.00


 Luis D. Gallardo Murga
 GERENTE GENERAL
 INGEMAT GALLARDO S.A.C.



 Ing. Liseth M. Chirines Vasquez
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP. 315442

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO ASTM D 2216 (MTC E 108)

| | |
|---------------|---|
| Proyecto | : ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL CON AISLADORES SÍSMICOS EN UNA EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR DE 10 PISOS, TRUJILLO 2024 |
| Solicitante | : BILLY TORIBIO ARANDA JHAIR RUIZ VASQUEZ |
| Ubicación | : DISTRITO DE HUANCHACO - PROVINCIA DE TRUJILLO - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD |
| Fecha | : TRUJILLO, MAYO DEL 2024 |
| Tipo de suelo | : Grava Uniforme (GP) |
| Calicata | : C 02 - M2 |

| Descripción | M-1 | M-2 | M-3 |
|--|--------------|--------|--------|
| Peso de la muestra con recipiente de secado (g) | 127.05 | 120.34 | 133.52 |
| Peso de la muestra seca con recipiente de secado (g) | 121.71 | 115.53 | 127.58 |
| Peso del agua (g) | 5.34 | 4.81 | 5.94 |
| Peso del recipiente de secado (g) | 42.05 | 41.78 | 41.68 |
| Peso de la muestra seca (g) | 79.66 | 73.75 | 85.90 |
| Humedad (%) | 6.70% | 6.52% | 6.92% |
| Humedad Promedio (%) | 6.71% | | |




Luis D. Gallardo Murga
GERENTE GENERAL
INGEMAT GALLARDO S.A.C.



Ing. Liseth M. Chirinos Vasquez
JEFE DE LABORATORIO
CIP 315442

GRAVEDAD ESPECIFICA DE SOLIDOS ASTM D 854 (MTC E 113)

Proyecto : ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL CON AISLADORES SÍSMICOS EN UNA EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR DE 10 PISOS, TRUJILLO 2024
Solicitante : BILLY TORIBIO ARANDA
 JHAIR RUIZ VASQUEZ
Ubicación : DISTRITO DE HUANCHACO - PROVINCIA DE TRUJILLO - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD
Fecha : TRUJILLO, MAYO DEL 2024
Tipo de suelo : Grava Uniforme (GP)
Calicata : C 02 - M2

| Descripción | Unidad | Valor |
|--|-------------------------|--------------|
| Picnómetro | Nº | 1 |
| Capacidad del picnómetro | cm ³ | 500.00 |
| Peso del picnómetro | g | 156.20 |
| Peso del picnómetro + suelo seco | g | 214.55 |
| Peso del suelo seco | g | 58.35 |
| Peso del picnómetro + suelo + agua | g | 674.15 |
| Peso del picnómetro+ agua a C.T. | g | 641.62 |
| Peso del picnómetro+ agua a Temp. Ensayo | g | 637.76 |
| Temperatura del ensayo | ° C | 20.50 |
| Gravedad específica a Temp. ensayo | g/cm ³ | 2.657 |
| Coefficiente de Temperatura (K) | --- | 0.99989 |
| Gravedad específica a 20 °C | g/cm³ | 2.657 |




 Luis D. Gallardo Murga
 GERENTE GENERAL
 INGEMAT GALLARDO S.A.C.


 Ing. Liseth M. Chirines Vasquez
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP. 315442

ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO ASTM D 1889 / ASTM D 516 / ASTM D 512

| | |
|---------------|---|
| Proyecto | : ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL CON AISLADORES SÍSMICOS EN UNA EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR DE 10 PISOS, TRUJILLO 2024 |
| Solicitante | : BILLY TORIBIO ARANDA JHAIR RUIZ VASQUEZ |
| Ubicación | : DISTRITO DE HUANCHACO - PROVINCIA DE TRUJILLO - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD |
| Fecha | : TRUJILLO, MAYO DEL 2024 |
| Tipo de suelo | : Grava Uniforme (GP) |
| Calicata | : C 02 - M2 |

ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO (ppm)

| Item | Muestra | Sales Solubles Totales (ppm) | Cl ⁻ (ppm) | SO ₄ ⁻ (ppm) |
|-------------|---------|------------------------------|-----------------------|------------------------------------|
| : C 02 - M2 | GP | 1010.3 | 121.5 | 97.5 |

ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO (%)

| Item | Muestra | Sales Solubles Totales (%) | Cl ⁻ (%) | SO ₄ ⁻ (%) |
|-------------|---------|----------------------------|---------------------|----------------------------------|
| : C 02 - M2 | GP | 0.10 | 0.01 | 0.01 |





Luis D. Gallardo Murga
GERENTE GENERAL
INGEMAT GALLARDO S.A.C.


Ing. Liseth M. Chirinos Vasquez
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 315482

REGISTRO DE SONDAJE (PERFIL ESTATIGRAFICO DEL TERRENO)

Proyecto : ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL CON AISLADORES SÍSMICOS EN UNA EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR DE 10 PISOS, TRUJILLO 2024
Solicitante : BILLY TORIBIO ARANDA
 JHAIR RUIZ VASQUEZ
Ubicación : DISTRITO DE HUANCHACO - PROVINCIA DE TRUJILLO - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD
Fecha : TRUJILLO, MAYO DEL 2024
Tipo de suelo : Grava Uniforme (GP)

CALICATA C-02

| ESCALA | | PROF. (m) | ESPESOR (m) | DESCRIPCIÓN | SUCS | GRÁFICA | OBSERVACIÓN |
|--------|----|-----------|-------------|--|------|--|----------------------------|
| 10 | cm | -0.60 | 0.60 | Material No Controlado tipo desmonte mezclado con tierra de cultivo, plantas, rices secas, y desechos. | - | | |
| 20 | cm | | | | | | |
| 30 | cm | | | | | | |
| 40 | cm | | | | | | |
| 50 | cm | | | | | | |
| 60 | cm | | | | | | |
| 70 | cm | -3.00 | 2.40 | Grava Uniforme (GP) con estructura semi compacta, color beige oscuro, con un índice de plasticidad igual a 0.00%, una humedad igual a 6.71% y una gravedad específica igual a 2.657 g/cm ³ . Se evidencia presencia de bolonería | GP |  | Excavación a Cielo Abierto |
| 80 | cm | | | | | | |
| 90 | cm | | | | | | |
| 100 | cm | | | | | | |
| 110 | cm | | | | | | |
| 120 | cm | | | | | | |
| 130 | cm | | | | | | |
| 140 | cm | | | | | | |
| 150 | cm | | | | | | |
| 160 | cm | | | | | | |
| 170 | cm | | | | | | |
| 180 | cm | | | | | | |
| 190 | cm | | | | | | |
| 200 | cm | | | | | | |
| 210 | cm | | | | | | |
| 220 | cm | | | | | | |
| 230 | cm | | | | | | |
| 240 | cm | | | | | | |
| 250 | cm | | | | | | |
| 260 | cm | | | | | | |
| 270 | cm | | | | | | |
| 280 | cm | | | | | | |
| 290 | cm | | | | | | |
| 300 | cm | | | | | | |
| 310 | cm | | | | | | |
| 320 | cm | | | | | | |
| 330 | cm | | | | | | |
| 340 | cm | | | | | | |
| 350 | cm | | | | | | |
| 360 | cm | | | | | | |
| 370 | cm | | | | | | |
| 380 | cm | | | | | | |
| 390 | cm | | | | | | |
| 400 | cm | | | | | | |
| | | | | CONTINÚA Grava Uniforme (GP) | | | |




 Luis D. Gallardo
 GERENTE GENERAL
 INGEMAT GALLARDO S.A.C.

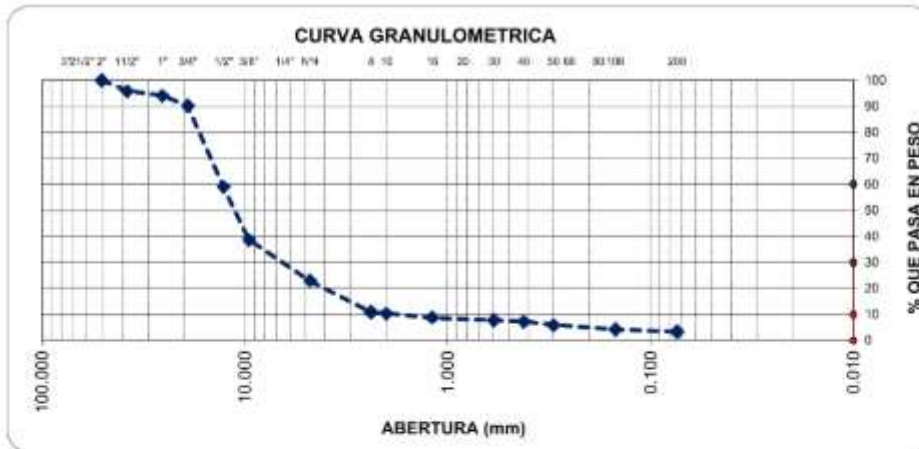

 Ing. Liseth M. Chirinos Vasquez
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP 315402

ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D 422 (MTC E 107)

Proyecto : ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL CON AISLADORES SISMICOS EN UNA EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR DE 10 PISOS, TRUJILLO 2024
Solicitante : BILLY TORIBIO ARANDA
 JHAIR RUIZ VASQUEZ
Ubicación : DISTRITO DE HUANCHACO - PROVINCIA DE TRUJILLO - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD
Fecha : TRUJILLO, MAYO DEL 2024
Tipo de suelo : Grava Uniforme (GP)
Calicata : C 03 - M2

Peso de muestra seca : 4000.0
 Peso de muestra lavada : 133.3

| Tamices ASTM | Abertura en mm. | Peso Retenido | %Retenido Parcial | %Retenido Acumulado | % que Pasa | Límites e Indices de Consistencia |
|--------------|-----------------|---------------|-------------------|---------------------|------------|-----------------------------------|
| 3" | 76.200 | 21.80 | 0.5 | 0.5 | 99.46 | L. Líquido : 22.26 |
| 2 1/2" | 63.500 | 34.20 | 0.9 | 1.4 | 98.60 | L. Plástico : 0.00 |
| 2" | 50.600 | 51.90 | 1.3 | 2.7 | 97.30 | Ind. Plástico : 0.00 |
| 1 1/2" | 38.100 | 60.50 | 1.5 | 4.2 | 95.79 | Clas. SUCS : GP |
| 1" | 25.400 | 71.20 | 1.8 | 6.0 | 94.01 | Clas. AASHTO : A-1-a (0) |
| 3/4" | 19.050 | 152.90 | 3.8 | 9.8 | 90.19 | |
| 1/2" | 12.700 | 1245.60 | 31.1 | 41.0 | 59.05 | |
| 3/8" | 9.525 | 815.30 | 20.4 | 61.3 | 38.67 | |
| Nº4 | 4.760 | 632.19 | 15.8 | 77.1 | 22.86 | |
| Nº8 | 2.380 | 481.26 | 12.0 | 89.2 | 10.83 | |
| Nº10 | 2.000 | 26.31 | 0.7 | 89.8 | 10.17 | |
| Nº16 | 1.190 | 54.13 | 1.4 | 91.2 | 8.82 | |
| Nº30 | 0.590 | 41.88 | 1.0 | 92.2 | 7.77 | |
| Nº40 | 0.420 | 23.91 | 0.6 | 92.8 | 7.17 | |
| Nº50 | 0.300 | 55.74 | 1.4 | 94.2 | 5.78 | |
| Nº100 | 0.149 | 65.19 | 1.6 | 95.9 | 4.15 | |
| Nº200 | 0.074 | 32.69 | 0.8 | 96.7 | 3.33 | |
| <Nº200 | | 133.30 | 3.3 | 100.0 | 0.00 | |
| Total | | 4000.00 | | | | |



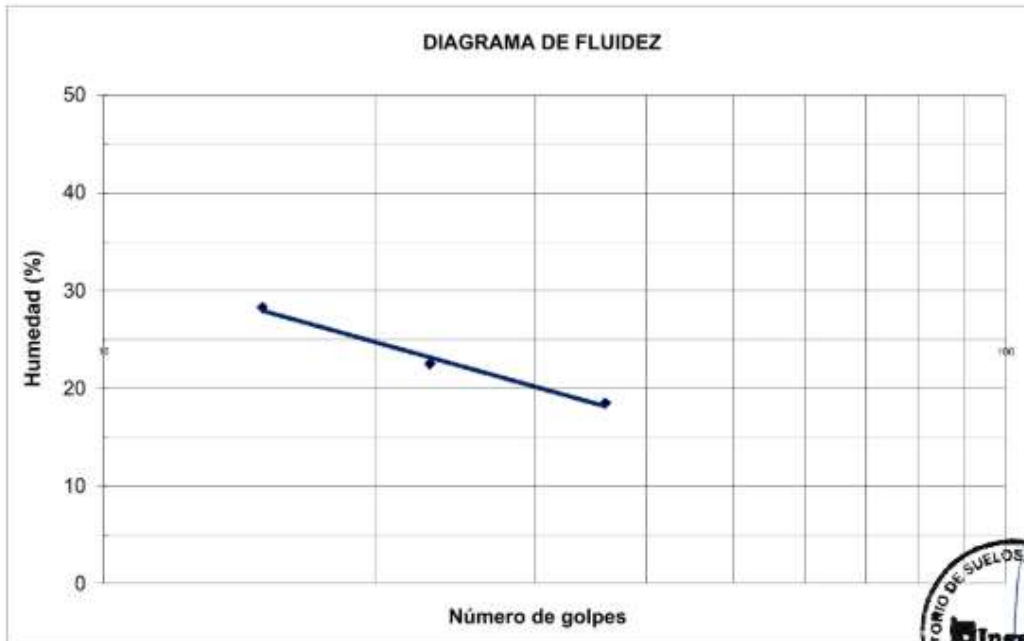

 Luis D. Gallardo Murga
 GERENTE GENERAL
 INGEMAT GALLARDO S.A.C.


 Ing. Liseth M. Chirines Vasquez
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP 315402

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318 (MTC E 110 - MTC E 111)

Proyecto : ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL CON AISLADORES SISMICOS EN UNA EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR DE 10 PISOS, TRUJILLO 2024
Solicitante : BILLY TORIBIO ARANDA
 JHAIR RUIZ VASQUEZ
Ubicación : DISTRITO DE HUANCHACO - PROVINCIA DE TRUJILLO - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD
Fecha : TRUJILLO, MAYO DEL 2024
Tipo de suelo : Grava Uniforme (GP)
Calicata : C 03 - M2

| Muestra | Límite Líquido (%) | | | Límite Plástico (%) | | | |
|----------------------------|--------------------|-------|-------|---------------------|--|--|--|
| | M-1 | M-2 | M-3 | | | | |
| Tara + suelo húmedo (g) | 36.85 | 35.58 | 35.41 | | | | |
| Tara + suelo seco (g) | 33.55 | 32.90 | 33.41 | | | | |
| Agua (g) | 3.30 | 2.68 | 2.00 | | | | |
| Peso de la tara (g) | 21.90 | 21.00 | 22.60 | | | | |
| % Humedad | 28.33 | 22.52 | 18.50 | | | | |
| No de golpes | 15 | 23 | 36 | | | | |
| Límites (%) | 22.26 | | | | | | |
| Índice Plástico (%) | | | | | | | |



LÍMITE LÍQUIDO : 22.26
LÍMITE PLÁSTICO : 0.00
ÍNDICE PLÁSTICO : 0.00


 Luis D. Gallardo Murga
 GERENTE GENERAL
 INGEMAT GALLARDO S.A.C.


 Ing. Liseth M. Chirinos Vasquez
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP. 315882



DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO ASTM D 2216 (MTC E 108)

| | |
|---------------|---|
| Proyecto | : ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL CON AISLADORES SISMICOS EN UNA EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR DE 10 PISOS, TRUJILLO 2024 |
| Solicitante | : BILLY TORIBIO ARANDA JHAIR RUIZ VASQUEZ |
| Ubicación | : DISTRITO DE HUANCHACO - PROVINCIA DE TRUJILLO - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD |
| Fecha | : TRUJILLO, MAYO DEL 2024 |
| Tipo de suelo | : Grava Uniforme (GP) |
| Calicata | : C 03 - M2 |

| Descripción | M-1 | M-2 | M-3 |
|--|--------------|--------|--------|
| Peso de la muestra con recipiente de secado (g) | 125.81 | 120.03 | 130.08 |
| Peso de la muestra seca con recipiente de secado (g) | 122.33 | 116.25 | 126.32 |
| Peso del agua (g) | 3.48 | 3.78 | 3.76 |
| Peso del recipiente de secado (g) | 40.28 | 41.85 | 40.28 |
| Peso de la muestra seca (g) | 82.05 | 74.40 | 86.04 |
| Humedad (%) | 4.24% | 5.08% | 4.37% |
| Humedad Promedio (%) | 4.56% | | |



Luis D. Gallardo Murga
Luis D. Gallardo Murga
GERENTE GENERAL
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

Liseth M. Chirines Vasquez
Ing. Liseth M. Chirines Vasquez
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 315442

GRAVEDAD ESPECIFICA DE SOLIDOS ASTM D 854 (MTC E 113)

| | |
|---------------|---|
| Proyecto | : ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL CON AISLADORES SISMICOS EN UNA EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR DE 10 PISOS, TRUJILLO 2024 |
| Solicitante | : BILLY TORIBIO ARANDA JHAIR RUIZ VASQUEZ |
| Ubicación | : DISTRITO DE HUANCHACO - PROVINCIA DE TRUJILLO - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD |
| Fecha | : TRUJILLO, MAYO DEL 2024 |
| Tipo de suelo | : Grava Uniforme (GP) |
| Calicata | : C 03 - M2 |

| Descripción | Unidad | Valor |
|--|-------------------------|--------------|
| Picnómetro | Nº | 1 |
| Capacidad del picnómetro | cm ³ | 500.00 |
| Peso del picnómetro | g | 156.30 |
| Peso del picnómetro + suelo seco | g | 224.58 |
| Peso del suelo seco | g | 68.28 |
| Peso del picnómetro + suelo + agua | g | 682.48 |
| Peso del picnómetro+ agua a C.T. | g | 640.05 |
| Peso del picnómetro+ agua a Temp. Ensayo | g | 639.94 |
| Temperatura del ensayo | ° C | 20.50 |
| Gravedad específica a Temp. ensayo | g/cm ³ | 2.653 |
| Coefficiente de Temperatura (K) | --- | 0.99989 |
| Gravedad específica a 20 °C | g/cm³ | 2.652 |




Luis D. Gallardo Murga
GERENTE GENERAL
INGEMAT GALLARDO S.A.C.


Ing. Liseth M. Chirines Vasquez
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 315882

ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO ASTM D 1889 / ASTM D 516 / ASTM D 512

| | |
|---------------|---|
| Proyecto | : ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL CON AISLADORES SÍSMICOS EN UNA EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR DE 10 PISOS, TRUJILLO 2024 |
| Solicitante | : BILLY TORIBIO ARANDA JHAIR RUIZ VASQUEZ |
| Ubicación | : DISTRITO DE HUANCHACO - PROVINCIA DE TRUJILLO - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD |
| Fecha | : TRUJILLO, MAYO DEL 2024 |
| Tipo de suelo | : Grava Uniforme (GP) |
| Calicata | : C 03 - M2 |

ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO (ppm)

| Item | Muestra | Sales Solubles Totales (ppm) | Cl ⁻ (ppm) | SO ₄ ⁻ (ppm) |
|-------------|---------|------------------------------|-----------------------|------------------------------------|
| : C 03 - M2 | GP | 841.2 | 102.4 | 67.9 |

ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO (%)

| Item | Muestra | Sales Solubles Totales (%) | Cl ⁻ (%) | SO ₄ ⁻ (%) |
|-------------|---------|----------------------------|---------------------|----------------------------------|
| : C 03 - M2 | GP | 0.08 | 0.01 | 0.01 |





Luis D. Gallardo Murga
GERENTE GENERAL
INGEMAT GALLARDO S.A.C.


Ing. Liseth M. Chirines Vasquez
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 315882

REGISTRO DE SONDAJE (PERFIL ESTATIGRAFICO DEL TERRENO)

Proyecto : ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL CON AISLADORES SISMICOS EN UNA EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR DE 10 PISOS, TRUJILLO 2024
Solicitante : BILLY TORIBIO ARANDA
 JHAIR RUIZ VASQUEZ
Ubicación : DISTRITO DE HUANCHACO - PROVINCIA DE TRUJILLO - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD
Fecha : TRUJILLO, MAYO DEL 2024
Tipo de suelo : Grava Uniforme (GP)

CALICATA C-03

| ESCALA | PROF. (m) | ESPESOR (m) | DESCRIPCIÓN | SUCS | GRÁFICA | OBSERVACIÓN |
|--------|-----------|-------------|--|------|--|----------------------------|
| 10 cm | -0.60 | 0.60 | Material No Controlado tipo desmonte mezclado con tierra de cultivo, plantas, raíces secas, y desechos. | - | | |
| 20 cm | | | | | | |
| 30 cm | | | | | | |
| 40 cm | | | | | | |
| 50 cm | | | | | | |
| 60 cm | | | | | | |
| 70 cm | -3.00 | 2.40 | Grava Uniforme (GP) con estructura semi compacta, color beige oscuro, con un índice de plasticidad igual a 0.00%, una humedad igual a 4.56% y una gravedad específica igual a 2.652 g/cm ³ . Se evidencia presencia de bolonería | GP |  | Excavación a Cielo Abierto |
| 80 cm | | | | | | |
| 90 cm | | | | | | |
| 100 cm | | | | | | |
| 110 cm | | | | | | |
| 120 cm | | | | | | |
| 130 cm | | | | | | |
| 140 cm | | | | | | |
| 150 cm | | | | | | |
| 160 cm | | | | | | |
| 170 cm | | | | | | |
| 180 cm | | | | | | |
| 190 cm | | | | | | |
| 200 cm | | | | | | |
| 210 cm | | | | | | |
| 220 cm | | | | | | |
| 230 cm | | | | | | |
| 240 cm | | | CONTINÚA Grava Uniforme (GP) | | | |
| 250 cm | | | | | | |
| 260 cm | | | | | | |
| 270 cm | | | | | | |
| 280 cm | | | | | | |
| 290 cm | | | | | | |
| 300 cm | | | | | | |
| 310 cm | | | | | | |
| 320 cm | | | | | | |
| 330 cm | | | | | | |
| 340 cm | | | | | | |
| 350 cm | | | | | | |
| 360 cm | | | | | | |
| 370 cm | | | | | | |
| 380 cm | | | | | | |
| 390 cm | | | | | | |
| 400 cm | | | | | | |




 Luis D. Gallardo Murga
 GERENTE GENERAL
 INGEMAT GALLARDO S.A.C.


 Ing. Liseth M. Chirinos Vasquez
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP 315882

PARAMETROS DE LOS SUELOS

Proyecto : ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL CON AISLADORES SÍSMICOS EN UNA EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR DE 10 PISOS, TRUJILLO 2024
Solicitante : BILLY TORIBIO ARANDA
 JHAIR RUIZ VASQUEZ
Ubicación : DISTRITO DE HUANCHACO - PROVINCIA DE TRUJILLO - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD
Fecha : TRUJILLO, MAYO DEL 2024
Calicata : C1 - M2
Tipo de suelo : Grava Uniforme (GP)

1) RESULTADOS DE CAMPO Y LABORATORIO

Estimación del N/30 = 25

| | |
|---|------------------------|
| $\phi_1 = 25 + 0.15 Dr(\%)$ (Ecuac. Meyerhof) | $\phi_1 = 32.05^\circ$ |
| $\phi_2 = 27.1 + 0.3 N_{corr} - 0.00054 N_{corr}^2$ | $\phi_2 = 34.26^\circ$ |
| $\phi_3 = (20 N_{corr})^{1/2} + 15$ | $\phi_3 = 37.36^\circ$ |

$Dr(\%) = 47$

2) CONSTANTE DE BALASTO (Ks)

$K_s = q/St \text{ kg/cm}^3$

$q = \text{Esfuerzo Transmitido} = 1.56$
 $St = \text{Asentamiento } 1'' = 0.86$

$K_s = 1.81 \text{ kg/cm}^3$



3) MODULOS DINAMICOS:

Módulo de Elasticidad (Es): Para Arenas

$Es = 5^* (N+15)$

$N = 25$

$Es = 200 \text{ kg/cm}^2$

Módulo de Corte (G):

$G = E/2^*(1+u)$

Módulo de Poisson: $u = 0.35$

$G = 74 \text{ kg/cm}^2$

4) VELOCIDAD DE ONDA DE CORTE (Vs)

$V_s = 84^*N^{0.31}$

$V_s = 228 \text{ m/seg}$


 Luis D. Gallardo Murga
 GERENTE GENERAL
 INGEMAT GALLARDO S.A.C.


 Ing. Liseth M. Chirines Vasquez
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP. 315482

5) COEFICIENTES DE EMPUJES

| | | |
|---|---------------|-------|
| Coulomb | $K_a =$ | 0.315 |
| | $K_p =$ | 4.509 |
| Rankine | $K_a =$ | 0.315 |
| | $K_p =$ | 3.175 |
| Reposo | $K_s =$ | 0.479 |
| Coefficiente de fricción bajo Cimentación | $\tan \phi =$ | 0.611 |

$\phi_1 = 30^\circ$

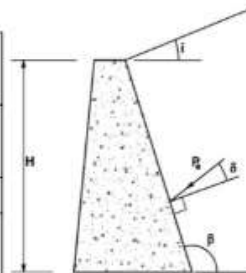


Figura 6.3. Empuje activo

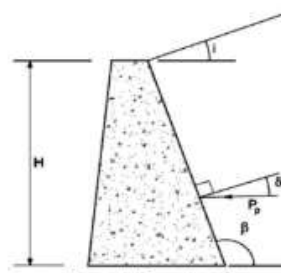


Figura 6.4. Empuje pasivo

CAPACIDAD DE PORTANTE ADMISIBLE

| | |
|---------------|---|
| Proyecto | : ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL CON AISLADORES SÍSMICOS EN UNA EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR DE 10 PISOS, TRUJILLO 2024 |
| Solicitante | : BILLY TORIBIO ARANDA JHAIR RUIZ VASQUEZ |
| Ubicación | : DISTRITO DE HUANCHACO - PROVINCIA DE TRUJILLO - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD |
| Fecha | : TRUJILLO, MAYO DEL 2024 |
| Calicata | : C1 - M2 |
| Tipo de suelo | : Grava Uniforme (GP) |

| TERRENO NATURAL | | Parámetros Sísmicos: | |
|-------------------------------|--------|----------------------|-------------------|
| Tipo de suelo (SUCS) | : "GP" | Zona Sísmica: | 4 |
| Densidad (g/cm ³) | : 2.00 | Z: | 0.45 |
| c (kg/cm ²) | : 0.00 | Tipo Perfil: | S1 (Suelo rígido) |
| φ (°) | : 30 ° | Tp: | 0.4 seg. |
| | | S: | 1.00 |

CIMENTACIÓN CORRIDA:

$$\text{FÓRMULA: } q_a = [0.5 \gamma B N' \gamma S \gamma + (2/3)c N'c Sc + \gamma D_f N'q S_q] 1/FS$$

Donde:

q_{ad} = capacidad portante admisible en kg/cm².
 B = ancho de la zapata o cimiento corrido en m.
 D_f = profundidad de la cimentación.
 $N'c, N' \gamma, N'q$ = parámetros que son función de ϕ
 $Sc, S \gamma, S_q$ = Factores de forma

C = cohesión en (kg/cm²)
 γ = peso específico del suelo.
 ϕ^* = Angulo de Fricción Interna
 $F.S.$ = factor de seguridad = 3

| | | |
|----------------------------------|---|------|
| γ_1 (g/cm ³) | = | 2.00 |
| γ_2 (g/cm ³) | = | 2.00 |
| c (kg/cm ²) | = | 0.00 |
| Ang. Fricción | = | 30 ° |
| Ang. Fricción Falla local | = | 21 ° |
| F | = | 3 |

B, D_f : Dimensiones mínimas estimadas.

| | | |
|----------------------|---|-------|
| B (mts) | = | 0.60 |
| D _f (mts) | = | 0.60 |
| $N' \gamma$ | = | 20.13 |
| $N'c$ | = | 37.18 |
| $N'q$ | = | 22.47 |

$$q_a \text{ (ton/m}^2\text{)} = 13.02 = 1.30 \text{ kg/cm}^2$$

CIMENTACIÓN CUADRADA:

$$\text{FORMULA: } q_a = [0.40 \gamma B N' \gamma S \gamma + 0.867 c N'c Sc + \gamma D_f N'q S_q] 1/FS$$

| | | |
|----------------------|---|-------|
| B (mts) | = | 1.40 |
| D _f (mts) | = | 1.30 |
| $N' \gamma$ | = | 20.13 |
| $N'c$ | = | 37.18 |
| $N'q$ | = | 22.47 |

$$q_a \text{ (ton/m}^2\text{)} = 15.60 = 1.56 \text{ kg/cm}^2$$




Luis D. Gallardo Murga
 GERENTE GENERAL
 INGEMAT GALLARDO S.A.C.


Ing. Liseth M. Chirines Vasquez
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP. 315882

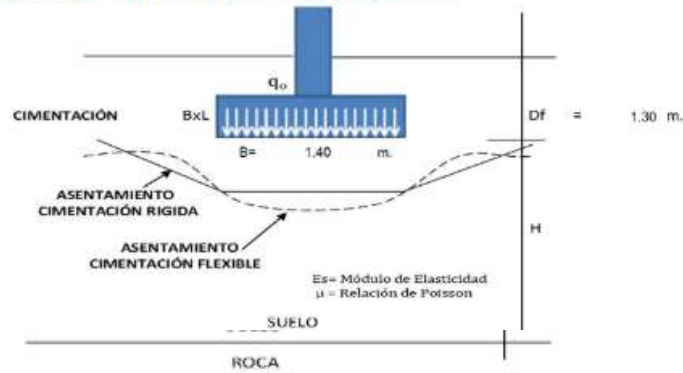
CÁLCULO DEL ASENTAMIENTO (MÉTODO ELÁSTICO)

Proyecto : ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL CON AISLADORES SÍSMICOS EN UNA EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR DE 10 PISOS, TRUJILLO 2024
Solicitante : BILLY TORIBIO ARANDA
 JHAIR RUIZ VASQUEZ
Ubicación : DISTRITO DE HUANCHACO - PROVINCIA DE TRUJILLO - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD
Fecha : TRUJILLO, MAYO DEL 2024
Calicata : C1 - M2
Tipo de suelo : Grava Uniforme (GP)

ASENTAMIENTO ELÁSTICO

$$Se = \frac{q'(\alpha' B')^2 I_s' I_f' (1-u'^2)}{E_s}$$

PARA CIMIENTO CUADRADO PROPUESTO:



| | | | |
|--|-----------|-------|--------------------|
| Ancho de Cimentación: | L= B= | 1.40 | m. |
| | | 140 | cm |
| Profundidad de Desplante: | Df= | 1.30 | m. |
| | Df/B= | 0.9 | |
| | L/B= | 1.00 | |
| Factor que depende de la posición de la cimentación: | α' | 1.12 | |
| Factor de forma-cimentación: | I_s' | 0.520 | |
| Factor de profundidad: | I_f' | 0.656 | |
| Módulo de Elasticidad: | E_s | 200 | kg/cm ² |
| Módulo de Poisson: | u | 0.35 | |
| Presión por Carga asumida: | q | 1.56 | kg/cm ² |

| | |
|------------------------------|--------------|
| Se (cm) flex. esq. | 0.538 |
| Se (cm) flex. cent. | 1.075 |
| Se (cm) rígida Total: | 0.860 |
| Sd (cm) diferencial: | 0.618 |
| Distorsión Angular: | 0.0015 |

Para el cálculo del asentamiento, en el centro de la cimentación:

CÁLCULO DEL ASENTAMIENTO (FLEXIBLE):

$$Se = 1.075 \text{ cm}$$

Por tanto el asentamiento máximo en esta zona es inferior a lo permisible 2.54 cm. (1').

CÁLCULO DEL ASENTAMIENTO (RÍGIDO):

$$Se = 0.860 \text{ cm}$$




Luis D. Gallardo Murga
 GERENTE GENERAL
 INGEMAT GALLARDO S.A.C.


Ing. Liseth M. Chirinos Vasquez
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP 315402

PARAMETROS DE LOS SUELOS

| | |
|---------------|---|
| Proyecto | : ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL CON AISLADORES SÍSMICOS EN UNA EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR DE 10 PISOS, TRUJILLO 2024 |
| Solicitante | : BILLY TORIBIO ARANDA JHAIR RUIZ VASQUEZ |
| Ubicación | : DISTRITO DE HUANCHACO - PROVINCIA DE TRUJILLO - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD |
| Fecha | : TRUJILLO, MAYO DEL 2024 |
| Calicata | : C2 - M2 |
| Tipo de suelo | : Grava Uniforme (GP) |

1) RESULTADOS DE CAMPO Y LABORATORIO

Estimación del N/30 = 25

| | |
|---|------------------------|
| $\phi_1 = 25 + 0.15 Dr(\%)$ (Ecuac. Meyerhof) | $\phi_1 = 32.05^\circ$ |
| $\phi_2 = 27.1 + 0.3 N_{corr} - 0.00054 N_{corr}^2$ | $\phi_2 = 34.26^\circ$ |
| $\phi_3 = (20 N_{corr})^{1/2} + 15$ | $\phi_3 = 37.36^\circ$ |

Dr(%) = 47

2) CONSTANTE DE BALASTO (Ks)

$$K_s = q/St \text{ kg/cm}^3$$

q = Esfuerzo Transmitido 1.64
St = Asentamiento 1" 0.91

$$K_s = 1.81 \text{ kg/cm}^3$$



3) MODULOS DINAMICOS:

Módulo de Elasticidad (Es): Para Arenas

$$E_s = 5^* (N+15)$$

N = 25

Es = 200 kg/cm²

Módulo de Corte (G):

$$G = E/2*(1+u)$$

Módulo de Poisson: u = 0.35

G = 74 kg/cm²

4) VELOCIDAD DE ONDA DE CORTE (Vs)

$$V_s = 84*N^{0.31}$$

Vs = 228 m/seg

Luis D. Gallardo Murga
Luis D. Gallardo Murga
GERENTE GENERAL
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

Liseth M. Chirines Vasquez
Ing. Liseth M. Chirines Vasquez
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 315482

5) COEFICIENTES DE EMPUJES

| | | |
|---|--------------|-------|
| Coulomb | Ka= | 0.315 |
| | Kp= | 4.509 |
| Rankine | Ka= | 0.315 |
| | Kp= | 3.175 |
| Reposo | Ka= | 0.479 |
| Coefficiente de fricción bajo Cimentación | tan $\phi =$ | 0.611 |

$\phi_1 = 30^\circ$

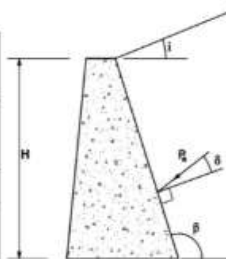


Figura 6.3. Empuje activo

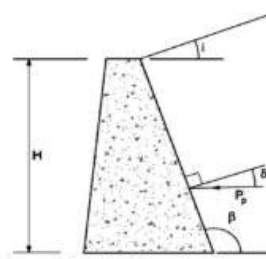


Figura 6.4. Empuje pasivo

CAPACIDAD DE PORTANTE ADMISIBLE

| | |
|---------------|---|
| Proyecto | : ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL CON AISLADORES SÍSMICOS EN UNA EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR DE 10 PISOS, TRUJILLO 2024 |
| Solicitante | : BILLY TORIBIO ARANDA JHAIR RUIZ VASQUEZ |
| Ubicación | : DISTRITO DE HUANCHACO - PROVINCIA DE TRUJILLO - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD |
| Fecha | : TRUJILLO, MAYO DEL 2024 |
| Calicata | : C2 - M2 |
| Tipo de suelo | : Grava Uniforme (GP) |

| TERRENO NATURAL | | Parámetros Sísmicos: | |
|-------------------------------|---------|----------------------|-------------------|
| Tipo de suelo (SUCS) | : "GP" | Zona Sísmica: | 4 |
| Densidad (g/cm ³) | : 1.97 | Z: | 0.45 |
| c (kg/cm ²) | : 0.00 | Tipo Perfil: | S1 (Suelo rígido) |
| φ (°) | : 31.5° | Tp: | 0.4 seg. |
| | | S: | 1.00 |

CIMENTACIÓN CORRIDA:

$$\text{FÓRMULA: } q_a = [0.5 \gamma B N' \gamma S \gamma + (2/3)c N'c S_c + \gamma D_f N'q S_q] 1/FS$$

Donde:

q_a = capacidad portante admisible en kg/cm².

B = ancho de la zapata o cimiento corrido en m.

D_f = profundidad de la cimentación.

$N'c, N' \gamma, N'q$ = parámetros que son función de ϕ

$S_c, S \gamma, S_q$ = Factores de forma

C = cohesión en (kg/cm²)

γ = peso específico del suelo.

ϕ^* = Ángulo de Fricción Interna

$F.S.$ = factor de seguridad = 3

| | | |
|---------------------------------|---|------|
| γ_1 (g/cm ³) | = | 1.97 |
| γ_2 (g/cm ³) | = | 1.97 |
| c (kg/cm ²) | = | 0.00 |
| Ang. Fricción | = | 32° |
| Ang. Fricción Falla local | = | 22° |
| F | = | 3 |

B, D_f : Dimensiones mínimas estimadas.

| | | |
|-------------|---|-------|
| B (mts) | = | 0.60 |
| D_f (mts) | = | 0.60 |
| $N' \gamma$ | = | 25.81 |
| $N'c$ | = | 42.19 |
| $N'q$ | = | 26.86 |

$$q_a \text{ (ton/m}^2\text{)} = 13.63 = 1.36 \text{ kg/cm}^2$$

CIMENTACIÓN CUADRADA:

$$\text{FÓRMULA: } q_a = [0.40 \gamma B N' \gamma S \gamma + 0.867 c N'c S_c + \gamma D_f N'q S_q] 1/FS$$

| | | |
|-------------|---|-------|
| B (mts) | = | 1.40 |
| D_f (mts) | = | 1.30 |
| $N' \gamma$ | = | 25.81 |
| $N'c$ | = | 42.19 |
| $N'q$ | = | 26.86 |

$$q_a \text{ (ton/m}^2\text{)} = 16.45 = 1.64 \text{ kg/cm}^2$$



Luis D. Gallardo Murga
Luis D. Gallardo Murga
GERENTE GENERAL
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

Liseth M. Chirinos Vasquez
Ing. Liseth M. Chirinos Vasquez
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 315882

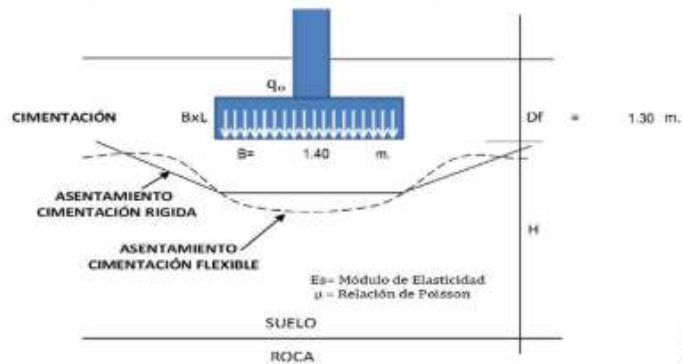
CÁLCULO DEL ASENTAMIENTO (MÉTODO ELÁSTICO)

Proyecto : ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL CON AISLADORES SÍSMICOS EN UNA EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR DE 10 PISOS, TRUJILLO 2024
Solicitante : BILLY TORIBIO ARANDA
 JHAIR RUIZ VASQUEZ
Ubicación : DISTRITO DE HUANCHACO - PROVINCIA DE TRUJILLO - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD
Fecha : TRUJILLO, MAYO DEL 2024
Calicata : C2 - M2
Tipo de suelo : Grava Uniforme (GP)

ASENTAMIENTO ELÁSTICO

$$S_e = \frac{q \cdot (\alpha \cdot B)^2 \cdot I_s \cdot I_f \cdot (1 - u^2)}{E_s}$$

PARA CIMIENTO CUADRADO PROPUESTO:



| | | | |
|--|------------------|-------|--------------------|
| Ancho de Cimentación: | L= B= | 1.40 | m. |
| | | 140 | cm |
| Profundidad de Desplante: | Df= | 1.30 | m. |
| | Df/B= | 0.9 | |
| | L/B= | 1.00 | |
| Factor que depende de la posición de la cimentación: | α= | 1.12 | |
| Factor de forma-cimentación: | I _s = | 0.520 | |
| Factor de profundidad: | I _f = | 0.656 | |
| Módulo de Elasticidad: | E _s = | 200 | kg/cm ² |
| Módulo de Poisson: | u = | 0.35 | |
| Presión por Carga asumida: | q = | 1.64 | kg/cm ² |

| | |
|---------------------------------|--------------|
| Se (cm) flex. esq. | 0.567 |
| Se (cm) flex. cent. | 1.134 |
| Se (cm) rígida Total: | 0.907 |
| S _d (cm) diferencial | 0.652 |
| Distorsión Angular | 0.0016 |

Para el cálculo del asentamiento, en el centro de la cimentación:

CÁLCULO DEL ASENTAMIENTO (FLEXIBLE):

$$S_e = 1.134 \text{ cm}$$

Por tanto el asentamiento máximo en esta zona es inferior a lo permisible 2.54 cm. (1°).

CÁLCULO DEL ASENTAMIENTO (RÍGIDO):

$$S_e = 0.907 \text{ cm}$$




Luis D. Gallardo Murga
 GERENTE GENERAL
 INGEMAT GALLARDO S.A.C.


Ing. Liseth M. Chirines Vasquez
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP 315442

PARAMETROS DE LOS SUELOS

| | |
|---------------|---|
| Proyecto | : ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL CON AISLADORES SÍSMICOS EN UNA EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR DE 10 PISOS, TRUJILLO 2024 |
| Solicitante | : BILLY TORIBIO ARANDA JHAIR RUIZ VASQUEZ |
| Ubicación | : DISTRITO DE HUANCHACO - PROVINCIA DE TRUJILLO - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD |
| Fecha | : TRUJILLO, MAYO DEL 2024 |
| Calicata | : C3 - M2 |
| Tipo de suelo | : Grava Uniforme (GP) |

1) RESULTADOS DE CAMPO Y LABORATORIO

Estimación del N/30 = 25

| | |
|---|------------------------|
| $\phi_1 = 25 + 0.15 Dr(\%)$ (Ecuac. Meyerhof) | $\phi_1 = 32.05^\circ$ |
| $\phi_2 = 27.1 + 0.3 N_{corr} - 0.00054 N_{corr}^2$ | $\phi_2 = 34.26^\circ$ |
| $\phi_3 = (20 N_{corr})^{1/2} + 15$ | $\phi_3 = 37.36^\circ$ |

Dr(%) = 47

2) CONSTANTE DE BALASTO (Ks)

$$K_s = q/St \text{ kg/cm}^3$$

q = Esfuerzo Transmitido 1.60
St = Asentamiento 1" 0.88

Ks = 1.81 kg/cm³

3) MODULOS DINAMICOS:

Módulo de Elasticidad (Es): Para Arenas

$$E_s = 5 \cdot (N+15)$$

N = 25

Es = 200 kg/cm²

Módulo de Corte (G):

$$G = E/2 \cdot (1+u)$$

Módulo de Poisson: u = 0.35

G = 74 kg/cm²

4) VELOCIDAD DE ONDA DE CORTE (Vs)

$$V_s = 84 \cdot N^{0.31}$$

Vs = 228 m/seg

5) COEFICIENTES DE EMPUJES

| | | |
|---|--------------|-------|
| Coulomb | Ka = | 0.315 |
| | Kp = | 4.509 |
| Rankine | Ka = | 0.315 |
| | Kp = | 3.175 |
| Reposo | K0 = | 0.479 |
| Coefficiente de fricción bajo Cimentación | tan $\phi =$ | 0.611 |

$\phi_1 = 30^\circ$

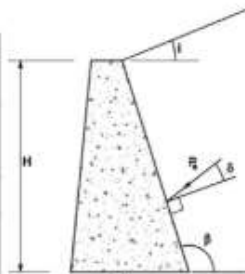


Figura 6.3. Empuje activo

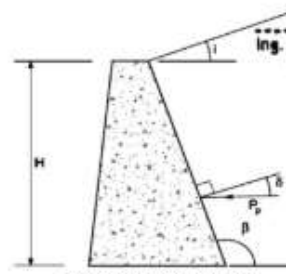


Figura 6.4. Empuje pasivo



Luis D. Gallardo Murga
Luis D. Gallardo Murga
GERENTE GENERAL
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

Liseth M. Chirines Vasquez
Ing. Liseth M. Chirines Vasquez
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 315442

CAPACIDAD DE PORTANTE ADMISIBLE

| | |
|---------------|---|
| Proyecto | : ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL CON AISLADORES SÍSMICOS EN UNA EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR DE 10 PISOS, TRUJILLO 2024 |
| Solicitante | : BILLY TORIBIO ARANDA JHAIR RUIZ VASQUEZ |
| Ubicación | : DISTRITO DE HUANCHACO - PROVINCIA DE TRUJILLO - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD |
| Fecha | : TRUJILLO, MAYO DEL 2024 |
| Calicata | : C3 - M2 |
| Tipo de suelo | : Grava Uniforme (GP) |

| TERRENO NATURAL | | | Parámetros Sísmicos: | |
|-------------------------------|---|-------|----------------------|-------------------|
| Tipo de suelo (SUCS) | : | "GP" | Zona Sísmica: | 4 |
| Densidad (g/cm ³) | : | 2.02 | Z: | 0.45 |
| c (kg/cm ²) | : | 0.00 | Tipo Perfil: | S1 (Suelo rígido) |
| φ (°) | : | 30.4° | T _p : | 0.4 seg. |
| | | | S: | 1.00 |

CIMENTACIÓN CORRIDA:

$$\text{FÓRMULA: } q_a = [0.5 \gamma B N' \gamma S \gamma + (2/3)c N' c S c + \gamma D_f N' q S q] 1/FS$$

Donde:

q_a = capacidad portante admisible en kg/cm².
 B = ancho de la zapata o cimiento corrido en m.
 D_f = profundidad de la cimentación.
 $N' c$, $N' \gamma$, $N' q$ = parámetros que son función de ϕ
 $S c$, $S \gamma$, $S q$ = Factores de forma

C = cohesión en (kg/cm²)
 γ = peso específico del suelo.
 ϕ^* = Angulo de Fricción Interna
 $F.S.$ = factor de seguridad = 3

| | | |
|----------------------------------|---|------|
| $\gamma 1$ (g/cm ³) | = | 2.02 |
| $\gamma 2$ (g/cm ³) | = | 2.02 |
| c (kg/cm ²) | = | 0.00 |
| Ang. Fricción | = | 30 ° |
| Ang. Fricción Falta local | = | 21 ° |
| F | = | 3 |

B, D_f: Dimensiones mínimas estimadas.

| | | |
|----------------------|---|------|
| B (mts) | = | 0.60 |
| D _f (mts) | = | 0.60 |

| | | |
|-------------|---|-------|
| $N' \gamma$ | = | 21.50 |
| $N' c$ | = | 38.44 |
| $N' q$ | = | 23.56 |

$$q_a \text{ (ton/m}^2\text{)} = 14.14 = 1.41 \text{ kg/cm}^2$$

CIMENTACIÓN CUADRADA:

$$\text{FORMULA: } q_a = [0.40 \gamma B N' \gamma S \gamma + 0.867 c N' c S c + \gamma D_f N' q S q] 1/FS$$

| | | |
|----------------------|---|------|
| B (mts) | = | 1.40 |
| D _f (mts) | = | 1.30 |

| | | |
|-------------|---|-------|
| $N' \gamma$ | = | 21.50 |
| $N' c$ | = | 38.44 |
| $N' q$ | = | 23.56 |

$$q_a \text{ (ton/m}^2\text{)} = 16.02 = 1.60 \text{ kg/cm}^2$$



Luis D. Gallardo Murga
Luis D. Gallardo Murga
 GERENTE GENERAL
 INGEMAT GALLARDO S.A.C.

Liseth M. Chirinos Vasquez
Ing. Liseth M. Chirinos Vasquez
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP 315482

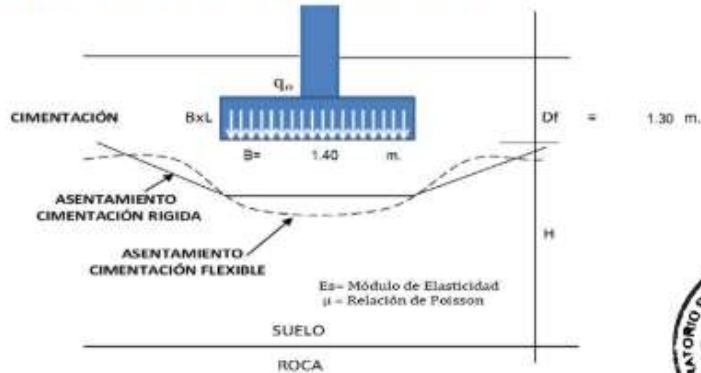
CÁLCULO DEL ASENTAMIENTO (MÉTODO ELÁSTICO)

Proyecto : ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL CON AISLADORES SÍSMICOS EN UNA EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR DE 10 PISOS, TRUJILLO 2024
Solicitante : BILLY TORIBIO ARANDA
 JHAIR RUIZ VASQUEZ
Ubicación : DISTRITO DE HUANCHACO - PROVINCIA DE TRUJILLO - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD
Fecha : TRUJILLO, MAYO DEL 2024
Calicata : C3 - M2
Tipo de suelo : Grava Uniforme (GP)

ASENTAMIENTO ELÁSTICO

$$S_e = \frac{q \cdot (\alpha \cdot B)^2 \cdot I_s \cdot I_f \cdot (1 - u^2)}{E_s}$$

PARA CIMIENTO CUADRADO PROPUESTO:



| | | | |
|--|------------|-------|--------------------|
| Ancho de Cimentación: | L= B= | 1.40 | m. |
| | | 140 | cm |
| Profundidad de Desplante: | Df= | 1.30 | m. |
| | Df/B= | 0.9 | |
| | L/B= | 1.00 | |
| Factor que depende de la posición de la cimentación: | α = | 1.12 | |
| Factor de forma-cimentación: | I_s = | 0.520 | |
| Factor de profundidad: | I_f = | 0.656 | |
| Módulo de Elasticidad: | E_s = | 200 | kg/cm ² |
| Módulo de Poisson: | u = | 0.35 | |
| Presión por Carga asumida: | q = | 1.60 | kg/cm ² |

| | |
|------------------------------|--------------|
| Se (cm) flex. esq: | 0.552 |
| Se (cm) flex. cent: | 1.104 |
| Se (cm) rígida Total: | 0.884 |
| Sd (cm) diferencial: | 0.635 |
| Distorsión Angular: | 0.0018 |

Para el cálculo del asentamiento, en el centro de la cimentación:

CÁLCULO DEL ASENTAMIENTO (FLEXIBLE):

$$S_e = 1.104 \text{ cm}$$

Por tanto el asentamiento máximo en esta zona es inferior a lo permisible 2.54 cm. (1").

CÁLCULO DEL ASENTAMIENTO (RÍGIDO):

$$S_e = 0.884 \text{ cm}$$


Luis D. Gallardo Murpa
 GERENTE GENERAL
 INGEMAT GALLARDO S.A.C.


Ing. Liseth M. Chirinos Vasquez
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP: 315802

Plano de ubicación de calicatas

Figura 28: Mapa del departamento de la Libertad



Figura 29: Mapa de provincia de Trujillo



Figura 30: Mapa de la zona de estudio



Figura 31: Mapa de la ubicación de las calicatas

