



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

“Influencia de las grietas en los elementos estructurales de concreto armado en una edificación de 7 pisos, Los Olivos, 2023”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Ruiz Huaman, Elionay (orcid.org/0000-0001-5157-0159)

ASESOR:

Mg. Corzo Aliaga, Agustin Victor (orcid.org/0000-0002-7606-4348)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico y adaptación al cambio climático

LIMA - PERÚ

2023

Dedicatoria

Esta tesis es el resultado de mucho esfuerzo en conjunto y es dedicado a mi madre, familia quienes son los pilares en nuestras vidas, y amigos quienes a lo largo de este camino nos acompañan en todo momento con completa confianza.

Agradecimiento

Agradecer primeramente a nuestro divino creador y padre celestial Dios. A mi madre, mi familia por ser aquella parte fundamental de nuestra superación, forjando a seres con ética y valores, que siempre han permitido salir adelante. También agradecer al Mg. Corzo Aliaga, Agustín Víctor por tener las ganas y el entusiasmo para enseñarnos y apoyarnos en todo el desarrollo de la investigación para obtener nuestros objetivos con éxito.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, CORZO ALIAGA AGUSTIN VICTOR, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis Completa titulada: "Influencia de las grietas en los elementos estructurales de concreto armado en una edificación de 7 pisos, Los Olivos, 2023", cuyo autor es RUIZ HUAMAN ELIONAY, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 15.00%, 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 Completa 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.

LIMA, 02 de Diciembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
CORZO ALIAGA AGUSTIN VICTOR DNI: 32789955 ORCID: 0000-0002-7606-4348	Firmado electrónicamente por: ACORZOA el 02-12- 2023 22:23:02

Código documento Trilce: TRI - 0677492



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, RUIZ HUAMAN ELIONAY estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis Completa titulada: "Influencia de las grietas en los elementos estructurales de concreto armado en una edificación de 7 pisos, Los Olivos, 2023", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis Completa:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido 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 asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
ELIONAY RUIZ HUAMAN DNI: 75769686 ORCID: 0000-0001-5157-0159	Firmado electrónicamente por: RERUIZR el 02-12- 2023 21:47:58

Código documento Trilce: TRI - 0677490

Índice de contenidos

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR	v
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA.....	19
3.1 Tipo y diseño de investigación	19
3.2 Variables y operacionalización.....	20
3.3 Población muestra y muestreo, unidad de análisis	21
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	21
3.5 Procedimientos	22
3.6 Método de análisis de datos.....	30
3.7 Aspectos éticos	30
IV. RESULTADOS	31
V. DISCUSIÓN.....	70
VI. CONCLUSIONES.....	73
VII. RECOMENDACIONES	74
REFERENCIAS.....	75
ANEXOS	84

Índice de tablas

Tabla 1. Agrietamiento en los elementos estructurales.....	37
Tabla 2. Carga muerta	39
Tabla 3. Sobrecargas	40
Tabla 4. Datos para el análisis estructural	41
Tabla 5. Periodos	45
Tabla 6. Cortante sísmica	45
Tabla 7. Derivas	46
Tabla 8. Datos para el análisis estructural	52
Tabla 9. Periodos	54
Tabla 10. Cortante sísmica.....	55
Tabla 11. Derivas	55
Tabla 12. Rigidez en dirección x-x	56
Tabla 13. Rigidez en dirección y-y	56
Tabla 14. Fuerza cortante en dirección x-x	57
Tabla 15. Fuerza cortante en dirección y-y	57
Tabla 16. Irregularidad de masa o peso	58
Tabla 17. Irregularidad torsional en dirección x-x.....	58
Tabla 18. Irregularidad torsional en dirección y-y.....	59
Tabla 19. Irregularidad en planta.....	59
Tabla 20. Irregularidad en altura	59
Tabla 21. Verificación en dirección x-x.....	60
Tabla 22. Verificación en dirección y-y.....	60
Tabla 23. Modos de vibración	62
Tabla 24. Sismo de diseño en dirección X - X.....	63
Tabla 25. Sismo de diseño en dirección Y- Y.....	64
Tabla 26. Estadística descriptiva de grietas en los elementos estructurales....	65

Tabla 27. Prueba de hipótesis de la influencia de las grietas.....	66
Tabla 28. Estadística descriptiva del origen y causas de las grietas.....	66
Tabla 29. Prueba de hipótesis del origen y causas de las grietas.....	67
Tabla 30. Estadística descriptiva del análisis sísmico de la edificación agrietada	67
Tabla 31. Prueba de hipótesis del análisis sísmico de la edificación agrietada	68
Tabla 32. Estadística descriptiva de las medidas de reparación de grietas y rediseño de la edificación.....	68
Tabla 33. Prueba de hipótesis de las medidas de reparación de grietas y rediseño de la edificación.....	69
Tabla 34. Derivas de piso de la tesis de Ospino Freddy y Martínez Jorge.....	71
Tabla 35. Derivas de la edificación agrietada de la presente tesis.....	71

Índice de figuras

Figura 1. Ensayo de diamantina.....	13
Figura 2. Ensayo de esclerometría.....	13
Figura 3. Medidor de ancho de grieta.....	14
Figura 4. Prueba de ultrasonido	15
Figura 5. Resistencia a la compresión	15
Figura 6. Resistencia a la tracción	16
Figura 7. Resistencia a la flexión.....	16
Figura 8: El vernier se utiliza para medir ancho y profundidad de elementos.	17
Figura 9. El software Etbas	18
Figura 10. Inspección visual realizada en la edificación estudiada	23
Figura 11. Medición de ancho y profundidad de las grietas utilizando el vernier	23
Figura 12. Detector del acero para no ser perforado.....	24
Figura 13. Identificación del punto para realizar el ensayo	24
Figura 14. Preparación del equipo para empezar con el ensayo de diamantina	25
Figura 15. Inicio del ensayo de diamantina	25
Figura 16. Proceso del ensayo diamantina	25
Figura 17. Inicio de la extracción del bloque de concreto.....	25
Figura 18. Extracción de la porción de concreto	25
Figura 19. Medición del bloque de concreto.....	25
Figura 20. Culminación del ensayo para después llevar la porción de concreto a laboratorio.	25
Figura 21. Retiro del tarrajeo, para que se vea el concreto de la columna	26
Figura 22. Detallando los puntos de rebotes	26
Figura 23. Realizando los rebotes con el equipo.....	26

Figura 24. Terminación de los rebotes	26
Figura 25. Valores obtenidos de los rebotes en la columna-01	26
Figura 26. Valores obtenidos de los rebotes en la columna-02.....	26
Figura 27. Valores obtenidos de los rebotes en la columna-03.....	26
Figura 29. Valores obtenidos de los rebotes en la columna-05.....	27
Figura 28. Valores obtenidos de los rebotes en la columna-04.....	26
Figura 30. Valores obtenidos de los rebotes en la columna-06.....	27
Figura 31. Profundidad de la calicata	27
Figura 32. Terminación de la excavación de la calicata	28
Figura 33. Modelamiento de la estructura en Etabs	28
Figura 34. Modelamiento de la estructura reestructurada en Etabs	29
Figura 35. La edificación de 7 niveles	31
Figura 36. Mapa Político de Perú	32
Figura 37. Mapa Político de Lima.....	32
Figura 38. Mapa distrital de Los Olivos	33
Figura 39. Ubicación de la edificación en tiempo real	33
Figura 40. Medición con vernier el tamaño de abertura de grieta	35
Figura 41. Tamaño de abertura de grieta en viga	36
Figura 42. Tamaño de abertura de grieta en elemento estructural-columna....	36
Figura 43. Modelo del edificio de 7 niveles en Etabs	40
Figura 44. Mapa de peligro sísmico de la norma técnica E.030.....	42
Figura 45. Análisis de esfuerzos internos.....	43
Figura 46. Diagrama de momentos	44
Figura 47. Diagrama de cortantes	44
Figura 48. Pasos para sellar una grieta o fisura	47
Figura 49. Pistola para inyección en grietas.....	48
Figura 50. Reparación de grieta	48

Figura 51. Vista del modelado de la estructura reestructurada	51
Figura 52. Vista frontal y lateral de la edificación	51
Figura 53. Planta Estructural 1er nivel / 6to nivel	51
Figura 54. Planta estructural de la azotea	52
Figura 55. Análisis de esfuerzos internos.....	53
Figura 56. Diagrama de momentos	53
Figura 57. Diagrama de cortantes	54
Figura 58. $T_1 = 0.495$ s – Traslacional en X.....	61
Figura 59. $T_2 = 0.379$ s –Traslacional en Y.....	61
Figura 60. $T_3 = 0.264$ s –Torsional o rotacional	62
Figura 61. Desplazamientos y Drifts máximos de piso en la dirección X-X.....	63
Figura 62. Desplazamientos y Drifts máximos de piso en la dirección Y-Y	64

Resumen

La presente tesis tiene como objetivo general “evaluar la influencia de las grietas en los elementos estructurales de concreto armado en una edificación de 7 pisos, Los Olivos 2023. El tipo de investigación es aplicada, cuyo enfoque es cuantitativo, es de diseño no experimental y su nivel de investigación es explicativo. Por otro lado, la población está conformada por todos los edificios de 7 pisos de pisos de Los Olivos, asimismo la muestra es un edificio de 7 niveles, y su muestreo es no probabilístico por conveniencia del investigador. La técnica es de observación y los instrumentos de recolección de datos que se utilizó es ficheros de recolección de datos, Software (Etabs, Excel, AutoCAD).

Uno de los principales resultados es que la edificación agrietada no cumple con los parámetros de la norma E.030, dado que sus derivas superan 0.007 de los que establece la norma. Se concluye que las grietas deben ser estudiadas y reparadas con prontitud, para que la estructura no pierda resistencia a soportar cargas.

Palabras clave: Grietas, concreto armado, estructura, comportamiento estructural.

Abstract

The general objective of this thesis is to “evaluate the influence of cracks in the structural elements of reinforced concrete in a 7-story building, Los Olivos 2023. The type of research is applied, whose approach is quantitative, it is non-experimental in design and its level of research is explanatory. On the other hand, the population is made up of all the 7-story buildings of Los Olivos, likewise the sample is a 7-story building, and its sampling is non-probabilistic for the convenience of the researcher. The technique is observation and the data collection instruments used are data collection files, Software (Etabs, Excel, AutoCAD).

One of the main results is that the cracked building does not comply with the parameters of the E.030 standard, given that its drifts exceed 0.007 of those established by the standard. It is concluded that the cracks must be studied and repaired promptly, so that the structure does not lose resistance to supporting loads.

Keywords: Cracks, reinforced concrete, structure, structural behavior.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial las grietas en los elementos estructurales de concreto armado es una preocupación común en la construcción y en la ingeniería civil debido a su impacto en la resistencia estructural, la apariencia estética, la infiltración de agua, los costos de reparación, los riesgos de seguridad y los posibles retrasos en la construcción. Por ello, “las grietas logran ser una amenaza en el mediano y largo plazo a la durabilidad de las estructuras, cuando estas no son reparadas en su tiempo determinado” (Sotomayor 2018).

Si bien es cierto las grietas “son las manifestaciones patológicas más comunes que se encuentran en las estructuras de hormigón, apareciendo normalmente como consecuencia de esfuerzos de tracción, que el hormigón tiene dificultad para absorber”. Entre los tipos de grietas que se producen están “las provocadas por fenómenos térmicos o por retracción (que no son riesgos estructurales, pero pueden comprometer la estanqueidad y el comportamiento), y las debidas a la falta de capacidad de la estructura para absorber esfuerzos de tracción, ya sea por subestimación de las fuerzas durante el dimensionamiento o al disminuir la resistencia del material”. (Silva, MTA, 2019, pág. 80).

En el Perú mayormente los “fenómenos de agrietamiento, incluyendo la ramificación y coalescencia de grietas, son esperados en los elementos de concreto cuando ocurre un estado de tensión de tracción significativo”. También el hormigón “que pertenece a los materiales cuasi-frágiles, posee una resistencia a la tracción muy pequeña, lo que resulta en un material relativamente débil y quebradizo bajo tensión” (Elsevier BV, 2022 pág. 599)

Por otro lado “el deterioro de la estructura de hormigón armado provocado por la corrosión de las barras de refuerzo se ha incrementado como consecuencia de las fisuras en la superficie de recubrimiento de hormigón”. (O. Troconis de Rincón, 2018 pág. 318)

Por lo tanto “el comportamiento a cortante en las vigas de concreto armado aún no se comprende debido a su complejidad, las estructuras de hormigón por defecto están llenas de grietas”. (H.S.S Abou El-Mal, A.S. Sherbini y H.E.M Sallam, 2018, pág. 1)

En el distrito de Los Olivos es muy común ver edificaciones un poco antiguas, por lo tanto el acero con el tiempo empieza a oxidarse, debido a la oxidación empieza la corrosión, por lo cual es una de las causas que las estructuras empiezan agrietarse. También influye mucho la autoconstrucción debido a esto se construyen muchas edificaciones incumpliendo el Reglamento Nacional de Edificaciones, producto de todo esto se ha detectado muchas estructuras con sobrecargas, por lo tanto se han desarrollado grietas en sus elementos estructurales, así en la Av Universitaria con Tomas Valle se ha identificado una estructura de 7 niveles con grietas en sus elementos estructurales de concreto armado, la cual va a ser estudiada en la presente investigación.

Teniendo en cuenta lo que viene hacer realidad problemática, se hizo la siguiente interrogante como problema general: ¿Cómo influyen las grietas en los elementos estructurales de concreto armado en una edificación de 7 pisos, Los Olivos 2023? Estableciendo los siguientes problemas específicos: ¿Cuál es el origen y causas de las grietas en los elementos estructurales de concreto armado, mediante la inspección visual?; ¿Cómo es el comportamiento estructural de la edificación con grietas en los elementos estructurales de concreto armado?; ¿Cuáles serían las medidas de rehabilitación y reparación de grietas, y el rediseño de la estructura agrietada según el RNE?

Asimismo, la justificación de la investigación radica en la importancia de comprender y abordar adecuadamente las grietas en los elementos estructurales de concreto armado en las estructuras de Los Olivos. Este estudio de las grietas es esencial para comprender su origen, evaluar su gravedad y determinar las medidas correctivas necesarias. Además, el comportamiento estructural de las edificaciones se ve directamente afectado por la presencia de grietas, ya que pueden debilitar la resistencia y la rigidez en cada elemento estructural, comprometiendo la seguridad de las personas y la integridad de las construcciones. Por lo tanto, esta investigación es fundamental para asegurar la durabilidad, seguridad y sostenibilidad de las edificaciones. Los resultados obtenidos de este estudio proporcionarán conocimientos técnicos y herramientas prácticas para abordar eficazmente las grietas en las columnas de concreto armado, promoviendo así estructuras de mejor calidad y la eficiencia en la industria de la construcción.

Por ello se abordó el siguiente objetivo general: Evaluar la influencia de las grietas en los elementos estructurales de concreto armado en una edificación de 7 pisos, Los Olivos 2023. Por otra parte, los objetivos específicos serían: Determinar el origen y causas de las grietas en los elementos estructurales de concreto armado, mediante la inspección visual. Analizar el comportamiento estructural de la edificación con grietas en los elementos estructurales de concreto armado. Proponer medidas de rehabilitación y reparación de grietas, y rediseñar la estructura agrietada de acuerdo al RNE. La investigación tendrá como hipótesis general: El análisis de las grietas en los elementos estructurales de concreto armado influyen negativamente en una edificación de 7 pisos, Los Olivos 2023. Asimismo, las siguientes hipótesis específicas: El origen y causas de las grietas en los elementos estructurales de concreto armado es determinante mediante la inspección visual. El comportamiento estructural de la edificación con grietas en los elementos estructurales de concreto armado no será el adecuado. Las medidas de rehabilitación y reparación de grietas, y el rediseño de la estructura agrietada serán los adecuados basados en los resultados del análisis.

II. MARCO TEÓRICO

Según Bardales Oscar (2021), en su tesis tuvo como objetivo “identificar las principales causas de las grietas y fisuras de la vivienda Los Cipreses II en la provincia de Cajamarca”. El autor ha considerado el diseño de su investigación no experimental y de tipo cuantitativa. Como resultado indica “que las principales causas de las grietas y fisuras en la estructura estudiada fueron ocasionadas por el uso de la edificación (1%), mala calidad de materiales (8%), diseño estructural (31%) y deficiente mano de obra (60%)”. Asimismo, concluye “que la principal causa de agrietamiento y fisuración en la estructura estudiada fueron por falla humana (91%)”.

Según Ospino Freddy y Martínez Jorge (2021), en su tesis tuvo como objetivo “evaluar los efectos del agrietamiento de una edificación con pórticos tradicional en Colombia de concreto armado mediante modelos estadísticos”. Los autores han considerado el diseño de su investigación no experimental y de tipo cuantitativa. Como resultado indicó que “por el impacto de las grietas la edificación presenta deformaciones y desplazamientos muy elevados, también las derivas no cumplen con lo establece la NSR-10”. De la misma manera concluye “que los desplazamientos horizontales analizados en las estructuras podrían sufrir alteraciones por efectos de las grietas”.

Según Ramírez Tommy (2018), en su tesis su objetivo fue “determinar cómo influyó el agrietamiento en la respuesta sísmica en un sistema dual en edificaciones de concreto armado”. El autor ha considerado el diseño de su investigación no experimental y de tipo aplicada. Asimismo, de los resultados indica que “la cortante y el momento de las columnas, vigas, losas aumentan ambos hasta un indicador de 1.2, es decir el 20% en función al modelo determinístico”. Además, concluye que “al considerarse los factores de reducción de inercia en columnas, placas y vigas de forma independiente, se determinó que el agrietamiento influye en las vigas en mayor medida que en columnas y placas”.

Según Julio Atoche (2018), en su tesis tuvo como objetivo “establecer la relación del fisuramiento de las losas aligeradas de concreto armado a temperaturas

altas". El autor ha considerado el diseño de su investigación no experimental y de tipo aplicada. Uno de los principales ensayos fue Ensayo de Esclerometría. Asimismo, "luego de analizar los hallazgos de su investigación, llega a la siguiente conclusión: "Si bien las temperaturas extremas pueden causar fisuras, este no es el único factor que contribuye a ellas; otros factores, como la humedad relativa y la velocidad del aire, también son importante." Sin embargo, se demostró mediante un modelo matemático que cuando la temperatura ambiente disminuía, la probabilidad de experimentar una fisura plástica disminuía.

Según García Rosa (2019), en su tesis tuvo como objetivo "establecer la sostenibilidad de las edificaciones de concreto armado evaluando y reparando grietas a través del ACI 224". El autor ha considerado el diseño de su investigación experimental y de tipo aplicada. De los resultados obtenidos, "Dado que todas las grietas existentes actualmente son bien conocidas, pero no se han causado daños estructurales a la estructura como resultado, la estructura aún es capaz de funcionar como lo ha hecho hasta este momento. En consecuencia, se afirma que " a través de la Comité ACI 224, se determinó que las edificaciones son sustentables luego de haber sido evaluadas o en algunas partes reparadas".

Según Quispe Katherine (2018), en su tesis tuvo como objetivo "proponer técnicas sostenibles para reparar grietas en hormigón armado en edificios". Los tipos de investigación son de diseño experimental y aplicado. Asimismo, concluye que "dado que están relacionadas con las condiciones ambientales en las que se encuentra el edificio, las técnicas de restauración sustentable propuestas en el trabajo ya se utilizan en la capital argentina y por lo tanto se justifica su uso en Lima". Además, "puede aplicarse a edificios con en regiones con condiciones ambientales comparables, esto podría allanar el camino para estudios adicionales sobre el agrietamiento inherente del hormigón".

Según Silva MTA (2019), el objetivo de este trabajo fue validar o poner a prueba el uso de ultrasonido para determinar la profundidad de las grietas en el concreto, empleando un modelo matemático previamente descrito en la literatura. El método utilizado consistió en la creación de bloques de concreto que representaban elementos estructurales reales, en los cuales se generaron grietas para estimar sus profundidades utilizando el modelo matemático desarrollado por Bungey y Millard (2005) y Grantham (2006). De tal manera los

resultados obtenidos de las profundidades de las fisuras (h') en las Series I, II y III, mediante la aplicación del modelo matemático, indicaron que se pudo calcular la profundidad en el 88,5% de las observaciones. Sin embargo, en el 11,5% restante no fue posible determinar la profundidad debido a que el tiempo de propagación de la onda en la zona fisurada fue menor que en la zona no fisurada, lo cual hizo imposible la aplicación del modelo. Además, se observó una variación significativa en los resultados del modelo para las tres series. En conclusión, este estudio brinda información clara sobre la localización de grietas en el concreto, ya que el tiempo de propagación de la onda se considera más largo en las áreas con grietas en comparación con las áreas de concreto intacto.

Según Elsevier BV (2022), el objetivo de su trabajo es “evaluar el comportamiento de agrietamiento, en términos de ancho de fisura y espaciamiento de fisura, en estructuras de hormigón armado”. La metodología que se utilizó fue un “modelo numérico empleado para realizar el análisis de fisuración. Dicho modelo puede simular el comportamiento de fisuración difusa de los elementos de hormigón”, el cual es el Modelo de Interfaz Difusa. De esta manera los resultados se pueden “ver que el modelo de interfaz difuso adoptado permite simular fácilmente la propagación de fisuras y todos los fenómenos de agrietamiento, incluida la ramificación y coalescencia de fisuras”. Por lo tanto, se concluye que “en términos de curva de carga y patrones de fisuras, han demostrado la capacidad de este modelo para identificar con una precisión razonable los complejos procesos de fisuración no lineal que ocurren dentro de los elementos estructurales de CR”.

Según H.S.S Abou El-Mal, A.S. Sherbini y H.E.M Sallam (2018), el objetivo de su trabajo es “evaluar el efecto de la posición y el tamaño de las grietas de corte en el comportamiento de corte y flexión”. El método que se utilizó fue que “se diseñó un programa experimental, lo cual se probaron diez muestras de vigas bajo cargas estáticas para varias combinaciones de tamaños y posiciones de grietas”. Asimismo, los resultados en el “caso de la viga Fo, es evidente una mayor difusión de las grietas por flexión, se monitorearon más de 12 grietas en la misma región a un nivel de carga más alto (140 kN)”. Por otro lado “La grieta de cortante cambió su dirección de propagación y se retorció hacia el punto de carga a una carga de 107 y 150 kN”. De esta manera se concluye que “la fuerza

impulsora de la grieta por cortante aumenta al aumentar la longitud de la grieta, mientras que la fuerza impulsora de la grieta por tracción reduce notablemente al aumentar la longitud de la grieta”.

Según T.A. Chrysanidis y V. P. Panoskaltis (2022), su investigación tiene como objetivo desarrollar una ecuación empírica, prediciendo el ancho promedio de las grietas. El método que se utilizó fue un “programa experimental el cual se investigó elementos de hormigón armado en el contexto de su comportamiento en relación con la tensión uniaxial, en particular las características mecánicas relacionadas con el comportamiento de fisuración, por ejemplo, el número, ancho y espaciado de las grietas”. Por lo tanto, los resultados “para las probetas de alto refuerzo, el número de grietas que aparecen aumenta en una grieta por cada grado de elongación (10‰, 20‰, 30‰) y permanece constante a partir de entonces, para el grado de elongación de 50‰”. “Parece que el aumento de la relación de refuerzo provoca una mayor alteración del material de hormigón”. Asimismo, se concluye que “una mayor proporción de refuerzo longitudinal conduce a menores anchos de grieta y espaciamiento, para los valores mínimo, máximo y promedio de estas características”.

Según J. Červenka (2018), su investigación tiene como objetivo “abordar el modelo de banda de grietas en el análisis de elementos finitos de fractura de concreto en la práctica de ingeniería”. El método que se utilizó fue “el modelo de fracturamiento, que tiene en cuenta el desarrollo de grietas por tracción”. Por lo cual los resultados se “muestran que el agrietamiento comienza como un comportamiento dominado por cortante. Sin embargo, la falla final está dominada por el aplastamiento del hormigón en la parte superior de la biela de corte diagonal”. Asimismo, se concluye que “el método de la banda de grietas es con mucho, el enfoque más exitoso en el modelado del comportamiento no lineal de las estructuras de hormigón armado”.

Según Margarita, Mayra y Estrella (2022), el objetivo de su estudio fue “analizar el comportamiento estructural del hotel Perla de Cuba”, la metodología que utilizaron fue “el levantamiento de lesiones, evaluando posibles causas, y a partir de ahí se definen áreas y elementos a investigar mediante equipos e instrumentos especializados, después evaluaron el comportamiento estructural del edificio mediante el software ETABS versión 18”. De tal manera los resultados

“se aprecia que el edificio tiene un comportamiento inadecuado ante el efecto de la carga sísmica”. Se cumple con el “período fundamental pues no sobrepasa los valores establecidos por norma, sin embargo, se incumple con los coeficientes sísmicos debido a que superan el 20 % que recomiendan los códigos (IBC)”. Asimismo, se concluye que la “respuesta dinámica es inadecuada; lo cual condiciona una elevada demanda sísmica que supera la capacidad en las columnas y vigas ubicadas en las zonas 2 y 3 (columnas y vigas)”.

Según Schwantes-Cezario, N. Peres, Fruet, TK Nogueira, Toralles, y Cezario (2018), cuyo objetivo fu “evaluar el desempeño de dos mezclas de concreto con la adición de esporas *B. subtilis* en cuanto a su capacidad de rellenar fisuras durante el tiempo de curado”. El método que utilizaron para evaluar el relleno de fisuras por adición de esporas, “se extrajo una rebanada de 2 centímetros de cada concreto ($n=3$), estos cortes fueron enviados a la prensa hidráulica al séptimo día de curado para aplicar una fuerza para simular una fisura”. De tal manera los mediante el análisis de los resultados, “se observó que hubo una disminución en la resistencia media de las muestras con esporas añadidas en comparación con la referencia”. “Esta disminución en la proporción de mezcla 1:1:2 fue de 20.06 y 16.58% para los tratamientos 0.3×10^8 y 1.2×10^8 esporas/mL, respectivamente”. Por otro lado, para la proporción de mezcla 1:2:3 la diferencia fue mayor, correspondiendo a 63.63 y 23.28% para los tratamientos 0.3×10^8 y 1.2×10^8 esporas/mL. Asimismo, se concluye de los resultados experimentales “se verificó que hubo un relleno visual de fisuras cuando se agregaron las esporas de *B. subtilis* en las dos concentraciones estudiadas (0.3×10^8 y 1.2×10^8 esporas/mL)”. Sin embargo, “el análisis por microscopio con cámara adjunta es solo un análisis visual, para confirmar que hubo un cierre de fisuras sería necesario un análisis microestructural”.

Según Pinheiro, SMM, Costa Júnior, MP (2021) su investigación tiene como objetivo comprobar la conexión entre el movimiento de cargas que atraen grietas y la durabilidad del concreto. Para ello se usaron especímenes de prueba que fueron expuestas a cargas las cuales se compararon con los especímenes que no se expusieron a dichas cargas. En este sentido, los efectos que se obtuvieron evidenciaron que una grieta (cuando está constantemente abierta) puede intervenir en la microestructura del concreto a lo largo del tiempo, dependiendo

de la vía preferida para el acceso de agentes impetuosos y microorganismos. En ese sentido, se ve que la grieta pudo haber sido una vía de ingreso de estos microorganismos, lo que puede obtener resultados en la durabilidad. Por lo tanto, se concluye “que para los hormigones que fueron estudiados sería mejor un periodo mayor de exposición al ambiente, para tener resultados más significativos”.

Según Mattias Blomfors, Carlos G. Berrocal, Karin Lundgren y Kamyab Zandi (2021), el objetivo de su investigación es “desarrollar una metodología de modelado para incorporar grietas preexistentes en el análisis finito (FE) para mejorar las evaluaciones estructurales”. Asimismo, se investigaron dos enfoques diferentes: “el debilitamiento de los elementos continuos en la posición de una grieta y la introducción de elementos de grieta discretos con propiedades debilitadas”. Por ello en ambos enfoques, se utilizó un modelo basado en la deformación total en los elementos continuos. Por lo tanto, de los resultados “se identificaron como causas probables las propiedades de unión dañadas y el cierre de grietas en la zona compresiva”. Además, “se demostró que la elección de la retención de cortante utilizada para los elementos debilitados afecta notablemente la capacidad y ductilidad”. En conclusión, el enfoque de elementos debilitados fue el más sencillo de implementar. Requería menos tiempo y condujo a una mejor concordancia con los resultados experimentales, en comparación con el enfoque de grietas discretas. También se concluye “que el enfoque de elementos debilitados es prometedor para las evaluaciones estructurales del mañana”.

BASES TEÓRICAS

Concreto armado

Según el ACI el concreto armado es "un material compuesto estructural que se forma al combinar acero y concreto, de lo cual el acero provee la resistencia a la tracción y el concreto proporciona la resistencia a la compresión".

Grietas en los elementos estructurales

Según ACI (American Concrete Institute), las grietas son aberturas que ocurren debido a la tensión originada por cargas, deformaciones o contracciones. ACI clasifica las grietas en función de su ancho y profundidad, dividiéndolas en grietas microscópicas, grietas capilares y grietas visibles.

Asimismo, PCA (Portland Cement Association), define las grietas como aberturas lineales que se producen debido a la expansión y contracción térmica, asentamientos diferenciales, sobrecargas, reacciones químicas internas o acciones sísmicas

¿Por qué se dan las grietas en los elementos estructurales?

Según Cristian Sotomayor C (2020), nos indica que la mayor parte de las grietas y fisuras suceden debido a deficiencias en el proceso de diseño estructural y/o prácticas de construcción inadecuadas, algunas de las cuales se especifican a continuación:

- Omisión de juntas de contracción, aislamiento y/o fabricación de juntas inadecuada.
- Elaboración insuficiente de la superficie de vertido del hormigón.
- Uso de concreto con exceso de finos, alto asentamiento o alto contenido de agua en la mezcla o durante el vertido en el lugar.
- Acabado o terminación inadecuados.
- Curado inadecuado o inexistente en el lugar.

Grietas estructurales

"Las Grietas estructurales son aperturas o separaciones de los elementos que forman una estructura, que pueden reducir la capacidad de carga y la integridad estructural de la misma". (M. Y. H. Bangash, Structural Details in Concrete, 1990)

Según T. Y. Lin, Lateral Forces (1983), las grietas estructurales "son deformaciones no deseadas que aparecen en las estructuras como resultado de la acción de cargas o condiciones ambientales, y pueden afectar la capacidad de la edificación para soportar cargas o comprometer su estabilidad".

Grietas no estructurales

Por grietas no estructurales se entienden las "grietas provocadas por el fraguado y dureza del hormigón, por ejecución incorrecta, armado erróneo, recuperación descuidada, se descuidan durante el vertido, el curado, y muchas posibles ocurrencias que podrían formar el surgimiento de este tipo de grietas". (Alario, 2012, pág. 8).

Grietas en estado plástico

"Las grietas en estado plástico se originan mayormente en losas y pisos, y de manera general aparecen luego de que el agua haya salido de la superficie del concreto, y a menudo muestran asentamientos significativos y no tienen el mismo modelo o simetría". Este tipo de grietas" especialmente en climas cálidos, primordial razón de su aparición es porque se evapora el agua muy rápido de la superficie superior del hormigón, a un ritmo significativamente superior al de la filtración". (Toirac José, 2004, pág. 80).

Comportamiento estructural

Según Arthur H. Nilson (2001), El comportamiento estructural es "el estudio de la resistencia, rigidez y estabilidad de las estructuras y de los principios y métodos que gobiernan su diseño y análisis". Se centra "en comprender cómo las fuerzas y cargas externas actúan sobre los elementos estructurales, así como muros portantes, losas, vigas, columnas, placas, etc, y cómo estos elementos responden a esas cargas".

Capacidad de la estructura

Se refiere a la capacidad de la edificación para resistir las cargas en las cuales está sometida sin sufrir fallas o deformaciones excesivas. "La capacidad de una estructura va depender de varios componentes, ya sea los tipos de materiales utilizados, el diseño estructural, las condiciones de carga y las normas de seguridad y diseño aplicables". Arthur H. Nilson (2001).

Cemento

Según la American Concrete Institute (ACI): "El cemento es un material pulverizado que cuando se mezcla con agua, forma una pasta que se adhiere y endurece ya sea en el aire como bajo el agua, y que en estado endurecido mantiene su resistencia y estabilidad incluso bajo agua".

Arena Gruesa

En el libro "Materiales de construcción" de Federico García Llamas, se menciona que la arena gruesa es aquel material que contiene partículas cuyo tamaño varía entre 2 mm y 4.75 mm.

Piedra chancada

En el libro "Materiales de construcción" de Federico García Llamas, se menciona que "esta piedra se identifica por una textura dura, lo cual no se rompe con facilidad. Asimismo, no debe ser porosa ni adherirse a su superficie arcilla, polvo o suciedad. Su aplicación es principalmente en la preparación de hormigón armado para columnas, vigas y techos".

ENSAYOS

Ensayo de diamantina

Según la norma del ASTM fue propuesto para encontrar la resistencia del concreto. Es tipo de ensayo se realiza en determinados casos ya sea para verificar que tipo de concreto se utilizó en una estructura. La prueba de diamantina es un ensayo no destructivo del concreto.



Figura 1. Ensayo de diamantina

Ensayo de Esclerometría

Para la norma ASTM C805 establece que “este ensayo proporciona una medición de la dureza superficial del concreto, y se emplea para evaluar la resistencia a la compresión del concreto”. Dicha norma “sugiere una correspondencia entre los valores de esclerometría y la resistencia a la compresión, pero no proporciona una relación directa”.



Figura 2. Ensayo de esclerometría

Medidor de ancho de Grietas con escala visual

Según el ACI, este tipo de medidor consiste en una escala graduada en la que se coloca una regla o una plantilla junto a la fisura. La escala tiene marcas que indican el ancho de la fisura en milímetros o fracciones de pulgada. El usuario alinea la escala con los bordes de la fisura y determina el ancho mediante la marca que coincida con la abertura de la fisura. Este enfoque proporciona una medida aproximada del ancho de la fisura y es adecuado para evaluaciones rápidas y simples.



Figura 3. Medidor de ancho de grieta

Prueba de ultrasonido para estimar la profundidad de las grietas

El método está basado en la NTC 4325 y BS 1881 parte 203 o ASTM C597, “radica en ondas que atraviesan el concreto, transmitidas por dispositivos denominados transductores, los cuales tienen la misión de transportar energía y convertirla a la velocidad de la onda dentro de la masa de valor concreto, expresado en metros por segundo”. Al final de la prueba, “se logra la velocidad del pulso, que luego se correlacionará para establecer el valor de la resistencia específica del concreto”. La prueba ultrasónica del concreto es un método eficaz para evaluar la calidad y la uniformidad y estimar la profundidad de la fisura.



Figura 4. Prueba de ultrasonido

Resistencia a la compresión

El ASTM (American Society for Testing and Materials), lo define como una prueba para establecer la capacidad de un material para resistir una carga axial compresiva. Se lleva a cabo aplicando una carga axial gradualmente creciente hasta la falla del material.



Figura 5. Resistencia a la compresión

Resistencia a la tracción

Callister, William D., Jr. (2014), en su libro *Materials Science and Engineering*: lo define como "un ensayo mecánico en la que una muestra del material se estira axialmente hasta la fractura. El resultado del ensayo se emplea para evaluar la resistencia y la ductilidad del material".



Figura 6. Resistencia a la tracción

Resistencia a la flexión

Según el ASTM, nos indica que el ensayo de flexión es un método utilizado para determinar la resistencia de flexión de elementos de construcción u otros materiales empleados en una edificación, así también para evaluar otras propiedades en la innovación de materiales.



Figura 7. Resistencia a la flexión

Vernier

Es un tipo de escala auxiliar o instrumento de medición utilizado para obtener mediciones precisas en dispositivos como calibradores o micrómetros. El vernier es una escala que se desliza a lo largo de otra escala principal y proporciona lecturas más detalladas que las que se pueden obtener directamente de la escala principal.

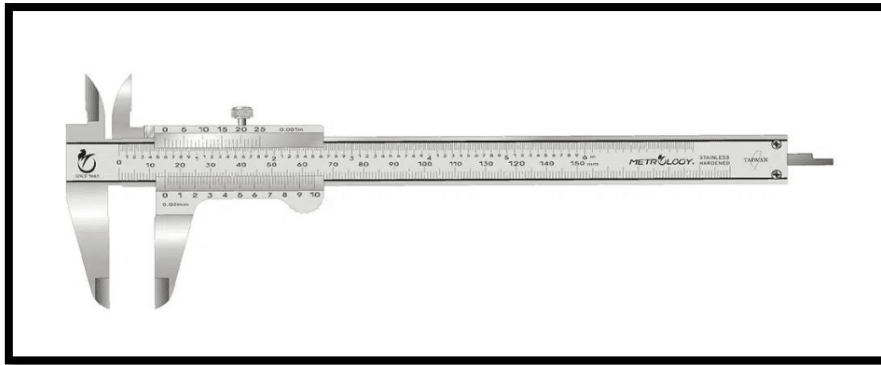


Figura 8. El vernier se utiliza para medir ancho y profundidad de elementos.

NORMA TÉCNICA E.030 DISEÑO SISMORRESISTENTE

“Esta norma determina los criterios y requisitos técnicos para el diseño sismorresistente de estructuras a nivel nacional, con el objetivo de reducir el riesgo sísmico y mejorar la seguridad de las construcciones”. Asimismo, incluye disposiciones para diversos aspectos relacionados con el diseño y la construcción de edificaciones, como los criterios de diseño estructural, las cargas sísmicas, la resistencia de los materiales, entre otros.

ETABS

Es un software de diseño y análisis estructural utilizado principalmente en ingeniería civil. Actualmente ha revolucionado en el análisis estructural y dimensionamiento de estructuras.

Este programa permite a los ingenieros y diseñadores realizar análisis estructurales avanzados y diseñar edificaciones de manera eficiente. Algunas de las principales características y capacidades de ETABS incluyen:

Análisis Estructural Avanzado: ETABS permite realizar análisis estáticos y dinámicos de estructuras tridimensionales, teniendo en cuenta factores como cargas de viento, sismo, temperatura, entre otros.

Diseño de Elementos Estructurales: Permite diseñar elementos como vigas, columnas, losas y muros, siguiendo códigos y estándares de diseño estructural.

Modelado Tridimensional: Facilita la creación de modelos 3D de edificaciones, lo cual es crucial para un análisis preciso.

Análisis de Esfuerzos y Deformaciones: ETABS proporciona información detallada sobre los esfuerzos y deformaciones que experimenta la estructura bajo diversas condiciones de carga.

Diseño Sísmico: Es especialmente destacado en la evaluación y diseño de estructuras para resistir cargas sísmicas, algo de suma importancia en áreas propensas a terremotos.

Interfaz Gráfica Intuitiva: Posee un interfaz muy detallado que facilita la creación, modificación y análisis de modelos.

Integración con Otros Software: Puede trabajar en conjunto con otros programas de ingeniería para realizar tareas específicas.

Generación de Informes y Documentación: Permite la creación de informes detallados y documentación técnica.

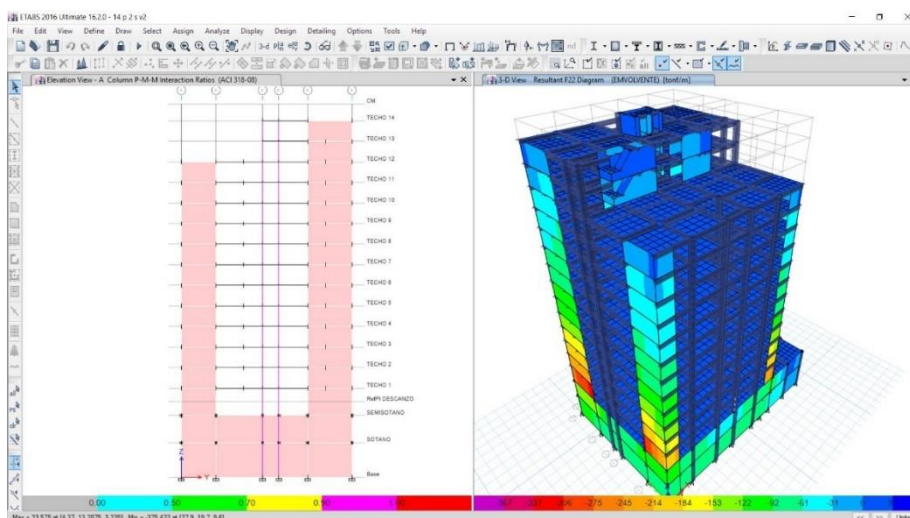


Figura 9. El software Etab

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

3.1.1 Tipo de investigación

Esta investigación es de **tipo aplicada**.

Para Reyes y Sánchez (2006), la investigación aplicada se enfoca en aplicar si es posible reproducir lo investigado. Se basa en teorías existentes ya comprobadas. (pág. 37)

Enfoque de investigación: será de enfoque cuantitativo.

Según Sampieri (2014), afirma que la investigación cuantitativa "busca describir, manifestar, demostrar y predecir los fenómenos (causalidad), crear y experimentar teorías".

3.1.2 Diseño de investigación

Para Chávez (2016), "el diseño no experimental estudia las situaciones, objetos e instituciones en un determinado contexto, sin manipular las condiciones ni variables". (Pag.136).

Por lo tanto, mi investigación será de **diseño no experimental** porque no manipularé la variable.

Nivel de investigación

La investigación pertenece al nivel **explicativo**:

Según Fidias G. Arias (2012), nos dice que la investigación explicativa busca la razón detrás de los hechos mediante la creación de relaciones causa-efecto.

3.2 Variables y operacionalización

La variable de investigación es cuantitativa.

1. **Variable independiente:** Influencia de las grietas en los elementos estructurales.

Definición conceptual: Las grietas son aberturas o roturas que se forman sobre o dentro de un elemento estructural. Estas grietas se pueden dar por distintos motivos los cuáles son: cargas excesivas, asentamiento diferencial, contracción y expansión térmica, diferencias en el diseño o construcción, movimiento del suelo, etc. (Sotomayor, 2018).

Definición operacional: "Determina los factores y causas de las grietas en los elementos estructurales de concreto armado, haciendo revisiones de fuentes bibliográficas y visitas del lugar que va ser estudiado, evaluado". (Sotomayor, 2018)

2. **Variable dependiente:** Edificación de 7 pisos

Definición conceptual: Según el código Internacional de Construcción (International Code Council, ICC): una edificación es "Cualquier estructura construida, independientemente de su tamaño, que tenga un techo y una ubicación fija en el suelo, o que esté unida a algo que tenga un techo y una ubicación fija en el suelo, y que esté permanentemente cerrada por cerramientos rígidos y aberturas protegidas".

Definición operacional: "Se basa en la observación y medición de las propiedades físicas y mecánicas de la edificación, tales como la rigidez, la resistencia, la capacidad de absorción de energía, la capacidad de deformación y la capacidad de redistribución de cargas". (Roberto Aguiar, Marcos Hinostroza y Luis Zambrano, 2017)

3.3 Población muestra y muestreo

3.3.1 Población

Según Quispe Alaya (2021), la población de una investigación son todos los elementos que participan del análisis del problema a investigar.

Por lo tanto, consideré como **población** todas las edificaciones de 7 niveles de pisos de Los Olivos.

3.3.2 Muestra

Según Quispe Alaya (2021), indica que la muestra es una porción o elemento que se extrae de la población para realizar dicho estudio de dicha investigación.

La **muestra** para la presente investigación será un edificio de 7 niveles de Los Olivos que presente grietas en sus elementos estructurales.

3.3.3 Muestreo

Será no probabilístico por conveniencia del investigador.

3.3.4 Unidad de análisis

Según Balcells, J (1994), la unidad de análisis es un segmento de la investigación que se escoge como único elemento para la base de una investigación.

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

Técnicas

La técnica de investigación científica se refiere al conjunto de métodos y procedimientos que se utilizan para establecer a cabo un estudio con el fin de obtener conocimientos y respuestas científicas (Rojas, 2011, p. 278).

Por ello, se optó por **la técnica** de observación.

Instrumentos de recolección de datos

- Ficheros de recolección de datos.
- Software (Etabs, Excel, AutoCAD), Reglamento Nacional de Edificaciones

Validez

Es un proceso que se emplea para elaborar instrumentos empleando dos tácticas que son la prueba y la consulta con expertos en el tema, lo cual son las mismas personas quien calificarán el instrumento y nos dirán si está bien, asimismo nos brindara recomendaciones para mejorar el diseño (Rojas, 2011, p. 281).

Por ello la **validación** será por dos expertos los cuales tienen conocimiento al tema.

Confiabilidad

La confiabilidad “son procesos en los cual se necesita la observación para esclarecer lo que sucede en un contexto dado, utilizando el tiempo, el lugar, y el contexto como elementos de una evaluación o investigación, de modo que se puedan intercambiar juicios con otros observadores, pueden ser evaluadores o investigadores”. Por tanto, “la confiabilidad refleja el grado de similitud entre las soluciones observadas y la relación entre evaluadores o investigadores”. (Hidalgo, 2016, p. 227).

Por lo expuesto por el autor, se especificará el agrietamiento en edificaciones de 7 niveles de Los Olivos en el presente año 2023, utilizando un total de 1 muestra de campo.

3.5 Procedimiento

Se ha realizado una búsqueda bibliográfica de artículos científicos en revistas indexadas como: Scielo, Redalyc, Scencedirect, Revistaalconpant, Revista ingeniería investiga, Mdpi y Qtanalytics, herramientas muy valiosas e importantes para obtener resultados más precisos en la búsqueda de información para la investigación, también se ha buscado tesis que vallan acorde de mi tema de investigación, siendo lo ideal máximo de 5 años de antigüedad que se considera desde el año 2018 hasta el año 2023. Para luego seleccionar, organizar de manera precisa y tener mayor conocimiento de la presente investigación.

Después de ello se realizó lo siguiente:

1. **Inspección visual:** Se realizó una inspección visual detallada de la estructura para identificar las grietas presentes. Esto incluyó inspección de paredes, columnas, vigas y otras partes de la estructura donde las grietas son visibles.



Figura 10. Inspección visual realizada en la edificación estudiada

2. **Registro de datos:** Se registró la ubicación, longitud, ancho y características de las grietas identificadas.



Figura 11. Medición de ancho y profundidad de las grietas utilizando el vernier

3. **Análisis de causas:** Se identificará las posibles causas de las grietas. Esto puede implicar la revisión de los planos de diseño, la verificación de las cargas aplicadas, la consideración de la calidad del concreto, el análisis de los movimientos de la estructura, las situaciones ambientales y otros componentes que puedan influir en la formación de grietas. Para ello se realizaron ensayos como el de esclerometría y diamantina para saber la resistencia del concreto que se utilizó en la edificación. También para saber el tipo de suelo se realizó un estudio de suelos.

- **Se realizó el ensayo de diamantina en columna:**



Figura 12. Detector del acero para no ser perforado



Figura 13. Identificación del punto para realizar el ensayo



Figura 14. Preparación del equipo para empezar con el ensayo de diamantina



Figura 15. Inicio del ensayo de diamantina

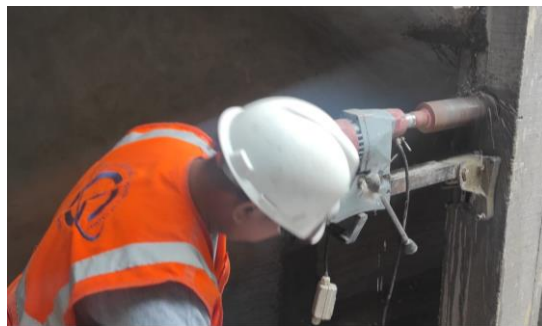


Figura 16. Proceso del ensayo diamantina



Figura 17. Inicio de la extracción del bloque de concreto



Figura 18. Extracción de la porción de concreto



Figura 19. Medición del bloque de concreto

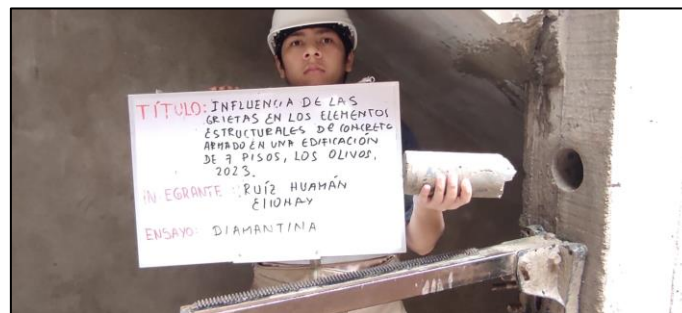


Figura 20. Culminación del ensayo para después llevar la porción de concreto a laboratorio.

- Después se realizó el ensayo de esclerometría en 6 columnas:



Figura 21. Retiro del tarrajeo, para que se vea el concreto de la columna



Figura 22. Detallando los puntos de rebotes



Figura 23. Realizando los rebotes con el equipo

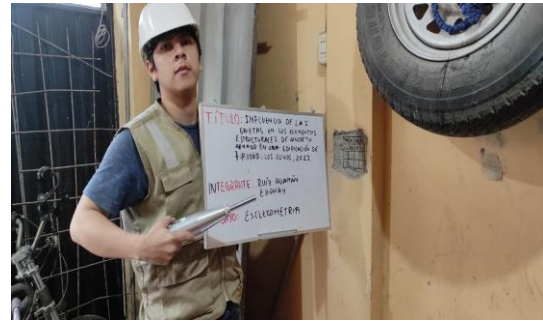


Figura 24. Terminación de los rebotes



Figura 25. Valores obtenidos de los rebotes en la columna-01



Figura 26. Valores obtenidos de los rebotes en la columna-02



Figura 27. Valores obtenidos de los rebotes en la columna-03



Figura 28. Valores obtenidos de los rebotes en la columna-04

ESCLEROMETRIA

32	22	22	22
24	24	24	26
28	26	24	26
24	24	26	26

26-09-23

C-05

Figura 29. Valores obtenidos de los rebotes en la columna-05

ESCLEROMETRIA

28	22	24	26
32	24	24	26
26	26	24	26
36	32	28	24

26-09-23

C-06 2do nivel

Figura 30. Valores obtenidos de los rebotes en la columna-06

- Finalmente se realizó la calicata para luego llevar la muestra a laboratorio:



Figura 31. Profundidad de la calicata



Figura 32. Terminación de la excavación de la calicata, luego se llevó la muestra de 30kg de tierra a laboratorio para realizar los estudios requeridos para saber el tipo de suelo.

4. **Evaluación estructural:** Después de haber identificado las grietas en campo y haber realizados ensayos en laboratorio para poder determinar las posibles causas por lo cual se dieron las grietas en la edificación estudiada. Se desarrolló un análisis estructural para evaluar el comportamiento estructural de la estructura. Para ello utilicé el uso de software de análisis estructural (Etabs) y métodos de cálculo.

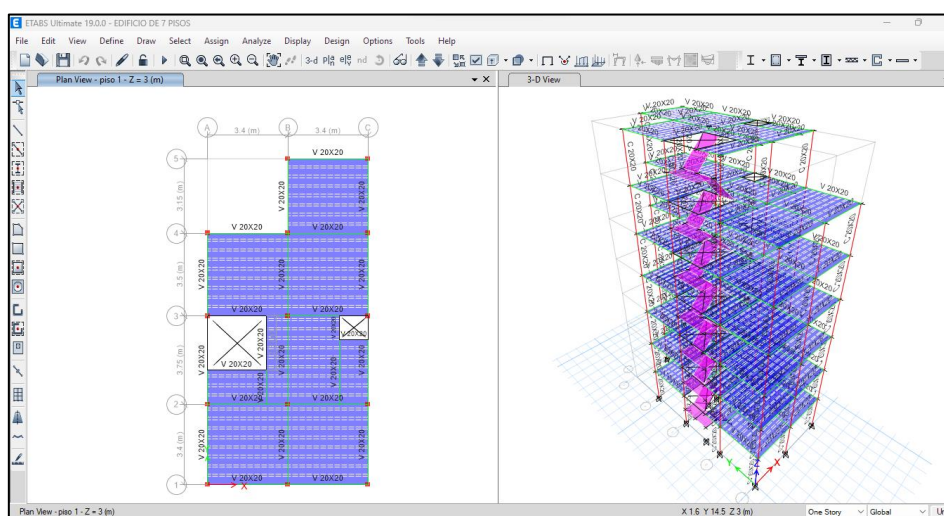


Figura 33. Modelamiento de la estructura en Etabs

5. **Recomendaciones de reparación:** Con base en los hallazgos del análisis estructural, se detallará recomendaciones para la reparación y el tratamiento de las grietas. Estas recomendaciones pueden incluir la reparación de las grietas existentes, el refuerzo de las áreas debilitadas, el uso de sistemas de refuerzo estructural, la aplicación de técnicas de inyección de resinas o el refuerzo de la estructura en general.

6. **Rediseño de la estructura agrietada:** debido a que la estructura agrietada demostró muchas deformaciones en el análisis sísmico, por lo tanto, sea uno de los motivos principales del cual ha presentado grietas la edificación por su mal diseño estructural. También la estructura no cumplía con los parámetros mínimos de la norma E030 de diseño sismorresistente, ni de la norma E060 de concreto armado. Por ello se procedió a reestructurar la edificación de acuerdo al RNE, aumentando dimensiones de los elementos como las vigas y columna, y añadiendo placas para rigidizar la estructura.

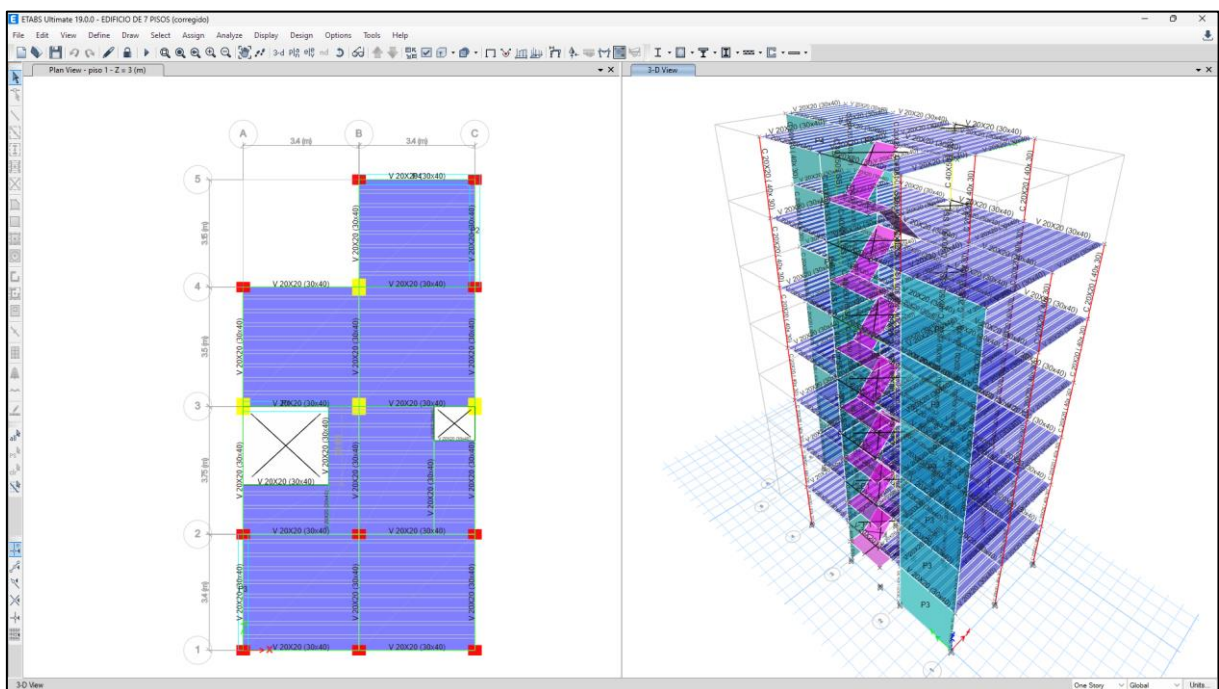


Figura 34. Modelamiento de la estructura reestructurada en Etabs

3.6 Método de análisis de datos

Se recopiló datos relevantes sobre las grietas en los elementos estructurales de concreto armado en la edificación de estudio mediante inspección visual, algunos ensayos como es el de esclerometría, diamantina y otros ensayos en laboratorio para determinar las posibles causas de porque se dieron las grietas en la edificación que se va evaluar. Después de ello se evaluará la estructura para determinar cómo influye las grietas en una edificación.

3.7 Aspectos éticos

Se utilizó cualidades éticas de beneficencia, no maleficencia, autonomía y justicia, derecho de autor. Éticamente, estoy comprometido con el pleno cumplimiento de mi compromiso de confidencialidad, conservación, legalidad y profesionalismo; altamente adecuados, por lo que esta investigación se basa en una profunda ética y apego a los principios de las buenas prácticas en ingeniería civil. Espero que los resultados obtenidos sean de utilidad para las futuras generaciones involucradas en el tema, sean un aporte en beneficio de las personas y hagan realidad los principios fundamentales de la filosofía del diseño sísmico, que es preservar la vida.

IV. RESULTADOS

Descripción de la edificación

Es una edificación de 7 niveles con una antigüedad de 40 años aproximadamente solo el primer y segundo nivel, los demás niveles tienen un aproximado de 30 años de antigüedad, en lo cual se ha presentado grietas y fisuras en algunos de sus elementos estructurales en su primer y segundo nivel. El edificio ha sido producto de la autoconstrucción construido por el mismo dueño, el área es de 7m por 14m, no se le ha considerado zapatas, solo cimiento corrido de concreto ciclópeo de una profundidad de 1.00m, sus columnas tienen una dimensión de 0.20x0.20 m, sus vigas de 0.20x0.20m, sus losas son aligeradas en una sola dirección. El sistema construido ha sido albañilería confinada y a partir del segundo nivel se ha construido con ladrillo pandereta.



Figura 35. La edificación de 7 niveles

Ubicación política

La edificación se encuentra ubicada en la Av Tomas Valle con Universitaria en el distrito de Los Olivos, Departamento Lima.



Figura 36. Mapa Político de Perú



Figura 37. Mapa Político de Lima

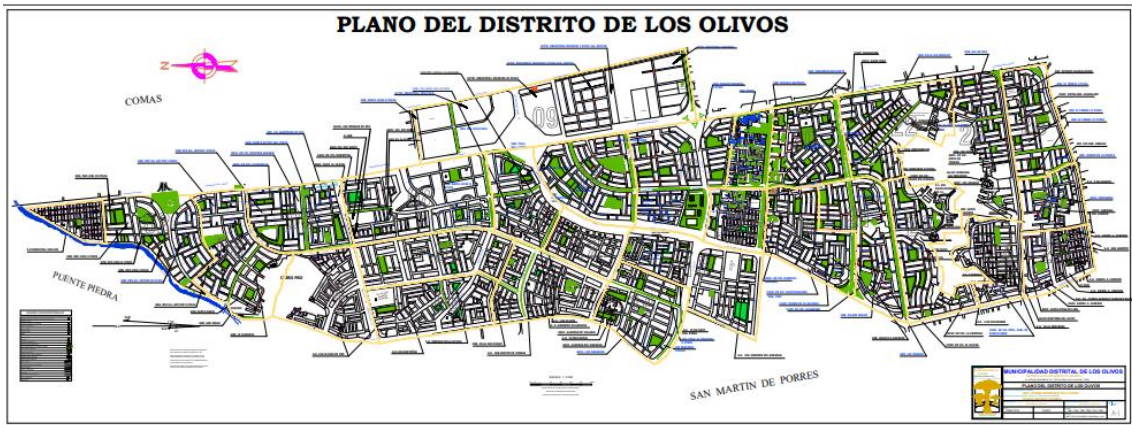


Figura 38. Mapa distrital de Los Olivos

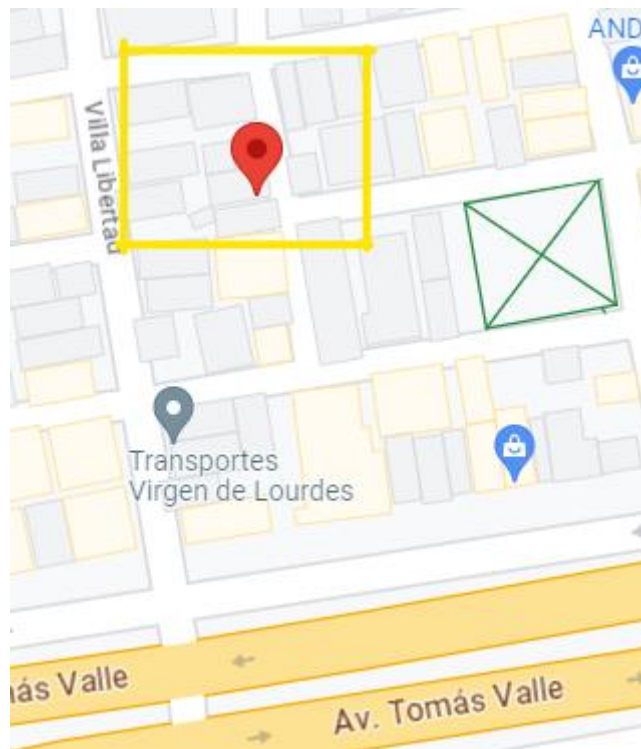


Figura 39. Ubicación de la edificación en tiempo real

Limites:

Por el norte limita con: El Distrito de Puente Piedra

Por el Sur limita con: El Distrito de San Martín de Porres

Por el Este limita con: Los Distritos de Comas e Independencia

Por el Oeste limita con: El Distrito de San Martín de Porres

Ubicación geográfica

El distrito de Los Olivos presenta las siguientes coordenadas geográficas:

Longitud: -77.0706

Latitud: -11.9917

Longitud: 77° 4' 14" Oeste

Latitud: 11° 59' 30" Sur

Lo cual tiene un área alrededor 18.25 km², con una altitud de 75 m.s.n.m.

Clima

En Los Olivos su clima es árido. La temperatura que posee en el día es cálida y es poco posible que llueva. Su temperatura media anual es de 21° y su precipitación media anual es 85 mm. Mayormente no llueve durante 200 días del año, la humedad media es del 37% y el índice UV es de 5.

OE1. Determinar el origen y causas de las grietas en los elementos estructurales de concreto armado, mediante la inspección visual.

Las grietas en los elementos estructurales de concreto armado son inevitables, suelen presentarse cuando la resistencia a la tracción del concreto armado excede (equivalente al 10% de la resistencia a la compresión), debido a que la sección transversal se dobla o tuerce debido a los efectos de la carga de uso y la temperatura, por otro lado, la retracción del concreto u otras razones.

Como parte de los cálculos estructurales, se descubren fisuras y grietas en etapas límite de servicio que no conducen al colapso pero que pueden afectar la operación bajo cargas de servicio. En ocasiones podrían afectar la estética de la edificación, pero al mismo tiempo también lograr mostrar una falla estructural significativa (Ottazzi 2004).

En tal contexto su importancia va depender del diseño de la edificación en el que se registre la aparición y por su misma naturaleza, por otro lado, la reparación de grietas será la adecuada si conocemos las causas y el procedimiento de reparación elegido.

Con el objetivo de establecer el origen y la magnitud de los procesos existentes en el edificio en cuestión se efectuaron las siguientes investigaciones

- a) Levantamientos de daños, con el propósito de registrar los elementos que a la vista presentan señales de deterioro. Tales como fisuras o grietas, descostramientos y/o cambios de color.

Se empezó hacer la inspección visual del edificio:



Figura 40. Medición con vernier el tamaño de abertura de grieta



Figura 41. Tamaño de abertura de grieta en viga



Figura 42. Tamaño de abertura de grieta en elemento estructural-columna

Al respecto no existe alguna norma o reglas respectivas que indique el ancho de abertura máximo de grieta en un elemento estructural, asimismo la abertura de 0.4 mm es de poca importancia en comparación con el espesor del recubrimiento y la colocación del acero de refuerzo.

Luego de haber realizado la medición de ancho y profundidad de las grietas con el uso del vernier en algunos elementos estructurales donde se presentó el agrietamiento, se llegó a las siguientes mediciones:

Tabla 1. *Agrietamiento en los elementos estructurales*

AGRIETAMIENTO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES		
Ubicación	Ancho (mm)	Profundidad (mm)
Columna B4 (primer piso)	4	25
Columna C3 (primer piso)	3.2	10.2
Columna B2 (primer piso)	2.85	5.8
Columna B2 (segundo piso)	2.75	5.4
Viga 102 (primer piso)	1.5	1.7
Viga 102 (primer piso)	1.3	1.5

Interpretación:

Se observa en la tabla 1 el ancho y profundidad de grietas encontrados en algunos de los elementos estructurales de estructura evaluada, como se aprecia son dimensiones son un poco altas, lo cual es posible reducción significativa de la capacidad sismorresistente.

Después de hacer la inspección visual de toda la edificación se determinó que el origen y las posibles causas del porque ha empezado a presentar grietas y fisuras la edificación de 7 niveles son:

- La estructura es muy antigua, por lo cual el acero se ha empezado oxidar y por la oxidación se empieza a dar la corrosión. Entonces si el acero de refuerzo se oxida por la presencia de agentes corrosivos (ya sea por agua, humedad o productos químicos), producto de todo esto es posible que se haya expandido y generó tensiones radiales en el concreto, por lo que se observa, grietas y fisuras en el elemento estructural en estudio.
- Por la autoconstrucción, no habido ningún diseño estructural por lo cual no se ha calculado las cargas que tiene que soportar la edificación. Por la tanto la estructura ha sido sometida a cargas excesivas o sobrecargas, entonces si un elemento estructural es sometido a cargas superiores a

las que fue diseñado a soportar se puede generar grietas o a fisuras. Esto puede ocurrir a cambios en el uso previsto de la estructura.

- La edificación no cuenta con zapatas, debido a esto es posible que se haya generado un asentamiento diferencial. Por lo tanto, si la cimentación de una estructura no es uniforme y hay asentamientos diferenciales, se pueden desarrollar grietas en los elementos estructurales que están siendo sometidos a diferentes niveles de cargas.
- Es posible que mediante acciones sísmicas o cargas dinámicas que se haya dado en el transcurso de vida de la estructura estudiada, hayan generado movimientos inesperados en la edificación que superen su capacidad de resistencia y por ello se pudo haber desarrollado las grietas en sus elementos estructurales de concreto armado.

Asimismo, se determinó que las principales causas de las grietas en la edificación de 7 niveles han sido ocasionadas por el uso de la estructura (6%), materiales de mala calidad (13%), el diseño estructural (36%) y por la deficiente mano de obra (45%).

OE2. Analizar el comportamiento estructural de la edificación con grietas en los elementos estructurales de concreto armado.

Los planos de edificación se muestran en el anexo N°5.

Datos del terreno:

Área:	98 m ²
Perímetro:	42 m
Área libre:	17.15 m ²
Área techada total:	80.75 m ²

Se evaluará el compartimiento sísmico de la estructura construida en la ciudad de Lima, y verificar si esta cumple con los parámetros sísmicos.

MATERIALES

Concreto Estructural

ESTRUCTURA CONSTRUIDA

- Peso específico: 2400 kg/cm³
- Resistencia a la compresión: 133.5 kg/cm
- Módulo de elasticidad del concreto 174468.72 kg/cm²

CARGAS

1. Cargas permanentes

Tabla 2. Carga muerta

CARGA MUERTA DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES	
Peso específico del C.A.	2400 kg/m ²
Concreto simple sin grava	2300 kg/m ²
CARGA MUERTA DE ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES	
Acabados	100 kg/m ²
Tabiquería	210 kg/m ²

2. Cargas vivas

Tabla 3. Sobrecargas

SOBRECARGAS	
Losa aligerada	200 kg/m ²
Techos	50 kg/m ²

3. Cargas de diseño

Se considera simplemente las fuerzas horizontales que actúan concentradas en el ámbito del diafragma rígido. El análisis de dichas fuerzas va depender de muchos factores y se indican en la norma E.030.

ANÁLISIS SISMORRESISTENTE DE LA EDIFICACIÓN

Modelo matemático considerado

El modelo matemático se desarrolló en el software CSI ETABS, lo cual se consideró las plantas mostradas en el proyecto que van del nivel 1 al nivel 7, con alturas de entrepiso variable (m), se tendrá en cuenta que los elementos estructurales bajo el nivel terreno natural no se debe considerar en la masa participativa.

ESTRUCTURA CONSTRUIDA

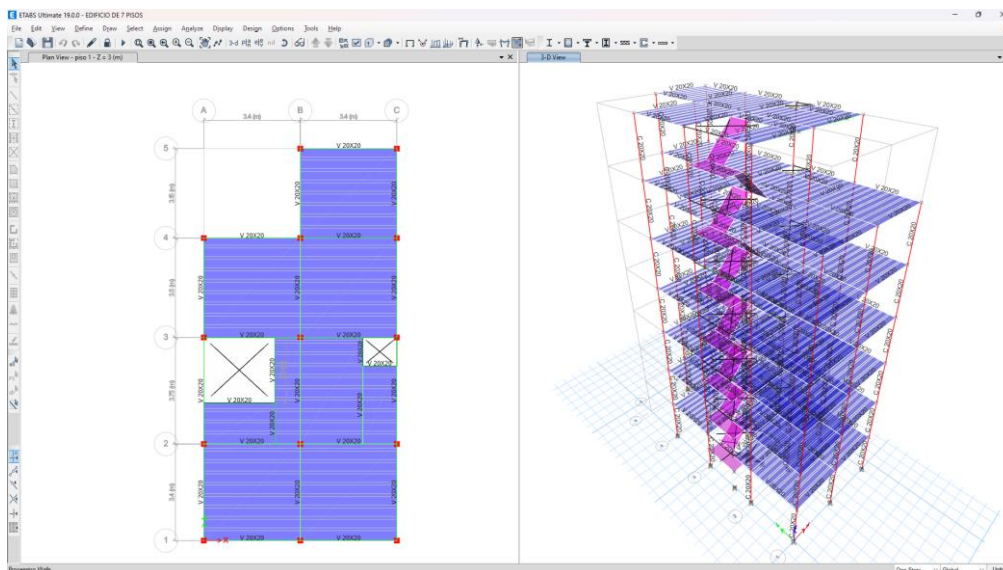


Figura 43. Modelo del edificio de 7 niveles en Etabs

Datos iniciales

Se ha tomado los siguientes valores para el procesamiento de cálculo de las fuerzas internas del edificio y tener en cuenta así mismo en el diseño de los miembros estructurales.

Tabla 4. Datos para el análisis estructural

DATO	VALOR
RESISTENCIA A LA COMPRESION:	$f'_c = 133.5 \text{ kg/cm}^2$ (1° - 7° piso)
FLUENCIA DEL ACERO CORRUGADO:	$F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
SOBRECARGAS:	200 kg/m ² - vivienda
	200 kg/m ² – Escaleras y pasadizos
	50 kg/m ² - Azotea
CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO:	2.02 kg/cm ²
MÉTODO ESTRUCTURAL:	SISTEMA APORTICADO
ESTRUCTURACIÓN	REGULAR
FACTORES DE REDUCCIÓN SÍSMICA:	$R_x = R_y = 8$
LÍMITE DISTORSIÓN LATERAL:	$\Delta_i / h_i \times R \leq 0.007, C^\circ A^\circ$

METRADO DE CARGAS

1. Carga muerta:

En la edificación se consideró como carga vertical el resultado del cálculo del peso de la edificación, internamente el software ETABS calcula el peso de la edificación modelada. Para tener en cuenta el peso, se añadió una carga adicional (impuesta) de 0,21 t/m² durante la fase de carga muerta. La tabiquería perpendicular a la dirección del aligerado de la losa, se ha estimado como indica en los planos, y se ha considerado 0.10 ton/m² por equipamiento, además en losas aligeradas se ha considerado el peso de los ladrillos 0.08 ton/ m². Para la carga por tabiquería (considerado como carga muerta) en las vigas peraltadas, consideramos:

- Altura = 2m
- Espesor 0.14m
- Carga distribuida=378 kg/m
- Peso esp. De albañilería= 1350 kg/m³

2. Carga viva:

La sobrecarga que se consideró en el presente modelado es de 200 kg/m² en las escaleras, pasadizos y 50 kg/m² en la azotea.

3. Carga de sismo:

Los cálculos del análisis sísmico se realizaron de acuerdo con la Norma Técnica E.030 (2018).

Los parámetros que se utilizó fueron los siguientes:

- ARTÍCULO 10. ZONIFICACIÓN

El proyecto de estudio se encuentra ubicado en los Los Olivos, Lima, por ello corresponde a la zona sísmica 4, por lo que el valor de "Z" tiene un valor de 0.45.



Figura 44. Mapa de peligro sísmico de la norma técnica E.030

- ARTÍCULO 13. PARÁMETROS DE SITIO

De acuerdo al estudio de suelos que se realizó, la estructura pertenece al tipo de suelos S3 según la norma E.030, cuyo valor del factor de suelo es 1.1

Para los periodos de la edificación en estudio de acuerdo a la tabla N°4 la norma E.030 tendrán un valor de: $T_p = 1$ y $T_L = 1.6$

- ARTÍCULO 14. FACTOR DE AMPLIFICACIÓN SÍSMICA

Para los factores de amplificación se utilizó como indica la norma E.030.

- ARTÍCULO 15: CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR DE USO (U)

La estructura posee el uso de viviendas y oficina en el último piso, por ello de acuerdo al artículo N°15 (tabla N°5) de la norma E.030, lo identifica de uso común y el valor del factor “U” es 1.

ANÁLISIS DE ESFUERZOS INTERNOS

ESTRUCTURA CONSTRUIDA

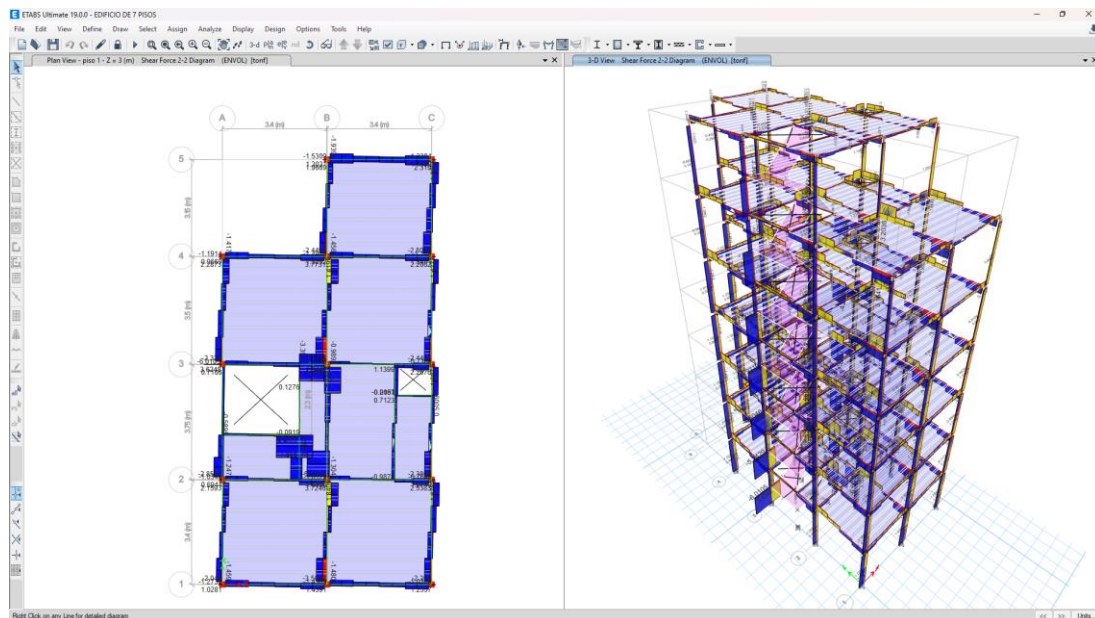


Figura 45. Análisis de esfuerzos internos

Interpretación:

Se aprecia en la figura 45 que las deformaciones, desplazamientos de la estructura agrietada son muy exageradas. Por lo tanto, las grietas están teniendo un impacto negativo en el análisis sísmico.

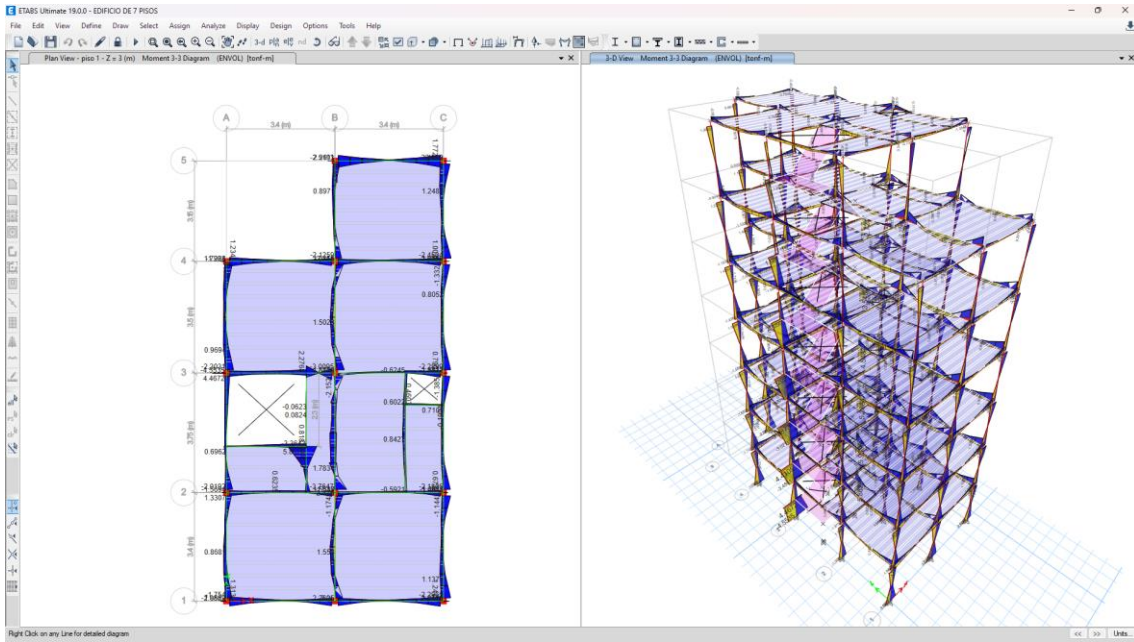


Figura 46. Diagrama de momentos

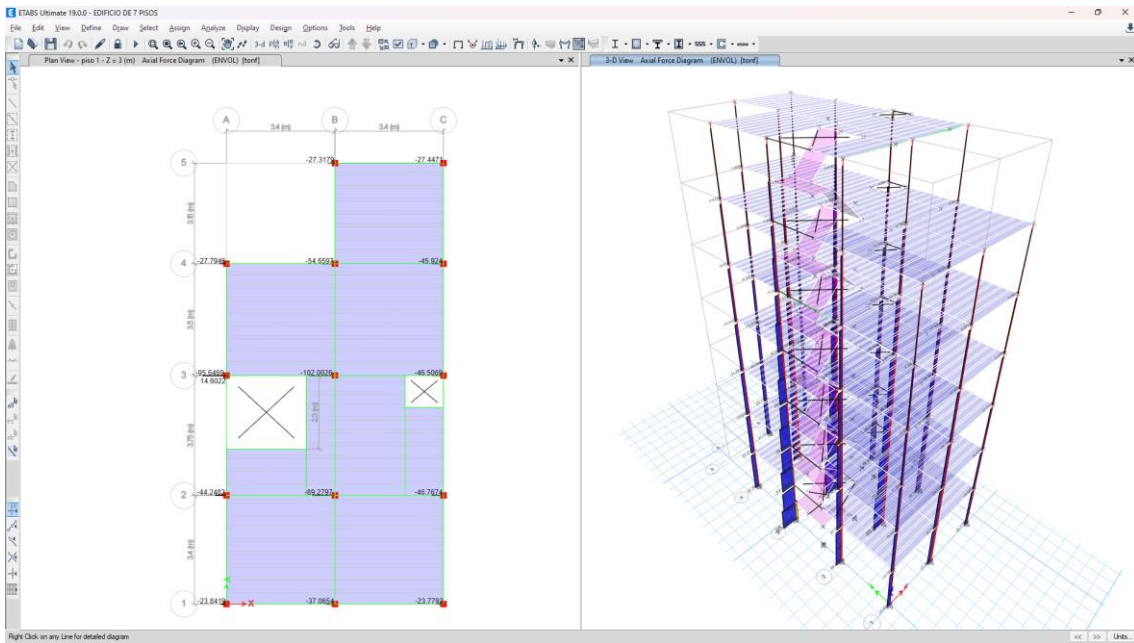


Figura 47. Diagrama de cortantes

ANÁLISIS PERIODO, CORTANTE SÍSMICA Y DERIVA

ESTRUCTURA CONSTRUIDA

Tabla 5. Periodos

Case	Mode	Period sec	UX	UY	RZ
Modal	1	1.969	0.0147	0.4711	0.3471
Modal	2	1.634	0.6263	0.0337	0.1518
Modal	3	1.411	0.1709	0.2977	0.3371
Modal	4	0.627	0.001	0.0606	0.0375
Modal	5	0.518	0.096	0.0053	0.0172
Modal	6	0.45	0.0254	0.0374	0.0454
Modal	7	0.366	6.282E-06	0.0257	0.0104
Modal	8	0.293	0.0279	0.0033	0.0054
Modal	9	0.27	0.0031	1.47E-05	0.0186
Modal	10	0.247	0.0052	0.0242	0.0014
Modal	11	0.214	0.0032	0.002	0.0046
Modal	12	0.208	0.0104	0.0011	0.0054
Modal	13	0.179	3.526E-05	0.0048	0.0009
Modal	14	0.175	0.0056	0.0069	0.0029
Modal	15	0.162	0.0042	0.0033	0.0023
Modal	16	0.142	0.0038	0.0012	0
Modal	17	0.132	0.0004	0.0035	0.0012
Modal	18	0.123	0.0003	0.0056	0.0028
Modal	19	0.094	0.0001	0.008	0.0033
Modal	20	0.035	0.0002	0.003	0.001
Modal	21	0.026	0.001	2.906E-06	9.215E-06

Tabla 6. Cortante sísmica

Story	Output Case	Location	P tonf	VX tonf	VY tonf
piso 1	SISMODIC X	Top	0	25.3885	9.5257
piso 1	SISMODIC X	Bottom	0	25.4265	9.5305
piso 1	SISMODIC Y	Top	0	9.4838	18.6729
piso 1	SISMODIC Y	Bottom	0	9.4925	18.6837

Tabla 7. Derivas

Story	Elevation	Location	X-Dir	Y-Dir
	m			
piso 7 (techo)	21	Top	0.01665	0.009714
piso 6	18	Top	0.027984	0.01632
piso 5	15	Top	0.036792	0.023034
piso 4	12	Top	0.043416	0.028248
piso 3	9	Top	0.048072	0.0324
piso 2	6	Top	0.050262	0.03504
piso 1	3	Top	0.03789	0.026412
Base	0	Top	0	0

Interpretación:

Se aprecia en la tabla 7 que las derivas en X-Y de la estructura agrietada son muy elevadas, ya que están superando más del 0.007 de lo que establece la norma E.030, por lo tanto, los elementos estructurales no están teniendo un buen desempeño.

Se concluye que la edificación agrietada su análisis estructural presenta muchas fallas, por lo tanto, sea uno de los motivos principales de un mal diseño estructural por lo cual la estructura ha empezado a presentar grietas y fisuras en sus elementos estructurales de concreto armado. Además, no cumple con los parámetros de la norma E030.

OE3. Proponer medidas de rehabilitación y reparación de grietas, y rediseñar la estructura agrietada de acuerdo al RNE.

La estructura que se ha evaluado, se han visualizado grietas mayormente en sus columnas y en algunas vigas. Por ello se recomienda utilizar las siguientes medidas de rehabilitación y reparación de grietas, con el fin de ser reparadas con prontitud para que los elementos estructurales del edificio no pierdan resistencia a soportar cargas.

1. Sellado de Grietas:

Utilizar resinas epoxi, poliuretano o selladores de silicona para rellenar las grietas. Asegurándose de que el sellador sea compatible con el concreto y capaz de absorber movimientos. Se debe limpiar y preparar adecuadamente la superficie antes de aplicar el sellador.

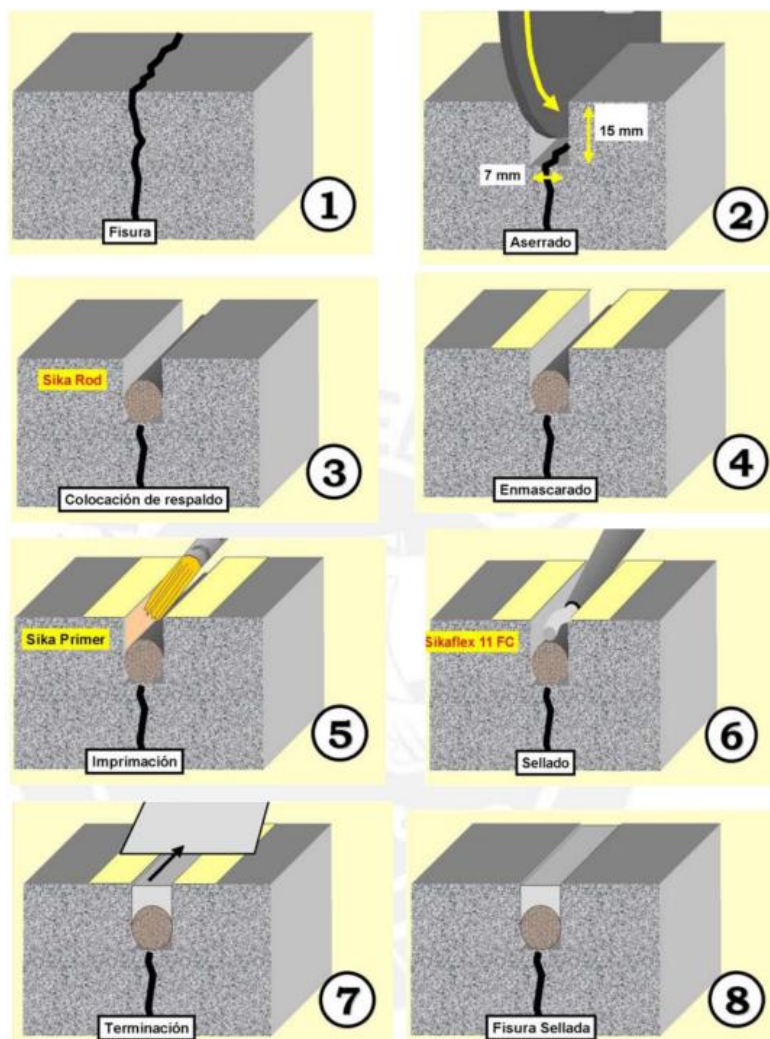


Figura 48. Pasos para sellar una grieta o fisura

2. Inyección de Grietas:

Se debe utilizar equipos de inyección para introducir resinas o mortero a presión en las grietas. Este método es especialmente eficaz para grietas finas y estrechas.



Figura 49. Pistola para inyección en grietas

3. Refuerzo con Fibras y Armaduras Externas:

Aplicar mallas o láminas de fibra de carbono, fibra de vidrio o materiales compuestos para reforzar áreas afectadas. Estos materiales son livianos y poseen una alta resistencia a la tracción.

4. Parcheo y Reparación:

Utilizar morteros de reparación de alta resistencia para corregir áreas afectadas. Se debe asegurarse de que la mezcla sea compatible con el concreto existente.



Figura 50. Reparación de grieta

5. Corte y Recolocación de Elementos Afectados:

En casos graves, puede ser necesario cortar y reemplazar la sección dañada.

Asegúrate de que el nuevo concreto se adhiera adecuadamente al existente.

6. Control de Humedad y Drenaje:

Se garantiza que las áreas reparadas estén protegidas contra la humedad.

Implementar sistemas de drenaje adecuados para prevenir acumulaciones de agua.

7. Monitoreo y Mantenimiento Continuo:

Establecer un programa de monitoreo para detectar posibles problemas a tiempo. También realizar inspecciones regulares y mantén registros detallados de las intervenciones.

Debido a que la estructura agrietada el análisis estructural no fue el adecuado y no cumplía con los parámetros mínimos de la norma E030, ni de la norma E060 de concreto armado, se procedió a evaluar la edificación reestructurando las dimensiones de sus elementos como vigas, columnas y añadiendo placas para rigidizar la estructura. En lo cual el análisis estructural fue mucho mejor que la edificación agrietada evaluada anteriormente en el **OE2**.

1. Las vigas de 20X20 cm se modificó por vigas de 30X40 cm
2. Las columnas de 20X20 cm se modificó por dos tipos de columnas; C1 columnas de 40X50 cm (las cuales se ubican en el eje 3-3 y entre en el eje 4-4 y B-B) y las columnas de 30x40 (las otras columnas)
3. Se añadió placas de 25 cm de espesor en los ejes C-C, 5-5, A-A y 3-3

MATERIALES

ESTRUCTURA REESTRUCTURADA

1. Concreto Estructural

- Resistencia a la compresión: 210 kg/cm²
- Módulo de elasticidad del concreto: 217370.75 kg/cm²
- Peso específico: 2400 kg/cm²

2. Acero Corrugado

- Módulo de elasticidad del acero: 2 000 000 kg/cm²
- Esfuerzo de fluencia: 4200 kg/cm²
- Peso específico: 7850 kg/cm³

ANÁLISIS SISMORRESISTENTE DE LA EDIFICACIÓN REESTRUCTURADA

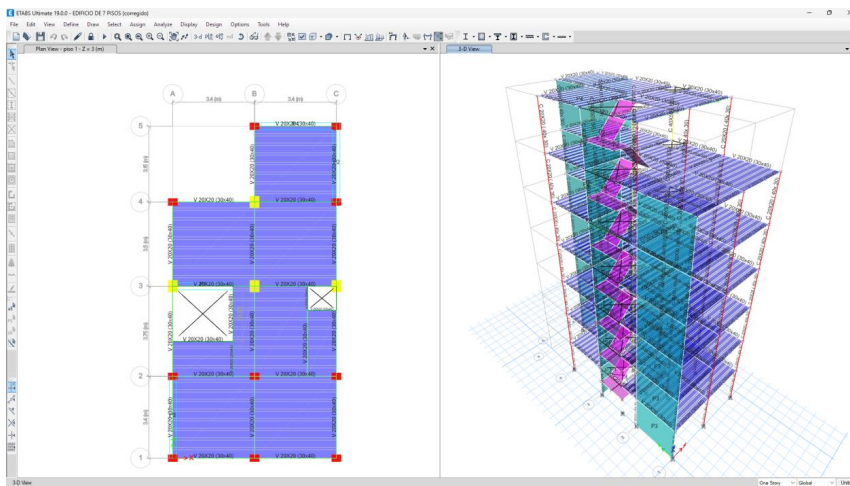


Figura 51. Vista del modelado de la estructura reestructurada

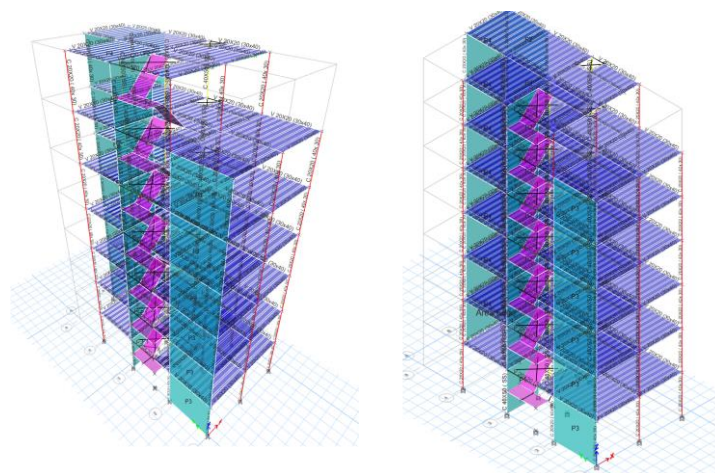


Figura 52. Vista frontal y lateral de la edificación

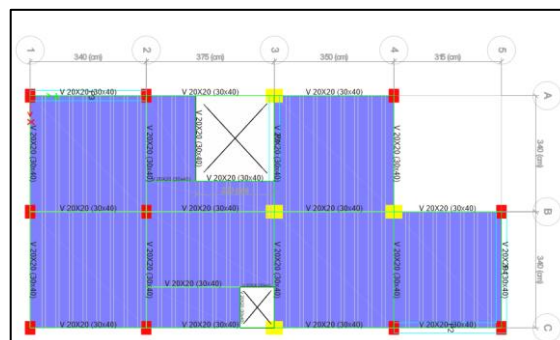


Figura 53. Planta Estructural 1er nivel / 6to nivel

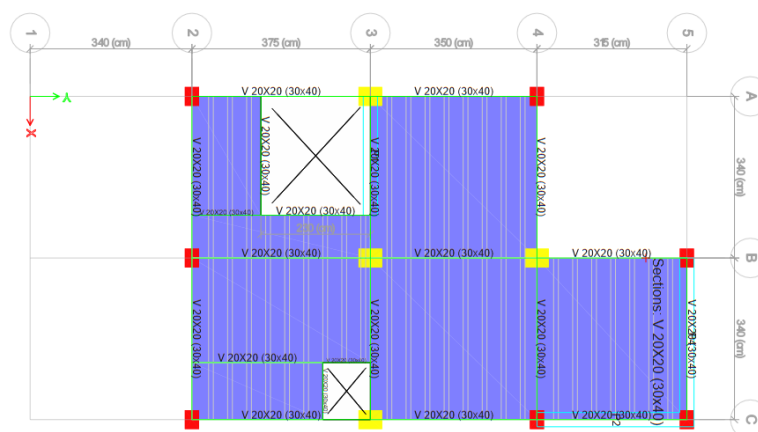


Figura 54. Planta estructural de la azotea

Datos iniciales

Se ha tomado los siguientes valores para el procesamiento de cálculo de las fuerzas internas de la edificación y tener en cuenta así mismo en el diseño de los miembros estructurales.

Tabla 8. Datos para el análisis estructural

DATO	VALOR
FLUENCIA DEL ACERO CORRUGADO:	$f_y = 4,200 \text{ Kg/cm}^2$.
RESISTENCIA A LA COMPRESION:	$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (1°- 7° piso)
SOBRECARGAS:	200 kg/m ² - vivienda
	200 kg/m ² - Pasadizos y Escaleras
	50 kg/m ² - Azotea
CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO:	2.02 kg/cm ²
MÉTODO ESTRUCTURAL:	SISTEMA DUAL
ESTRUCTURACIÓN	REGULAR
FACTORES DE REDUCCIÓN SÍSMICA:	$R_x=R_y=7$
LÍMITE DISTORSIÓN LATERAL:	$\Delta_i / h_i \times R \leq 0.007, C^\circ A^\circ$

ANÁLISIS DE ESFUERZOS INTERNOS

ESTRUCTURA REESTRUCTURADA

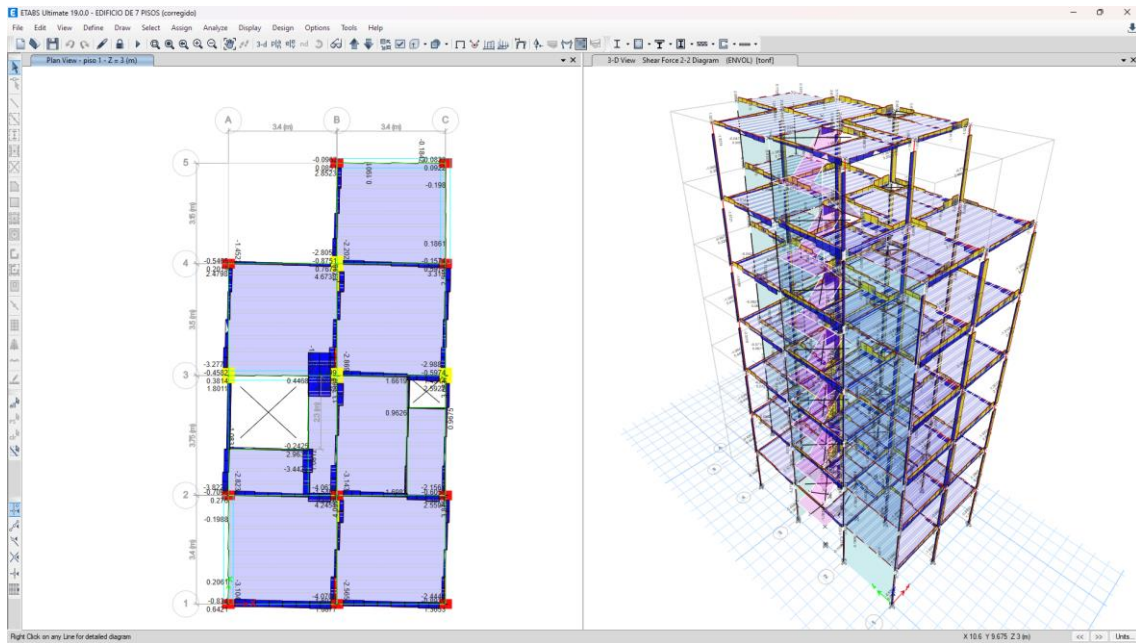


Figura 55. Análisis de esfuerzos internos

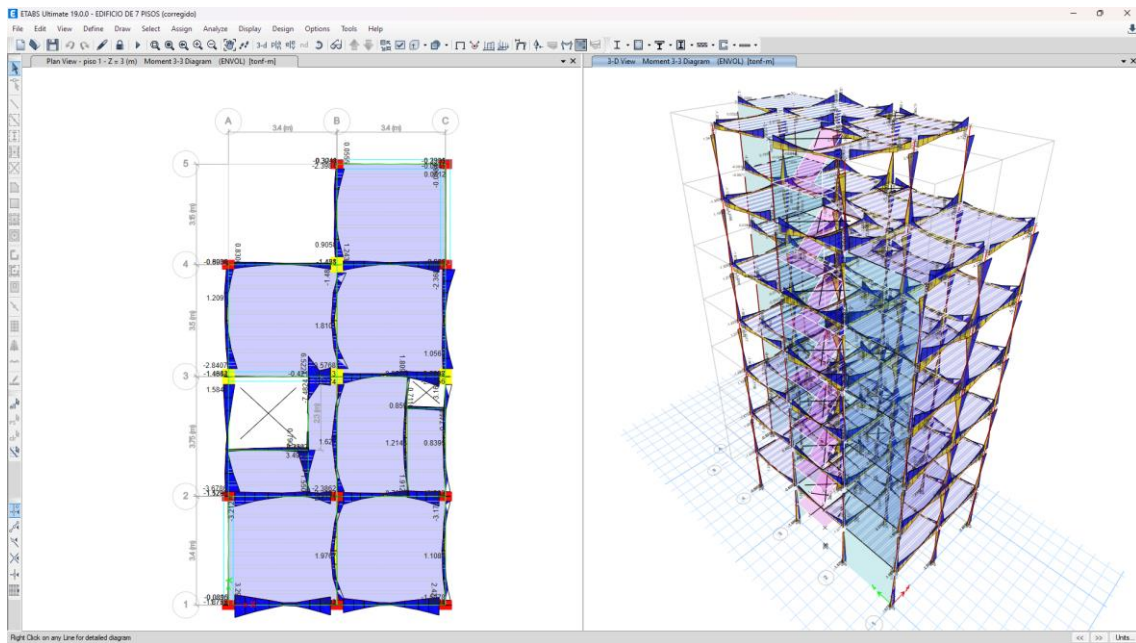


Figura 56. Diagrama de momentos

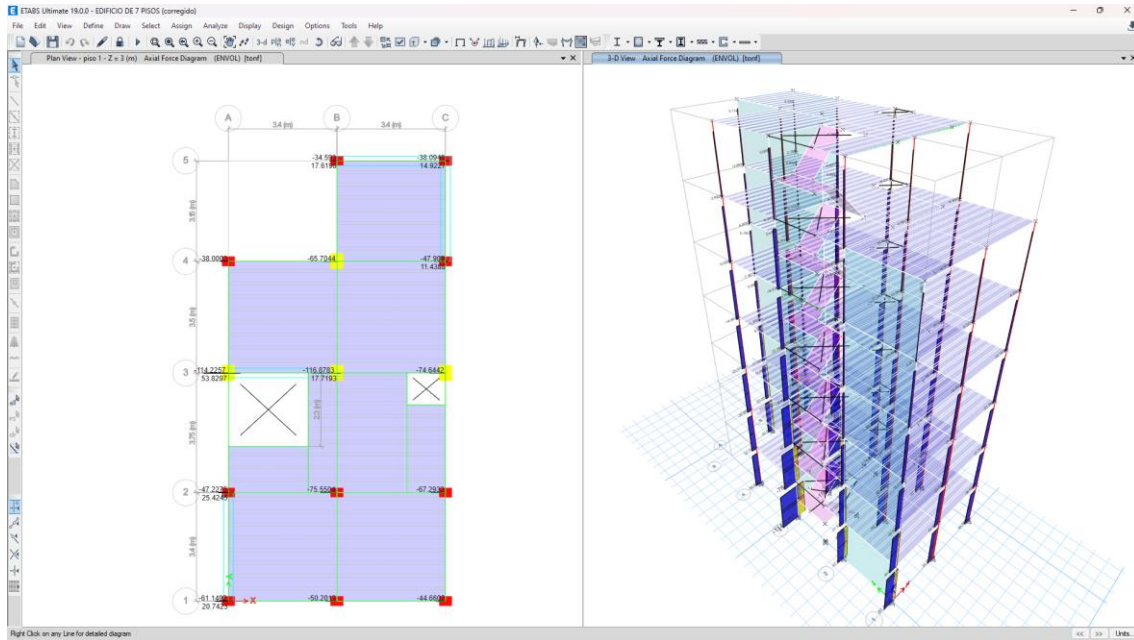


Figura 57. Diagrama de cortantes

ANÁLISIS PERIODO, CORTANTE SÍSMICA Y DERIVA

ESTRUCTURA REESTRUCTURADA

Tabla 9. *Periodos*

Case	Mode	Period sec	UX	UY	RZ
Modal	1	0.495	0.6104	0.0096	0.1106
Modal	2	0.379	0.0002	0.6551	0.0474
Modal	3	0.264	0.0957	0.0384	0.5535
Modal	4	0.132	0.1396	0.0007	0.0212
Modal	5	0.093	0.0002	0.165	0.0088
Modal	6	0.064	0.0106	0.0017	0.0716
Modal	7	0.057	0.0759	0.0136	0.0954
Modal	8	0.047	0.0078	0.0389	0.0005
Modal	9	0.04	0.01	0.0102	0.0181
Modal	10	0.032	0.0057	0.0238	0.0015
Modal	11	0.028	0.0157	0.0119	0.001
Modal	12	0.026	0.0062	0.0001	0.0434
Modal	13	0.024	0.007	0.005	0.0001
Modal	14	0.021	0.0015	0.0046	0.0006
Modal	15	0.02	0.0001	0.0112	0.0006
Modal	16	0.017	0.0072	0.0006	0.0158
Modal	17	0.016	0.0005	0.0073	0.0005
Modal	18	0.013	0.0015	0.0012	0.0044
Modal	19	0.012	0.0034	0.0002	0.0034
Modal	20	0.009	0.0001	0.0006	0.0006
Modal	21	0.006	0.0006	0.0001	3.651E-05

Tabla 10. Cortante sísmica

Story	Output Case	Location	VX tonf	VY tonf
piso 1	SISMODICX	Top	67.6737	10.8691
piso 1	SISMODICX	Bottom	67.6911	10.8709
piso 1	SISMODICY	Top	10.8698	71.8638
piso 1	SISMODICY	Bottom	10.8763	71.8855

Tabla 11. Derivas

Story	Elevation m	Location	X-Dir	Y-Dir
	m			
piso 7 (techo)	21	Top	0.0039165	0.002499
piso 6	18	Top	0.00539175	0.00282975
piso 5	15	Top	0.006027	0.0029505
piso 4	12	Top	0.00635775	0.00291375
piso 3	9	Top	0.0061215	0.00263025
piso 2	6	Top	0.005019	0.0020055
piso 1	3	Top	0.00251475	0.000924
Base	0	Top	0	0

Interpretación:

En la tabla 11 se observa que las derivas en X-Y de la edificación reestructurada son menores a 0.007 de lo que establece la norma E.030, por lo tanto, si está cumpliendo con los requisitos mínimos de norma. Asimismo, los elementos estructurales están teniendo un buen desempeño.

ANÁLISIS ESTÁTICO Y DINÁMICO

En el análisis estático y dinámico utilicé el software CSI ETABS, se calculó según indica la norma E.030, lo cual se muestra en el anexo N°8.1 en una hoja de cálculo de Excel.

VERIFICACIÓN

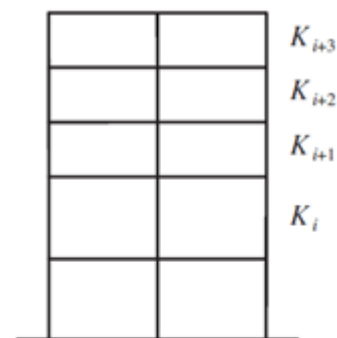
1. Verificación de las irregularidades de la estructura

Irregularidades en elevación de la edificación

A. VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ

Tabla 12. Rigidez en dirección x-x

Combo	Rigidez X (tonf/m)	70% K(i+1)	80% (Kprom)	60% K(i+1)	70% (Kprom)
Sismo X	61447.72				
Sismo X	131928.09	3.07		3.58	
Sismo X	184184.97	1.99		2.33	
Sismo X	224439.1	1.74	2.23	2.03	2.55
Sismo X	273274.78	1.74	1.90	2.03	2.17
Sismo X	368976.35	1.93	2.03	2.25	2.32
Sismo X	779493.28	3.02	3.37	3.52	3.85



Irregular: **la=0.75**

$$K_i < 0.7K_{i+1}$$

or

$$K_i < \frac{0.8}{3} (K_{i+1} + K_{i+2} + K_{i+3})$$

Extreme: **la=0.50**

$$K_i < 0.6K_{i+1}$$

or

$$K_i < \frac{0.7}{3} (K_{i+1} + K_{i+2} + K_{i+3})$$

Interpretación:

Se aprecia en la tabla 12 el edificio no tiene irregularidad de rigidez en la dirección X-X, y tampoco presenta irregularidad extrema de rigidez, puesto que todos los valores son superiores a 1.

Tabla 13. Rigidez en dirección y-y

Combo	Rigidez Y (tonf/m)	70% K(i+1)	80% (Kprom)	60% K(i+1)	70% (Kprom)
Sismo Y	97843.17				
Sismo Y	219086.56	3.20		3.73	
Sismo Y	316390.66	2.06		2.41	
Sismo Y	399977.72	1.81	2.37	2.11	2.71
Sismo Y	508224.15	1.82	2.04	2.12	2.33
Sismo Y	720787.47	2.03	2.21	2.36	###
Sismo Y	1595842.37	3.16	3.67	3.69	4.20

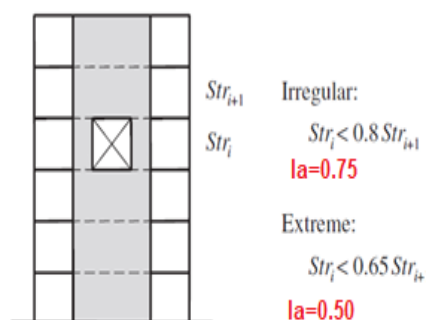
Interpretación:

En la tabla 13 se aprecia que la edificación no tiene irregularidad de rigidez en la dirección Y-Y, y tampoco presenta irregularidad extrema de rigidez, puesto que todos los valores son superiores a 1.

B. VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDAD DE RESISTENCIA

Tabla 14. Fuerza cortante en dirección x-x

Combo	Cortante X (tonf)	80% (Kprom)	65% K(i+1)
Sismo X	10.02		
Sismo X	27.20	3.39	4.18
Sismo X	41.49	1.91	2.35
Sismo X	52.26	1.57	1.94
Sismo X	60.19	1.44	1.77
Sismo X	65.41	1.36	1.67
Sismo X	67.69	1.29	1.59



Interpretación:

Se observa en la tabla 14 que la edificación no tiene irregularidad de resistencia en la dirección X-X, y tampoco presenta irregularidad extrema de resistencia, dado que todos los valores son superiores a 1.

Tabla 15. Fuerza cortante en dirección y-y

Combo	Cortante Y (tonf)	80% (Kprom)	65% K(i+1)
Sismo Y	12.09		
Sismo Y	30.55	3.16	3.89
Sismo Y	45.62	1.87	2.30
Sismo Y	56.68	1.55	1.91
Sismo Y	64.72	1.43	1.76
Sismo Y	69.68	1.35	1.66
Sismo Y	71.88	1.29	1.59

Interpretación:

En la tabla 15 se aprecia que la estructura no tiene irregularidad de resistencia en la dirección Y-Y, y tampoco presenta irregularidad extrema de resistencia, dado que todos los valores son superiores a 1.

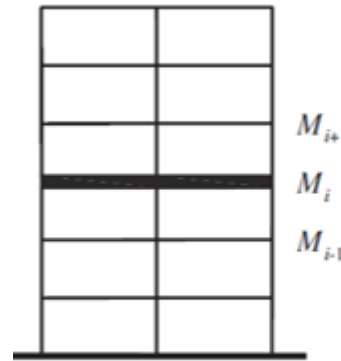
C. VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDAD DE MASA O PESO

“Sé cálculo de acuerdo al artículo 26 de la norma E.030”.

$$P = 100 \%CM + \% CV$$

Tabla 16. Irregularidad de masa o peso

NIVEL	PESO	SUP	INF
P7	12108.62		NO
P6	16963.82	NO	NO
P5	16963.82	NO	NO
P4	16963.82	NO	NO
P3	16963.82	NO	NO
P2	16963.82	NO	NO
P1	16963.82	NO	



Irregular:
 $M_i > 1.5 M_{i+1}$
 or
 $M_i > 1.5 M_{i-1}$
la = 0.90

Type 2. Weight (Mass)

Interpretación:

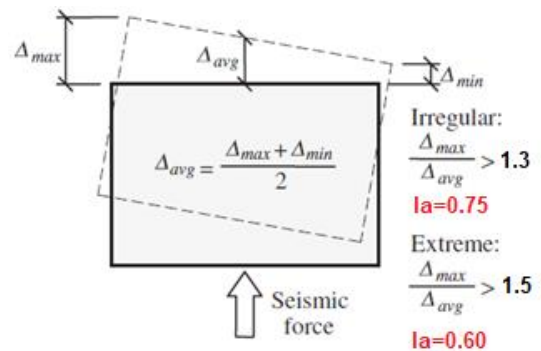
En la tabla 16 se puede ver que la edificación de 7 pisos reestructurada no muestra irregularidad de peso o masa.

2. Irregularidades en planta de la edificación

A. VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDAD TORSIONAL

Tabla 17. Irregularidad torsional en dirección x-x

Combo	Ratio	1.3	1.5
Sismo X	1.000	NO	NO
Sismo X	1.000	NO	NO
Sismo X	1.000	NO	NO
Sismo X	1.000	NO	NO
Sismo X	1.000	NO	NO
Sismo X	1.000	NO	NO
Sismo X	1.000	NO	NO



Interpretación:

Se aprecia en la tabla 17 que el edificio no está presentando irregularidad torsional en la dirección X-X, y tampoco tiene irregularidad extrema de torsión.

Tabla 18. Irregularidad torsional en dirección y-y

Combo	Ratio	1.3	1.5
Sismo Y	1.000	NO	NO
Sismo Y	1.000	NO	NO
Sismo Y	1.000	NO	NO
Sismo Y	1.000	NO	NO
Sismo Y	1.000	NO	NO
Sismo Y	1.000	NO	NO
Sismo Y	1.000	NO	NO

Interpretación:

Se aprecia en la tabla 18 que la edificación no está presentando irregularidad torsional en la dirección Y-Y.

RESUMEN DE IRREGULARIDADES

Tabla 19. Irregularidad en planta

Irregularidad en planta	lpx	lpy
Irregularidad torsional	1	1
Irregularidad torsional externa	1	1
Discontinuidad en diafragma	1	1
Sistemas no paralelos	1	1
Mínimo del total	1	1

Tabla 20. Irregularidad en altura

Irregularidad en altura	lpx	lpy
Masa o peso	1	1
Geometría vertical	1	1
Discontinuidad Sist. Resist	1	1
Discontinuidad Ext. En Sist	1	1
Rigidez	1	1
Rigidez externa	1	1
Resistencia	1	1
Extrema resistencia	1	1
Mínimo del total	1	1

3. Verificación de la cortante mínima

Se calculó en las dos direcciones X-Y, utilizando los parámetros sísmicos que pertenecen a la edificación en estudio, cuyo resultado se muestra en el anexo N°8.2 en una hoja de cálculo en Excel.

4. Verificación del sistema estructural

Tabla 21. *Verificación en dirección x-x*

Cortante en muros (tonf)	43.66
Cortante en columnas (tonf)	40.46
Total	84.12
Cortante en muros	52%
Cortante en columnas	48%
Ro	7

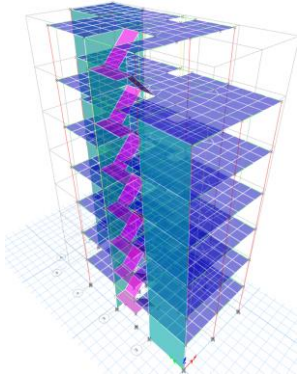
Tabla 22. *Verificación en dirección y-y*

Cortante en muros (tonf)	38.29
Cortante en columnas (tonf)	46.79
Total	85.08
Cortante en muros	45%
Cortante en columnas	55%
Ro	7

Interpretación:

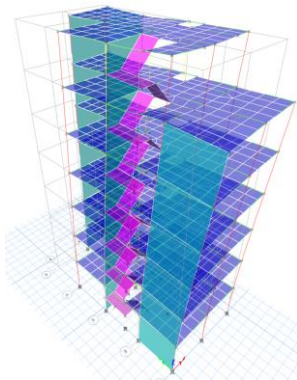
En la tabla 21 y 22 se observa que el sistema estructural en las dos direcciones del análisis es un SISTEMA DUAL, por ello, el valor de $R_o = 7$.

5. Verificación de períodos y masas participativas



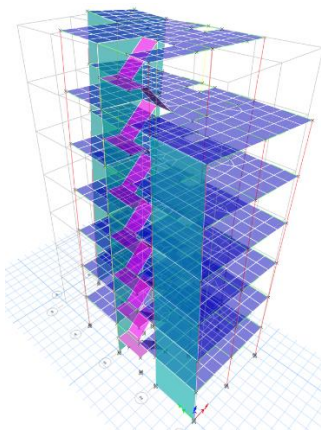
En la figura 58 se observa que el primer modo es de vibración traslacional con un valor de $T_1=0.495$ s y pertenece a la dirección X-X.

Figura 58. $T_1= 0.495$ s – Traslacional en X



En la figura 59 se observa que el segundo modo es de vibración traslacional con un valor de $T_2=0.379$ s y pertenece a la dirección Y-Y.

Figura 59. $T_2 = 0.379$ s –Traslacional en Y



En la figura 60 se aprecia que el tercer modo es de vibración torsional con un valor de $T_3=0.264$ s.

Figura 60. $T_3 =0.264$ s –Torsional o rotacional

Tabla 23. Modos de vibración

Case	Mode	Period sec	UX	UY	RZ
Modal	1	0.495	0.6104	0.0096	0.1106
Modal	2	0.379	0.0002	0.6551	0.0474
Modal	3	0.264	0.0957	0.0384	0.5535
Modal	4	0.132	0.1396	0.0007	0.0212
Modal	5	0.093	0.0002	0.165	0.0088
Modal	6	0.064	0.0106	0.0017	0.0716
Modal	7	0.057	0.0759	0.0136	0.0954
Modal	8	0.047	0.0078	0.0389	0.0005
Modal	9	0.04	0.01	0.0102	0.0181
Modal	10	0.032	0.0057	0.0238	0.0015
Modal	11	0.028	0.0157	0.0119	0.001
Modal	12	0.026	0.0062	0.0001	0.0434
Modal	13	0.024	0.007	0.005	0.0001
Modal	14	0.021	0.0015	0.0046	0.0006
Modal	15	0.02	0.0001	0.0112	0.0006
Modal	16	0.017	0.0072	0.0006	0.0158
Modal	17	0.016	0.0005	0.0073	0.0005
Modal	18	0.013	0.0015	0.0012	0.0044
Modal	19	0.012	0.0034	0.0002	0.0034
Modal	20	0.009	0.0001	0.0006	0.0034
Modal	21	0.006	0.0006	0.0001	3651E-05

Interpretación:

En la tabla 23 se cumple el artículo 29.1.2 el total de las masas efectivas es mayor al 90 % del total de la masa.

Se consideraron 21 modos en total de vibración, estando el caso que el factor de masa participativa logra valores superiores al 90% en el modo 7 para la dirección X-X y en el modo 8 para la dirección perpendicular Y-Y. Se observa del análisis que el primer modo en la dirección X-X es el que tiene mayor masa participativa con un 48.9 % de participación.

6. Verificación de distorsión

Para los desplazamientos laterales permisibles se calculó según la tabla N°11 de la norma E.030.

$$\underline{\text{LÍMITE DISTORSIÓN LATERAL: } \Delta_i / h_i \times 0.75 \times R \leq 0.007 \text{ C}^\circ\text{A}^\circ}$$

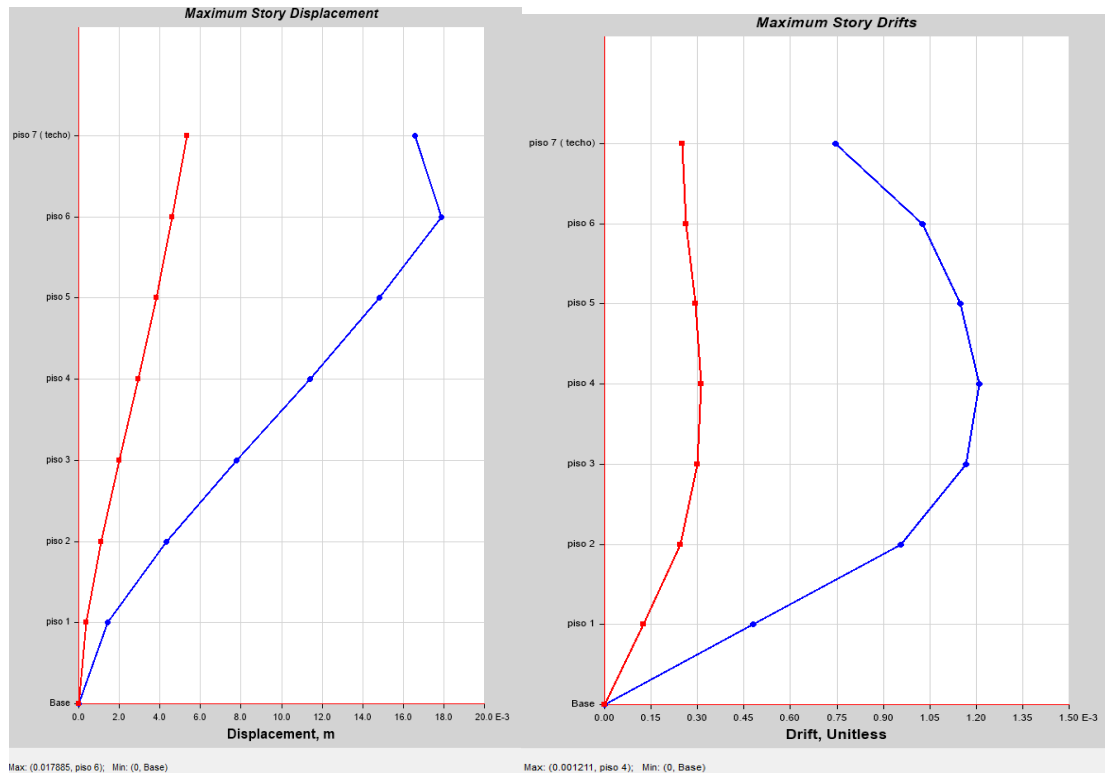


Figura 61. Desplazamientos y Drifts máximos de piso en la dirección X-X

Interpretación:

En el Figura 61 se observa el máximo desplazamiento en el último nivel es $1.78 \times 0.75 \times 7 = 9.345 \text{ cm}$.

Tabla 24. Sismo de diseño en dirección X - X

Combo	Nivel	Drift XX	VERIFICACIÓN
DRIFTxx	7	0.0039	SI CUMPLE
DRIFTxx	6	0.0054	SI CUMPLE
DRIFTxx	5	0.0060	SI CUMPLE
DRIFTxx	4	0.0064	SI CUMPLE
DRIFTxx	3	0.0061	SI CUMPLE
DRIFTxx	2	0.0050	SI CUMPLE
DRIFTxx	1	0.0025	SI CUMPLE

Interpretación:

Se aprecia en la tabla 24 que la distorsión lateral máxima en la dirección X-X es: $0.0064 < 0.007$, por lo tanto, cumple con lo que establece la norma E.030.

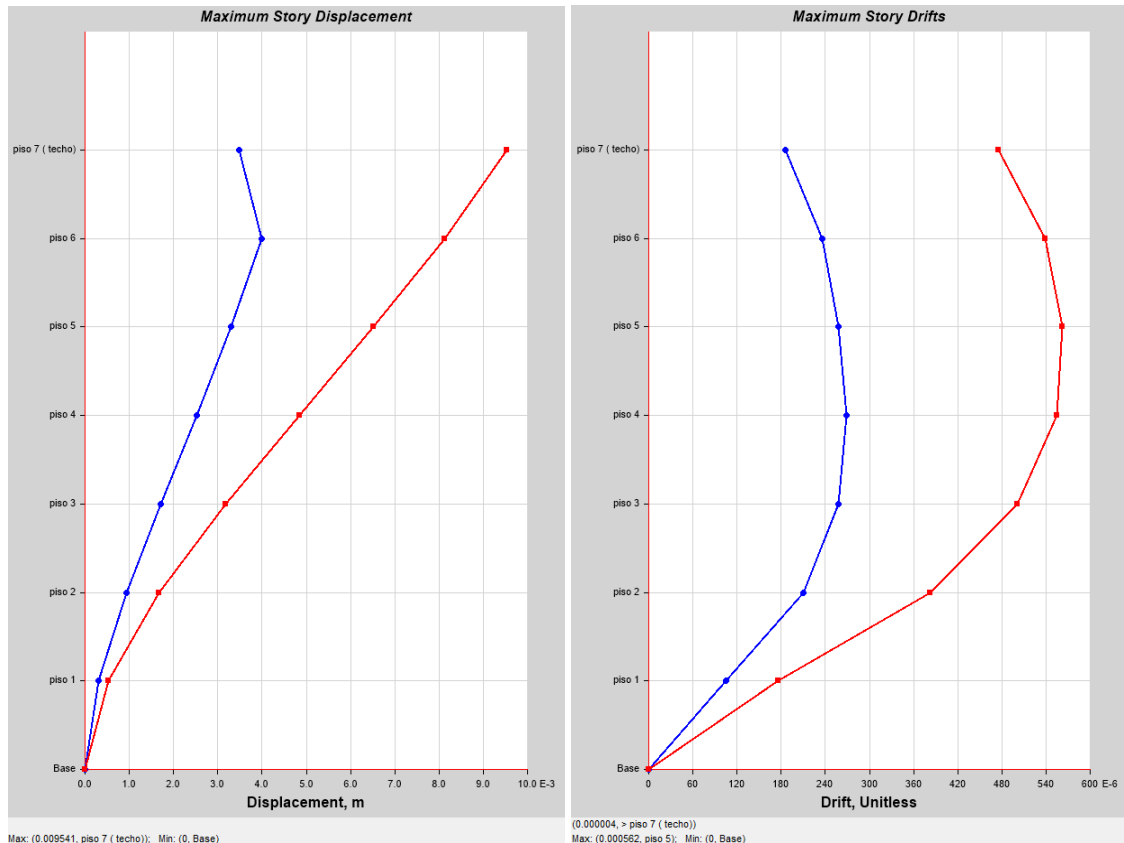


Figura 62. Desplazamientos y Drifts máximos de piso en la dirección Y-Y

Interpretación:

En la figura 62 se observa que el máximo desplazamiento en el último nivel es $0.9541 * 0.75 * 7 = 5.009$ cm.

Tabla 25. Sismo de diseño en dirección Y- Y

Combo	Nivel	Drift YY	VERIFICACIÓN
DRIFTyy	7	0.0025	SI CUMPLE
DRIFTyy	6	0.0028	SI CUMPLE
DRIFTyy	5	0.0030	SI CUMPLE
DRIFTyy	4	0.0029	SI CUMPLE
DRIFTyy	3	0.0026	SI CUMPLE
DRIFTyy	2	0.0020	SI CUMPLE
DRIFTyy	1	0.0009	SI CUMPLE

Interpretación:

Se aprecia en la tabla 25 que la distorsión lateral máxima en la dirección Y-Y es: $0.0030 < 0.007$, por lo tanto, cumple con lo que establece la norma E.030.

- Del análisis estructural de la edificación reestructurada se ha verificado que si está cumpliendo con los requisitos de rigidez estipulados en la norma técnica E.030, ya que sus derivas son menores a lo que la norma estipula.

El diseño de los elementos estructurales de la edificación reestructurada se muestran en el anexo N°8.4.

Contrastación de hipótesis

La verificación de la hipótesis se realizó con el software SSPS STATISTICS

Hipótesis general

H0: Las grietas no influyen negativamente en la edificación de 7 niveles

H1: Las grietas influyen negativamente en la edificación de 7 niveles

En este sentido, para el análisis se tiene las dimensiones de las grietas en cada elemento estructural, lo cual se registraron en la inspección visual de la edificación, seguidamente se analizaron en el SPSS, lo cual se indica en la tabla 26.

Tabla 26. Estadística descriptiva de grietas en los elementos estructurales

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	Grietas en columnas	47.2041	5	12.53041	3.08693
	Grietas en vigas	37.4231	5	1.23564	0.25634
	Grietas en losas	27.7521	5	0.82564	0.15862

Asimismo, se observa en la tabla 27 que (t) tiene un valor de 6.213 y p.value tiene un valor menor a 0.05 mediante el intervalo de confianza de 95%, por lo tanto, se rechaza la H0 y se acepta la H1, lo que quiere decir que las grietas influyen negativamente en el análisis sísmico del edificio de 7 niveles.

Tabla 27. Prueba de hipótesis de la influencia de las grietas

		Diferencias emparejadas 95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	P de un factor	P de dos factores
		Inferior	Superior				
Par 1	Grietas en los elementos estructurales	13.58623	24.68627	6.213	15	<.001	<.001

Hipótesis específica 1

H0: El origen y causas de las grietas en los elementos estructurales de concreto armado no es determinante

H1: El origen y causas de las grietas en los elementos estructurales de concreto armado es determinante

En este sentido, para el análisis el origen y causas de las grietas en la edificación estudiada, se registraron en la inspección visual, algunos estudios en laboratorio y el análisis estructural del edificio, seguidamente se analizaron en el SPSS, lo cual se indica en la tabla 28:

Tabla 28. Estadística descriptiva del origen y causas de las grietas

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	Deficiente mano de obra	57.1051	5	15.23651	3.78524
	Diseño estructural	47.4531	5	6.25477	1.25477
	Mala calidad de materiales	37.5520	5	1.35487	0.51467
	Uso de la estructura	27.0245	5	0.98571	0.12453

Asimismo, se observa en la tabla 29 que (t) tiene un valor de 5.347 y p.value tiene un valor menor a 0.05 mediante el intervalo de confianza de 95%, por lo tanto, se rechaza la H0 y se acepta la H1, lo que quiere decir que el origen y causas de las grietas es determinante.

Tabla 29. Prueba de hipótesis del origen y causas de las grietas

Par 1	Origen y causas de las grietas	Diferencias emparejadas 95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	P de un factor	P de dos factores
		Inferior	Superior				
		14.25471	23.25475	5.347	14	<.002	<.002

Hipótesis específica 2

H0: El comportamiento estructural de la edificación con grietas en los elementos estructurales de concreto armado será el adecuado

H1: El comportamiento estructural de la edificación con grietas en los elementos estructurales de concreto armado no será el adecuado

En este sentido, se tiene el análisis sísmico de la edificación agrietada, lo cual se analizó en el software Etabs V.18, seguidamente se analizaron en el SPSS, lo cual se indica en la tabla 30.

Tabla 30. Estadística descriptiva del análisis sísmico de la edificación agrietada

Par 1		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
	Derivas primer piso	15.4588	5	4.58785	2.25411
	Derivas segundo piso	13.5886	5	3.55524	2.01457
	Derivas tercer piso	11.5639	5	3.21477	1.25545
	Derivas cuarto piso	9.54782	5	3.04577	1.02488
	Derivas sexto piso	6.55212	5	2.55754	0.94524
	Derivas séptimo piso	4.25577	5	2.01558	0.25885

Asimismo, se aprecia en la tabla 31 que (t) tiene un valor de 5.875 y p.value tiene un valor menor a 0.05 mediante el intervalo de confianza de 95%, por lo tanto, se rechaza la H0 y se acepta la H1, lo que quiere decir que el comportamiento estructural de la edificación con grietas no es el adecuado.

Tabla 31. Prueba de hipótesis del análisis sísmico de la edificación agrietada

		Diferencias emparejadas 95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	P de un factor	P de dos factores
		Inferior	Superior				
Par 1	Análisis sísmico	12.58761	20.25578	5.875	13	<.001	<.001

Hipótesis específica 3

H0: Las medidas de rehabilitación y reparación de grietas, y el rediseño de la estructura agrietada no serán los adecuados

H1: Las medidas de rehabilitación y reparación de grietas, y el rediseño de la estructura agrietada serán los adecuados

En este sentido, para el análisis se tiene las mediadas de reparación de grietas y la estructura reestructurada, los cuales se registraron de los resultados de la presente tesis y el rediseño se analizó en el programa Etabs, seguidamente se analizaron en el SPSS, lo cual se indica en la tabla 32.

Tabla 32. Estadística descriptiva de las medidas de reparación de grietas y rediseño de la edificación

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	Medidas de reparación	13.2577	5	2.57471	0.65784
	Estructura reestructurada	6.57741	5	2.10477	0.62141

Asimismo, se aprecia en la tabla 33 que (t) tiene un valor de 5.234 y p.value tiene un valor menor a 0.05 mediante el intervalo de confianza de 95%, por lo tanto, se rechaza la H0 y se acepta la H1, lo que quiere decir que las medidas de reparación de grietas y la estructura reestructurada son los adecuados.

Tabla 33. Prueba de hipótesis de las medidas de reparación de grietas y rediseño de la edificación

		Diferencias emparejadas 95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	P de un factor	P de dos factores
		Inferior	Superior				
Par 1	Medidas de reparación y estructura reestructurada	8.25447	10.57741	5.234	15	<.001	<.001

V. DISCUSIÓN

Discusión 1:

OE1: Determinar el origen y causas de las grietas en los elementos estructurales de concreto armado, mediante la inspección visual.

Referente al **OE1**, Bardales Oscar (2021), en su tesis titulada: “análisis y determinación de las grietas y fisuras en la vivienda los Cipreses II de la provincia de Cajamarca”. Indicó que “las principales causas de las grietas y fisuras en la edificación estudiada fueron ocasionadas por el uso de la estructura (1%), materiales de mala calidad (8%), el diseño estructural (31%) y por la deficiente mano de obra (60%)”. Lo cual con la presente investigación coincide con dicha conclusión, dado que el resultado del análisis de la edificación agrietada de 7 niveles se determinó que la presencia de grietas se dio por el uso de la estructura (6%), materiales de mala calidad (13%), el diseño estructural (36%) y por la deficiente mano de obra (45%).

Discusión 2:

Objetivo específico 2: Analizar el comportamiento estructural de la edificación con grietas en los elementos estructurales de concreto armado.

Referente al **OE2**, Ospino Freddy y Martínez Jorge (2021), en su tesis titulada “Evaluación de los efectos del agrietamiento en el comportamiento estructural para una estructura con pórticos de concreto armado tradicional en Colombia”. Indicó que la estructura evaluada “no está cumpliendo con las derivas máximas que la NSR-10 estipula”. Por lo tanto, con la presente investigación coincide con dicha conclusión, ya que en el resultado del análisis de la edificación agrietada de 7 niveles no está cumpliendo con las derivas máximas de la norma E.030.

Seguidamente, se muestra una comparación:

Tabla 34. Derivas de piso de la edificación de la tesis de Ospino Freddy y Martínez Jorge

Piso	X(m)	Y(m)	$\Delta X(m)$	$\Delta Y(m)$	Deriva	H piso(m)	α piso	Cumple NSR-10
1	0.05168	-0.00168	0.05168	-0.00168	0.05171	2.875	1.80%	No cumple
2	0.14973	-0.00556	0.09805	-0.00388	0.09813	2.875	3.41%	No cumple
3	0.24898	-0.00986	0.09924	-0.00430	0.09934	2.875	3.46%	No cumple
4	0.32885	-0.01382	0.07987	-0.00397	0.07997	2.875	2.78%	No cumple
5	0.38334	-0.01757	0.05449	-0.00345	0.05460	2.875	1.90%	No cumple

Fuente: Tesis de Ospino Freddy y Martínez Jorge

Interpretación:

Como se muestra en la tabla 34, los autores indican las dimensiones del predimensionamiento en los elementos, las derivas máximas de su análisis no están cumpliendo con lo que estipula la NSR-10.

Tabla 35. Derivas de la edificación agrietada de la presente tesis

Story	Elevation	Location	X-Dir	Y-Dir
	m			
piso 7 (techo)	21	Top	0.01665	0.009714
piso 6	18	Top	0.027984	0.01632
piso 5	15	Top	0.036792	0.023034
piso 4	12	Top	0.043416	0.028248
piso 3	9	Top	0.048072	0.0324
piso 2	6	Top	0.050262	0.03504
piso 1	3	Top	0.03789	0.026412
Base	0	Top	0	0

Interpretación:

En la tabla 35 se observa que las derivas en X-Y de la edificación agrietada son muy elevadas, ya que está superando más del 0.007 de lo que establece la norma E.030, por lo tanto, los elementos estructurales no están teniendo un buen desempeño.

- Como se observa en la tabla 34 y 35, ambas edificaciones no cumplen con la norma sismorresistente que establecen en dicho país. Lo que quiere decir que las grietas están influyendo negativamente en el análisis sísmico

Discusión 3:

Objetivo específico 3: **Proponer medidas de rehabilitación y reparación de grietas, y rediseñar la estructura agrietada de acuerdo al RNE.**

Referente al **OE3**, Quispe Katherine (2018), en su tesis titulada: “Aplicación de técnicas sostenibles de reparación del agrietamiento del concreto armado en edificaciones”. Indicó las siguientes técnicas de reparación de grietas o fisuras: “Inyección en fisuras o grietas, Aplicación de grout, Aplicación de capas o sobrecapa, Selladores, Seguridad y salud del proyecto de reparación”. Lo cual con la presente investigación coincide con dichas técnicas, ya que en el resultado del análisis de la edificación agrietada de 7 niveles se propuso las siguientes medidas de reparación de grietas: “Sellado de Grietas, Inyección de Grietas, Refuerzo con Fibras y Armaduras Externas, Parcheo y Reparación, Corte y Recolocación de Elementos Afectados, Control de Humedad y Drenaje, Monitoreo y Mantenimiento Continuo”.

VI. CONCLUSIONES

1. El estudio realizado ha proporcionado una comprensión significativa de los efectos y consecuencias de las grietas en la integridad y estabilidad de una estructura. El agrietamiento en los elementos estructurales influye negativamente en el análisis sismorresistente. Las grietas si no son reparadas en un tiempo determinado, se va a producir el ingreso del aire mediante sus aberturas y lo cual va ocasionar que el acero del elemento estructural se oxide y mediante la oxidación se da la corrosión y debido a esto la estructura va perder estabilidad y resistencia a soportar cargas, por ello las grietas deben ser estudiadas y reparadas con prontitud.
2. La inspección visual y estudios de laboratorio son herramientas fundamentales para detallar el origen de las grietas en los elementos estructurales de concreto armado. Mayormente las grietas se originan mayormente por un mal diseño estructural, baja resistencia del concreto, cargas excesivas, asentamiento diferencial, contracción y expansión térmica, diferencias en el diseño o construcción, movimiento del suelo, contracción plástica, también cuando en el vaciado del concreto en losas a altas temperaturas, etc.
3. El comportamiento estructural de la edificación agrietada no ha tenido un buen desempeño, ha presentado desplazamientos altos, deformaciones en sus elementos estructurales, sus derivas han superado el 0.007 de lo que establece la norma E.030, por lo tanto, la estructura no ha cumplido con los parámetros de la norma E.030.
4. Las medidas de rehabilitación y reparación de grietas va depender de la gravedad de las grietas presentes en la estructura. Este proceso implica una evaluación exhaustiva de las grietas, considerando factores como su tamaño, ubicación y causas subyacentes. Las soluciones propuestas deben ser específicas para cada caso, incorporando técnicas y materiales apropiados para restaurar la integridad y durabilidad de la estructura.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda construir edificaciones respetando el reglamento nacional de edificaciones, de esta manera las estructuras tendrán un mejor diseño estructural, por lo tanto, serán más resistente.
- Se recomienda utilizar equipos adecuados para medir ancho y profundidad de las grietas con mayor precisión. Asimismo, una vez detectado las grietas o fisuras en la edificación, deben ser reparadas con prontitud para que la edificación no pierda resistencia
- Se recomienda realizar un análisis de influencia de grietas en los elementos estructurales de concreto armado, incluyendo la interacción suelo estructura, dado que de esta manera será más exacto y la vez más correcto de hacer un análisis.
- Se recomienda emplear placas o muros de corte para edificaciones mayores a 15 metros. De la misma manera el uso de sistemas duales o muros estructurales para edificios que se encuentren en zona sísmica 4.

REFERENCIAS

1. ALI AKBARI SARI y S. SOROSH, 2022. Numerical investigation of the lateral load behavior of core and coupled rocking walls. [en línea], vol. 21, no. 1, pp. 36-52. [Consulta: 15 mayo 2023]. DOI <https://doi.org/10.7764/rdlc.21.1.36>. Disponible en: <https://revistadelaconstruccion.uc.cl/index.php/RDLC/article/view/41081>.
2. ALVAREZ, C. y RIOS, R., 2022. Análisis comparativo del diseño estructural de una edificación regular e irregular de ocho niveles en sistema de pórticos aplicando la norma e.030 2003, 2016 y 2018 diseño sismorresistente en la ciudad de Lima. [en línea], vol. 23, no. 1, pp. 48-71. [Consulta: 15 mayo 2023]. DOI <https://doi.org/10.51372/gacetatecnica231.5>. Disponible en: <https://revistas.uclave.org/index.php/gt/article/view/3721>.
3. ANDRÉS MEJÍA ACOSTA, OLADIS DE RINCÓN, MILANO, V. y HERNÁNDEZ-LÓPEZ, Y., 2018. Cracks width-corrosion rate correlation on the durability of reinforced concrete in a very high aggressiveness tropical marine environment. [en línea], vol. 8, no. 3, pp. 317-332. [Consulta: 15 mayo 2023]. DOI <https://doi.org/10.21041/ra.v8i3.321>. Disponible en: <https://revistaalcompat.org/index.php/RA/article/view/321>.
4. ANIKET BHOSALE, CHANDRASHEKHAR LAKAVATH y PRAKASH, S., 2020. Multi-linear tensile stress-crack width relationships for hybrid fibre reinforced concrete using inverse analysis and digital image correlation. [en línea], vol. 225, pp. 111275-111275. [Consulta: 28 mayo 2023]. DOI <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2020.111275>. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0141029620338761>.
5. ČERVENKA, J., CERVENKA, V. y LASERNA, S., 2018. On crack band model in finite element analysis of concrete fracture in engineering practice. [en línea], vol. 197, pp. 27-47. [Consulta: 15 mayo 2023]. DOI <https://doi.org/10.1016/j.engfracmech.2018.04.010>. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0013794418301620?via%3Dihub>.

6. CHRYSANIDIS, T.A. y PANOSKALTSIS, V.P., 2022. Experimental investigation on cracking behavior of reinforced concrete tension ties. [en línea], vol. 16, pp. e00810-e00810. [Consulta: 15 mayo 2023]. DOI <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2021.e00810>. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214509521003259?via%3Dihub>.
7. COSTA JUNIOR, M.P. y MORAES PINHEIRO, S.M., 2021. Análise da durabilidade de concreto armado com fissuras induzidas por carregamento. Revista ALCONPAT [en línea], vol. 11, no. 2, pp. 17-37. [Consulta: 28 mayo 2023]. DOI <https://doi.org/10.21041/ra.v11i2.510>. Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/ralconpat/v11n2/2007-6835-ralconpat-11-02-17-es.pdf>.
8. DURAND-MARTÍNEZ, R., MAYRA MÓNICA GONZÁLEZ-FERNÁNDEZ y JOSÉ MARÍA RUIZ-RUIZ, 2018. Evaluación del comportamiento estructural del edificio El Marvy. *Ciencia en su PC* [en línea], vol. 1, no. 4, pp. 84-94. [Consulta: 15 mayo 2023]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181358509007>.
9. DENG, P. y MATSUMOTO, T., 2021. Weight function calculation method for analyzing mixed-mode shear cracks in reinforced concrete beams. [en línea], vol. 33, pp. 1327-1339. [Consulta: 15 mayo 2023]. DOI <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2021.05.020>. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352012421004239>.
10. DE, Y. y FERREIRA, C., 2018. Contribuição às vigas de concreto armado degradadas pela ação do fogo: Análise comparativa entre o reforço estrutural com fibras de carbono e chapas metálicas. [en línea], vol. 9, no. 1, pp. 48-64. [Consulta: 15 mayo 2023]. DOI <https://doi.org/10.21041/ra.v9i1.259>. Disponible en: <https://revistaalconpat.org/index.php/RA/article/view/259>.
11. DE, V. y LEONEL, E.D., 2022. Probabilistic chloride diffusion modelling in cracked concrete structures by transient BEM formulation. [en línea], vol. 15, no. 4. [Consulta: 15 mayo 2023]. DOI <https://doi.org/10.1590/s1983->

41952022000400002.

Disponibile

en:

<https://www.scielo.br/j/riem/a/tvp8Hm9HZ79Fqq3CbMcv65j/?lang=en>.

12. EMÍLIO, P., SANTOS y SANTIAGO, 2019. Aspectos gerais do concreto armado e os procedimentos técnicos para sua utilização. [en línea], [Consulta: 15 mayo 2023]. DOI <https://doi.org/10.33448/rsd-v8i6.1020>. Disponible en: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/1020>.
13. ESPITIA, E., DERY ESMERALDA CORREDOR-PULIDO, ANDREA, P., JOHAN, BELLO, O. y PEREZ, S., 2019. Mechanisms of encapsulation of bacteria in self-healing concrete: review. [en línea], vol. 86, no. 210, pp. 17-22. [Consulta: 15 mayo 2023]. DOI <https://doi.org/10.15446/dyna.v86n210.75343>. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/view/75343>.
14. EMERSON FELIPE FELIX, TITO, MARIANA CORRÊA POSTERLLI, POSSAN, E. y ROGÉRIO CARRAZEDO, 2018. Análise da vida útil de estruturas de concreto armado sob corrosão uniforme por meio de um modelo com RNA acoplado ao MEF. [en línea], vol. 8, no. 1, pp. 1-15. [Consulta: 15 mayo 2023]. DOI <https://doi.org/10.21041/ra.v8i1.256>. Disponible en: <https://revistaalconpat.org/index.php/RA/article/view/256>.
15. HANAFY KHALEL, MUHAMMAD SHAHZEB KHAN y STARR, A., 2023. Dynamic response-based crack resistance analysis of fibre reinforced concrete specimens under different temperatures and crack depths. [en línea], vol. 66, pp. 105865-105865. [Consulta: 15 mayo 2023]. DOI <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2023.105865>. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S235271022300044X?via%3Dihub>.
16. H. S. S. ABOU EL-MAL, SHERBINI, A.S. y SALLAM, M., 2018. Structural Behavior of RC Beams Containing a Pre- Diagonal Tension Crack. [en línea], vol. 15, no. 7. [Consulta: 15 mayo 2023]. DOI <https://doi.org/10.1590/1679-78254701>. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/lajss/a/VDyjpg5dhMSrWmyfGFD9hdH/?lang=en>.

17. HAZEL, DARÍO CANDEBAT-SÁNCHEZ y GONZÁLEZ-DÍAZ, L., 2018. Comportamiento estructural ante acciones sísmicas de una nave industrial de acero en Santiago de Cuba. *Ciencia en su PC* [en línea], vol. 1, no. 4, pp. 1-10. [Consulta: 15 mayo 2023]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181358509001>.
18. HELMI ALGUHI y TOMLINSON, D., 2023. Crack behaviour and flexural response of steel and chopped glass fibre-reinforced concrete: Experimental and analytical study. [en línea], pp. 106914-106914. [Consulta: 28 mayo 2023]. DOI <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2023.106914>. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352710223010938>.
19. HUY TANG BUI y KANG HAI TAN, 2023. Multi-peak nonuniform model of rust distribution and corrosion-induced concrete cracking in reinforced concrete slabs. [en línea], vol. 140, pp. 105087-105087. [Consulta: 15 mayo 2023]. DOI <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2023.105087>. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0958946523001610>.
20. ISMAIL ALDELLAA, PETR HAVLÁSEK, JIRÁSEK, M. y GRASSL, P., 2022. Effect of creep on corrosion-induced cracking. [en línea], vol. 264, pp. 108310-108310. [Consulta: 15 mayo 2023]. DOI <https://doi.org/10.1016/j.engfracmech.2022.108310>. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0013794422000704#:~:text=Ver%20few%20experimental%20studies%20on,to%20be%20related%20to%20creep>.
21. JORGE LUIS BAZÁN, FERNÁNDEZ-DÁVILA, V.I. y MANUEL, J., 2020. Uso de anclajes FRP en vigas de concreto armado reforzados externamente con bandas CFRP sometidas a cargas cíclicas. [en línea], [Consulta: 15 mayo 2023]. DOI <https://doi.org/10.15517/ri.v30i2.39806>. Disponible en: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/ingenieria/article/view/39806>.
22. LU, X., WANG, B., YUAN, K. y ZHAO, J., 2022. Influence of textile reinforced self-stressing concrete with three-dimensional collaborative textile on crack resistance and bending properties. [en línea], vol. 61, pp. 105261-105261. [Consulta: 15 mayo 2023]. DOI <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2022.105261>.

Disponible

en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352710222012670>.

23. MARGARITA CARMEN ROBER-CALZADILLA, MAYRA MÓNICA GONZÁLEZ-FERNÁNDEZ y ESTRELLA YADIRA ROCA-FERNÁNDEZ, 2022. Evaluación estructural del hotel Perla de Cuba. *Ciencia en su PC* [en línea], vol. 1, no. 1, pp. 81-98. [Consulta: 15 mayo 2023]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181372324011>.
24. MA, G. y WU, C., 2023. Crack type analysis and damage evaluation of BFRP-repaired pre-damaged concrete cylinders using acoustic emission technique. [en línea], vol. 362, pp. 129674-129674. [Consulta: 15 mayo 2023]. DOI <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.129674>. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095006182203330X#f0060>.
25. MATTIAS BLOMFORS, LUNDGREN, K. y ZANDI, K., 2021. Incorporation of pre-existing cracks in finite element analyses of reinforced concrete beams without transverse reinforcement. [en línea], vol. 229, pp. 111601-111601. [Consulta: 15 mayo 2023]. DOI <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2020.111601>. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0141029620342024>.
26. MELCIADES, M. y MARIA, 2021. Análise da durabilidade de concreto armado com fissuras induzidas por carregamento. [en línea], vol. 11, no. 2, pp. 17-37. [Consulta: 15 mayo 2023]. DOI <https://doi.org/10.21041/ra.v11i2.510>. Disponible en: <https://revistaalconpat.org/index.php/RA/article/view/510>.
27. MITCHELL, J.P., CHO, B.-Y. y YOO MIN KIM, 2021. Analytical Model of Two-Directional Cracking Shear-Friction Membrane for Finite Element Analysis of Reinforced Concrete. [en línea], vol. 14, no. 6, pp. 1460-1460. [Consulta: 15 mayo 2023]. DOI <https://doi.org/10.3390/ma14061460>. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1996-1944/14/6/1460>.
28. MUKHTAR, F. y DEIFALLA, A., 2023. Shear strength of FRP reinforced deep concrete beams without stirrups: Test database and a critical shear crack-based model. [en línea], vol. 307, pp. 116636-116636. [Consulta: 15 mayo

- 2023]. DOI <https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2022.116636>. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S026382232201368X>.
29. NATALI, M., DORIAN, A. y ESPINOZA, C., 2020. Evaluación y diagnóstico de elementos de concreto localizados en ambiente marino del distrito de Ite, Tacna. [en línea], vol. 2, no. 2, pp. 453-474. [Consulta: 15 mayo 2023]. DOI <https://doi.org/10.47796/ing.v2i2.418>. Disponible en: <https://revistas.upt.edu.pe/ojs/index.php/ingenieria/article/view/418>.
30. NAYRA YUMI TSUTSUMOTO, JOÃO VICTOR FAZZAN, LUIZ, J., CESAR FABIANO FIORITI, MAURO MITSUUCHI TASHIMA y JORGE LUÍS AKASAKI, 2019. Structural behavior of reinforced concrete beams strengthened with bamboo splints. *Acta Scientiarum. Technology* [en línea], vol. 41, pp. e36989. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=303260200024>.
31. NICOLE SCHWANTES CEZARIO, VÂNIA, M., THOMAS KEHRWALD FRUET, SOUZA, G., BERENICE MARTINS TORALLES y DAVI, 2018. Crack filling in concrete by addition of *Bacillus subtilis* spores - Preliminary study. *Dyna* [en línea], vol. 85, no. 205, pp. 132-139. [Consulta: 15 mayo 2023]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49657889017>.
32. PRANNO, A., GRECO, F., LEONETTI, L., LONETTI, P., BLASI, P. y UMBERTO DE MAIO, 2022. Cracking analysis in Ultra-High-Performance Fiber-Reinforced Concrete with embedded nanoparticles via a diffuse interface approach. [en línea], vol. 39, pp. 688-699. [Consulta: 15 mayo 2023]. DOI <https://doi.org/10.1016/j.prostr.2022.03.142>. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2452321622003559>.
33. PHILIPP PREINSTORFER, YANIK, S., JOHANNES KIRNBAUER, LEES, J.M. y AGATHE ROBISSON, 2023. Cracking behaviour of textile-reinforced concrete with varying concrete cover and textile surface finish. [en línea], vol. 312, pp. 116859-116859. [Consulta: 15 mayo 2023]. DOI <https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2023.116859>. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0263822323002039?via%3Dihub>.

34. PUJOL, S. y RODRÍGUEZ, M.E., 2017. Evaluación del comportamiento de muros no estructurales en edificios de la Ciudad de México en el terremoto del 19 de septiembre 2017. *Ingeniería sísmica* [en línea], no. 101, pp. 53-66. [Consulta: 15 mayo 2023]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/618/61864056004/>.
35. R. TUĞRUL ERDEM, 2021. Dynamic responses of reinforced concrete slabs under sudden impact loading. [en línea], vol. 20, no. 2, pp. 346-358. [Consulta: 15 mayo 2023]. DOI <https://doi.org/10.7764/rdlc.20.2.346>. Disponible en: <https://ojs.uc.cl/index.php/RDLC/article/view/27885>.
36. SANZ-DÍEZ, G. y SÁNCHEZ, C., 2017. Caracterización del comportamiento en flexión del hormigón reforzado con fibras sometido a impacto. [en línea], [Consulta: 15 mayo 2023]. DOI <https://doi.org/10.1016/j.hya.2017.04.003>. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0439568917300153>.
37. SYLWESTER KOBIELAK, TATKO, R. y PIEKARZ, R., 2010. Method for approximate analysis of cracking effect on lateral stiffness of reinforced concrete framed-tube structures. [en línea], [Consulta: 15 mayo 2023]. DOI [https://doi.org/10.1016/s1644-9665\(12\)60129-0](https://doi.org/10.1016/s1644-9665(12)60129-0). Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1644966512601290>.
38. SILVA, R.F., BRUNA, M., JÚNIOR, S., LIMA, F. y CAMILA, 2018. Experimental analysis of reinforced concrete beams strengthened with steel bars and epoxy structural adhesive. [en línea], vol. 9, no. 1, pp. 65-78. [Consulta: 15 mayo 2023]. DOI <https://doi.org/10.21041/ra.v9i1.213>. Disponible en: <https://revistaalconpat.org/index.php/RA/article/view/213>.
39. SUÁREZ, F., 2023. A smeared crack formulation for simulating fracture of fibre-reinforced concrete by means of a trilinear softening diagram. [en línea], pp. 109356-109356. [Consulta: 28 mayo 2023]. DOI <https://doi.org/10.1016/j.engfracmech.2023.109356>. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0013794423003144>.

40. TAVARES, M., HUMBERTO, J., CRISTINA, E., YÉDA VIEIRA PÓVOAS y RAHNEMAY, E., 2018. Evaluation of the ultrasound test for estimating the depth of cracks in concrete. [en línea], vol. 9, no. 1, pp. 79-92. [Consulta: 15 mayo 2023]. DOI <https://doi.org/10.21041/ra.v9i1.289>. Disponible en: <https://revistaalconpat.org/index.php/RA/article/view/289>.
41. TARAZONA-ROMERO, B.E. y SANDOVAL, C., 2019. Evaluación de discontinuidades tipo grietas y fisuras en estructuras de hormigón empleando un analizador de vibraciones y procesamiento digital de imágenes. [en línea], vol. 13, no. 25, pp. 85-94. [Consulta: 28 mayo 2023]. DOI <https://doi.org/10.31908/19098367.4018>. Disponible en: <https://revistas.ucp.edu.co/index.php/entrecienciaeingenieria/article/view/1138>.
42. UMBERTO DE MAIO, GRECO, F., LEONETTI, L., PAOLO NEVONE BLASI y PRANNO, A., 2022. Cracking behavior analysis of reinforced concrete structures by using a cohesive fracture model. [en línea], vol. 41, pp. 598-609. [Consulta: 15 mayo 2023]. DOI <https://doi.org/10.1016/j.prostr.2022.05.068>. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2452321622005273?via%3Dihub>.
43. View of Service life analysis of reinforced concrete structure under uniform corrosion through ANN model coupled to the FEM. *Revistaalconpat.org* [en línea], 2023. [Consulta: 15 mayo 2023]. Disponible en: <https://revistaalconpat.org/index.php/RA/article/view/256/339>.
44. View of PROPERTIES OF CONCRETE WITH COATED AGGREGATES UNDER DIFFERENT LOADING CONDITIONS. *Qtanalytics.in* [en línea], 2023. [Consulta: 15 mayo 2023]. Disponible en: <https://qtanalytics.in/journals/index.php/JREAS/article/view/1812/1026>.
45. XIN, J., JIANG, X., CHEN, Z., ZUO, L., ZHANG, G., WANG, Z., QI, C., ZHANG, L. y LIU, Y., 2022. Early age thermal cracking resistance of basalt fiber-reinforced concrete for mass concrete structures under restraint condition. [en línea], vol. 45, pp. 1189-1198. [Consulta: 15 mayo 2023]. DOI

- <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2022.09.101>. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352012422008773>.
46. YANKELEVSKY, D.Z., MAHMOOD JABAREEN y ABUTBUL, A.D., 2008. One-dimensional analysis of tension stiffening in reinforced concrete with discrete cracks. [en línea], vol. 30, no. 1, pp. 206-217. [Consulta: 15 mayo 2023]. DOI <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2007.03.013>. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S014102960700137X>.
47. WANG, L., FAN, L., FU, F. y SONG, Z., 2022. Cracks width prediction of steel-FRP bars reinforced high-strength composite concrete beams. [en línea], vol. 43, pp. 424-433. [Consulta: 15 mayo 2023]. DOI <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2022.06.064>. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352012422005446>.
48. WU, C., HE XIONGJUN, WU, W. y JI, K., 2022. Low cycle fatigue crack propagation and damage evolution of concrete beams reinforced with GFRP bar. [en línea], vol. 304, pp. 116312-116312. [Consulta: 15 mayo 2023]. DOI <https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2022.116312>. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0263822322010443>.
49. ZHANG, H., WANG, L., LI, J. y KANG, F., 2023. Embedded PZT aggregates for monitoring crack growth and predicting surface crack in reinforced concrete beam. [en línea], vol. 364, pp. 129979-129979. [Consulta: 15 mayo 2023]. DOI <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.129979>. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061822036352>.
50. ZHONG, J., ZHUANG, H., PIAOXUE SHIYANG y ZHOU, M., 2021. Experimental and numerical analysis of crack propagation in reinforced concrete structures using a three-phase concrete model. [en línea], vol. 33, pp. 1705-1714. [Consulta: 15 mayo 2023]. DOI <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2021.05.062>. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352012421004653>.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de operacionalización de variables

Título: “Influencia de las grietas en los elementos estructurales de concreto armado en una edificación de 7 pisos, Los Olivos, 2023”

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable independiente: Influencia de las grietas en los elementos estructurales	Las grietas son aberturas o roturas que se forman en la superficie o en el interior del elemento. Estas grietas se pueden dar por distintos motivos los cuáles son: cargas excesivas, asentamiento diferencial, contracción y expansión térmica, diferencias en el diseño o construcción, movimiento del suelo, etc. (Sotomayor, 2018).	"Determina los factores y causas de las grietas en los elementos estructurales de concreto armado, haciendo revisiones de fuentes bibliográficas y visitas del lugar que va ser estudiado, evaluado". (Sotomayor, 2018)	Resistencia del concreto	Ensayo de esclerometría o Diamantina	Razón
			Tipo de suelo	Estudio del suelo	Razón
			Verificar la estructura	Inspección visual	Razón
Variable dependiente: Edificación de 7 niveles	Según el código Internacional de Construcción (International Code Council, ICC): una edificación es "Cualquier estructura construida, independientemente de su tamaño, que tenga un techo y una ubicación fija en el suelo, o que esté unida a algo que tenga un techo y una ubicación fija en el suelo, y que esté permanentemente cerrada por cerramientos rígidos y aberturas protegidas".	"Se basa en la observación y medición de las propiedades mecánicas y físicas de la edificación, tales como la rigidez, la resistencia, la capacidad de absorción de energía, la capacidad de deformación y la capacidad de redistribución de cargas". (Roberto Aguiar, Marcos Hinojosa y Luis Zambrano, 2016)	modelamiento de la estructura	Software (Etabs)	Razón
			Resistencia estructural	capacidad de la estructura (Etabs)	Razón
			Rigidez y estabilidad de la estructura	Capacidad de la estructura para resistir deformaciones (Etabs)	Razón

Anexo 2: Matriz de consistencia

Título: “Influencia de las grietas en los elementos estructurales de concreto armado en una edificación de 7 pisos, Los Olivos, 2023”

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Metodología
Problema General:	Objetivo general:	Hipótesis general:	Variable independiente Influencia de las grietas en los elementos estructurales	Resistencia del concreto	Ensayo de esclerometría o Diamantina	Observación estructurada o sistemática, ficha de recolección de datos	Tipo de investigación: Transversal, aplicada Enfoque de investigación: Cuantitativo El diseño de la investigación no Experimental El nivel de la investigación: Explicativo Población: edificios de 7 pisos de Los Olivos Muestra: un edificio de 7 pisos con grietas Muestreo: No probabilístico, a conveniencia del investigador
¿Cómo influyen las grietas en los elementos estructurales de concreto armado en una edificación de 7 pisos, Los Olivos 2023?	Evaluar la influencia de las grietas en los elementos estructurales de concreto armado en una edificación de 7 pisos, Los Olivos 2023	El análisis las grietas en los elementos estructurales de concreto armado influyen negativamente en una edificación de 7 pisos, Los Olivos 2023		Tipo de suelo	Estudio del suelo	Observación estructurada o sistemática, ficha de recolección de datos	
				Verificar la estructura	Inspección visual	Observación estructurada o sistemática, ficha de recolección de datos	
Problemas Específicos:	Objetivos específicos:	Hipótesis específicas:	Variable Dependiente Edificación de 7 pisos	modelamiento de la estructura	software (Etabs)	Software (Etabs, excel, Autocad), Reglamento Nacional de Edificaciones	
¿Cuál es el origen y causas de las grietas en los elementos estructurales de concreto armado, mediante la inspección visual?	Determinar el origen y causas de las grietas en los elementos estructurales de concreto armado, mediante la inspección visual	El origen y causas de las grietas en los elementos estructurales de concreto armado es determinante mediante la inspección visual		Resistencia estructural	capacidad de la estructura (Etabs)	Software (Etabs,excel, Autocad), Reglamento Nacional de Edificaciones	
¿Cómo es el comportamiento estructural de la edificación con grietas en los elementos estructurales de concreto armado?	Analizar el comportamiento estructural de la edificación con grietas en los elementos estructurales de concreto armado	El comportamiento estructural de la edificación con grietas en los elementos estructurales de concreto armado no será el adecuado		Rigidez y estabilidad de la estructura	Capacidad de la estructura para resistir deformaciones (Etabs)	Software (Etabs,excel, Autocad), Reglamento Nacional de Edificaciones	
¿Cuáles serían las medidas de rehabilitación y reparación de grietas, y el rediseño de la estructura agrietada?	Proponer medidas de rehabilitación y reparación de grietas, y rediseñar la estructura agrietada de acuerdo al RNE	Las medidas de rehabilitación y reparación de grietas, y el rediseño de la estructura agrietada serán los adecuados basados en los resultados del análisis					

Anexo 3 Instrumento de recolección de datos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Primera ficha de recolección de datos

Título: "Influencia de las grietas en los elementos estructurales de concreto armado en una edificación de 7 pisos, Los Olivos, 2023"

Autor: Ruiz Huamán, Elionay (orcid.org/0000-0001-5157-0159)

Variable: Influencia de las grietas en los elementos estructurales.

ENSAYOS PARA LA RESISTENCIA DEL CONCRETO

Evaluación del concreto por el esclerómetro

ELEMENTO	ÁNGULO DE DISPARO	LECTURAS			PROMEDIO

Ensayo de diamantina

Identificación	Fecha de extracción	Fecha de rotura	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Fuerza máxima (Kgf)	Tipo de falla	Relación longitud/diámetro	Esfuerzo kg/cm ²	Factor de corrección	Esfuerzo corregido kg/cm	% f'c	Comentarios-Inspección visual

Apellidos y Nombres	DNI	Firma y sello
BOZA CLACHEA MARGARITA	21418115	 Margarita Clachea INGENIERA CIVIL CIP. 90500
ESPINOZA CARHUACUSHA WENDY DIANA	75267743	 W. Diana Espinoza Carhuacusha INGENIERA CIVIL CIP. N° 238547



Segunda ficha de recolección de datos

Título: "Influencia de las grietas en los elementos estructurales de concreto armado en una edificación de 7 pisos, Los Olivos, 2023"

Autor: Ruiz Huamán, Elionay (orcid.org/0000-0001-5157-0159)

Variable: Influencia de las grietas en los elementos estructurales.

Estudio de suelos

PROFUNDIDAD (m)	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	MUESTRA	CLASIFICACIÓN	
				SUCS	AASHTO

TAMIZ	AASHTO T-27	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		
	(mm)					
				CONTENIDO DE HUMEDAD (ASRM D2216)		
				Contenido humedad (%)		
				LÍMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)		
				Límite Líquido (LL)		
				Límite Plástico (LP)		
				Índice Plástico (IP)		
				ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM D422)		
				Grava(%)	Arena(%)	Finos(%)
				CLASIFICACIÓN DE SUELOS		
				Clasificación SUCS (ASTM D2487) *		
				Clasificación AASHTO(ASTM D3282)		
				Nombre del Grupo		

Apellidos y Nombres	DNI	Firma y sello
BOZA OLAECHEA MARCELA	21498115	 MARCELA OLAECHEA INGENIERA CIVIL CIP. 27510
Espinoza Carhuay Wendy Diema	7526743	 W. Diema Espinoza Carhuay INGENIERA CIVIL CIP. N° 238547

Anexo 4: Validez (Evaluación por juicio de expertos)



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Evaluación de expertos

Título: "Influencia de las grietas en los elementos estructurales de concreto armado en una edificación de 7 pisos, Los Olivos, 2023"

Magister / Licenciado(a) experto:

MG. MARGARITA BOZA OLACHEA

Se presenta a usted el instrumento de recolección de datos del proyecto de investigación para su revisión y sugerencias:

Criterios	Observaciones
1. ¿El instrumento de recolección de datos está orientado al problema de investigación?	Si
2. ¿En el instrumento de recolección de datos se aprecia las variables de investigación?	Si
3. ¿Los instrumentos de la recolección de datos facilitaran el logro de los objetivos de la investigación?	Si
4. ¿Los instrumentos de recolección de datos se relacionan con la o las variables de estudio?	Si
5. ¿El instrumento de recolección de datos presenta la cantidad de ítems apropiados?	Si
6. ¿La redacción del instrumento de recolección de datos es coherente?	Si
7. ¿El diseño del instrumento de recolección de datos es coherente?	Si
8. ¿Del instrumento de recolección de datos, usted eliminaría algún ítem?	Si
9. ¿En el instrumento de recolección de datos, usted agregaría algún ítem?	Si
10. ¿El diseño del instrumento de recolección de datos será accesible a la población sujeto de estudio?	Si
11. ¿La recolección del instrumento de recolección de datos es clara, sencilla y precisa para la investigación?	Si

Sugerencias:

Atentamente:

Firma y sello



Informe de Validación de Instrumentos

I. Datos Generales

Apellidos y nombres del experto: BOCA OLACHEA MARGARITA
 Institución donde labora: U.C.V.
 Instrumento de validación: Certificado de calibración y medición de los equipos De laboratorio

Autor del instrumento: Ruiz Huamán, Elionay

II. Aspectos de validación

Muy deficiente (1) Deficiente (2) Aceptable (3) Buena (4) Excelente (5)

Criterios	Indicadores	1	2	3	4	5
Claridad	Los ítems están redactados con lenguajes apropiados y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
Objetividad	Las instituciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable Análisis de grietas en columnas de concreto armado en todas sus dimensiones y en indicadores conceptuales y operacionales.					X
Actualidad	El instrumento refleja vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológica innovación y legal inherente a las variables del Análisis de grietas en columnas de concreto armado.					X
Organización	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				X	
Suficiencia	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
Intencionalidad	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variables de estudio.					X
Consistencia	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
Coherencia	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de la variable del Análisis de grietas en las comunas de concreto armado.					X
Metodología	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
Pertinencia	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.				X	
Puntaje total					48	

(Nota: tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no valido, ni aplicable).

III. Opinión de aplicabilidad

Lima 21 de septiembre del 2023

BOCA OLACHEA MARGARITA
 EXPERTO EN VALIDACIÓN
 U.C.V.



Evaluación de expertos

Título: "Influencia de las grietas en los elementos estructurales de concreto armado en una edificación de 7 pisos, Los Olivos, 2023"

Magister / Licenciado(a) experto:

Mg. Wendy Diana Espinoza Carhuacoma

Se presenta a usted el instrumento de recolección de datos del proyecto de investigación para su revisión y sugerencias:

Crterios	Observaciones
1. ¿El instrumento de recolección de datos está orientado al problema de investigación?	Si
2. ¿En el instrumento de recolección de datos se aprecia las variables de investigación?	Si
3. ¿Los instrumentos de la recolección de datos facilitaran el logro de los objetivos de la investigación?	Si
4. ¿Los instrumentos de recolección de datos se relacionan con la o las variables de estudio?	Si
5. ¿El instrumento de recolección de datos presenta la cantidad de ítems apropiados?	Si
6. ¿La redacción del instrumento de recolección de datos es coherente?	Si
7. ¿El diseño del instrumento de recolección de datos es coherente?	Si
8. ¿Del instrumento de recolección de datos, usted eliminaría algún ítem?	Si
9. ¿En el instrumento de recolección de datos, usted agregaría algún ítem?	Si
10. ¿El diseño del instrumento de recolección de datos será accesible a la población sujeto de estudio?	Si
11. ¿La recolección del instrumento de recolección de datos es clara, sencilla y precisa para la investigación?	Si

Sugerencias:

Atentamente,



W. Diana Espinoza Carhuacoma
INGENIERA CIVIL
C.I.P. N° 238547

Firma y sello



Informe de Validación de Instrumentos

I. Datos Generales

Apellidos y nombres del experto: *Espinoza Carhuacoma Wendy Diana*
Institución donde labora:
Instrumento de validación: Certificado de calibración y medición de los equipos De laboratorio

Autor del instrumento: Ruiz Huamán, Elionay

II. Aspectos de validación

Muy deficiente (1) Deficiente (2) Aceptable (3) Buena (4) Excelente (5)

Criterios	Indicadores	1	2	3	4	5
Claridad	Los ítems están redactados con lenguajes apropiados y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
Objetividad	Las instituciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable Análisis de grietas en columnas de concreto armado en todas sus dimensiones y en indicadores conceptuales y operacionales.					X
Actualidad	El instrumento refleja vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológica innovación y legal inherente a las variables del Análisis de grietas en columnas de concreto armado.				X	
Organización	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
Suficiencia	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
Intencionalidad	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variables de estudio.					X
Consistencia	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
Coherencia	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de la variable del Análisis de grietas en las comunas de concreto armado.					X
Metodología	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
Pertinencia	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
Puntaje total					49	

(Nota: tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido, ni aplicable).

III. Opinión de aplicabilidad

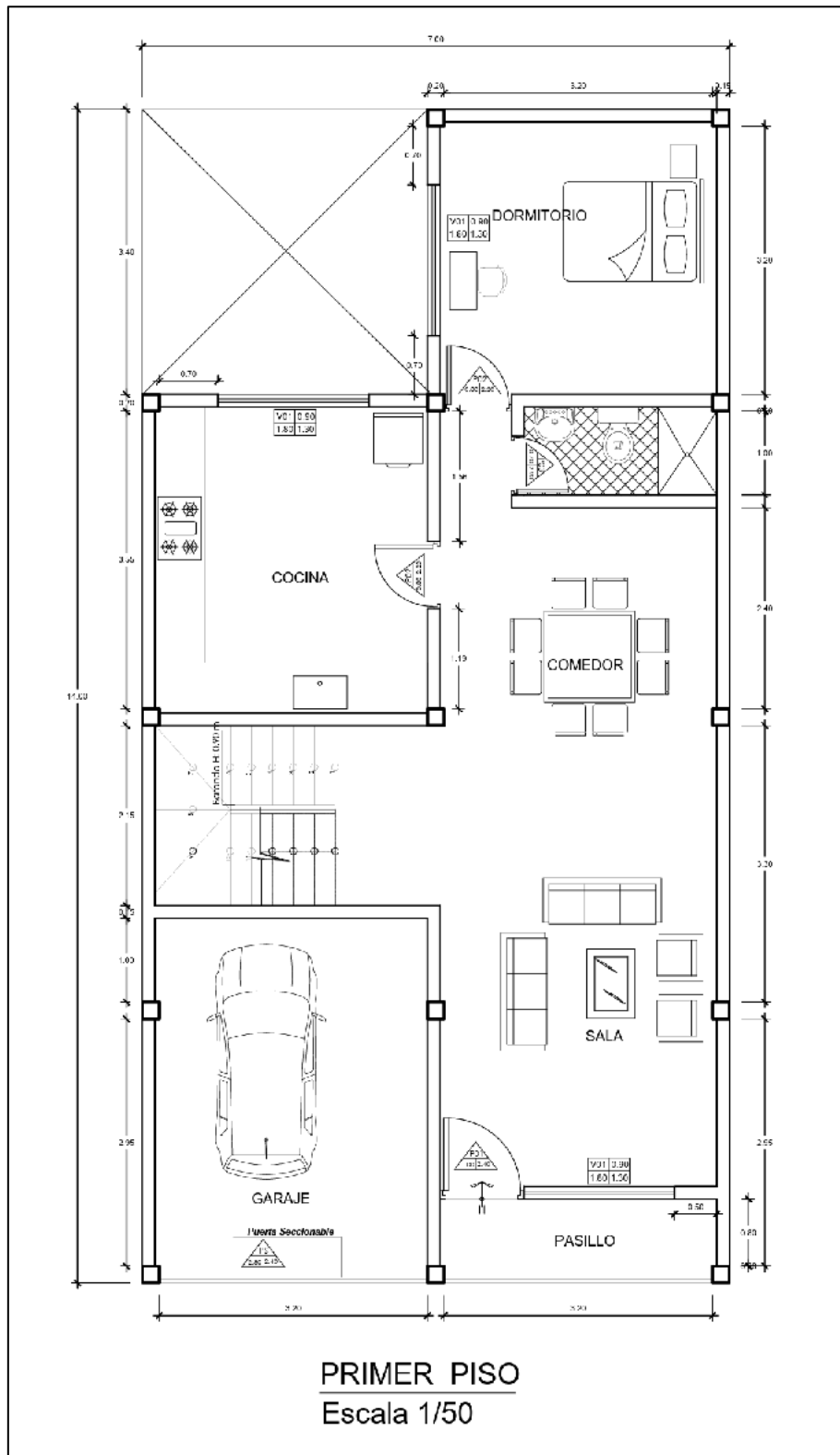
Lima 21 de septiembre del 2023

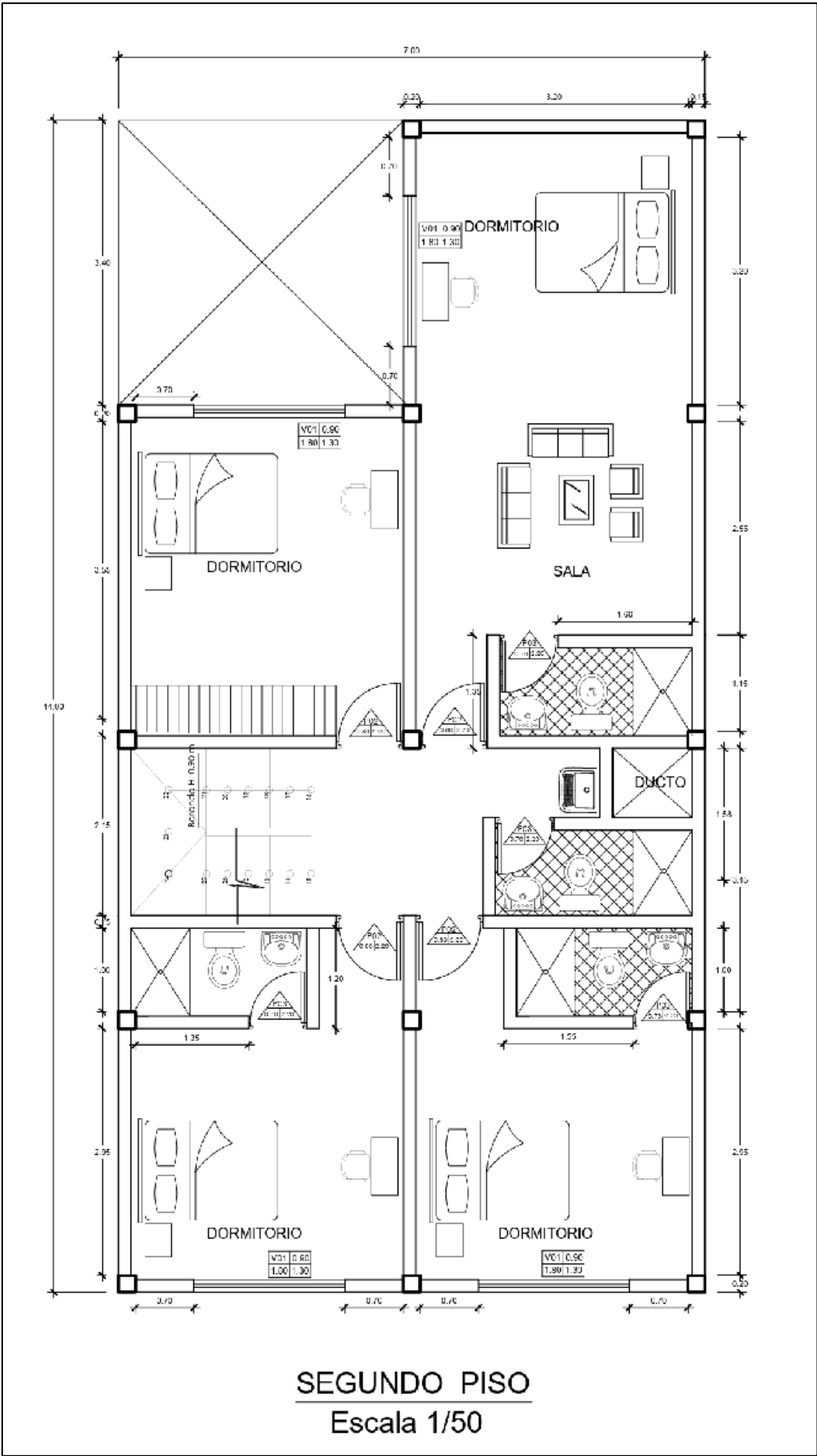


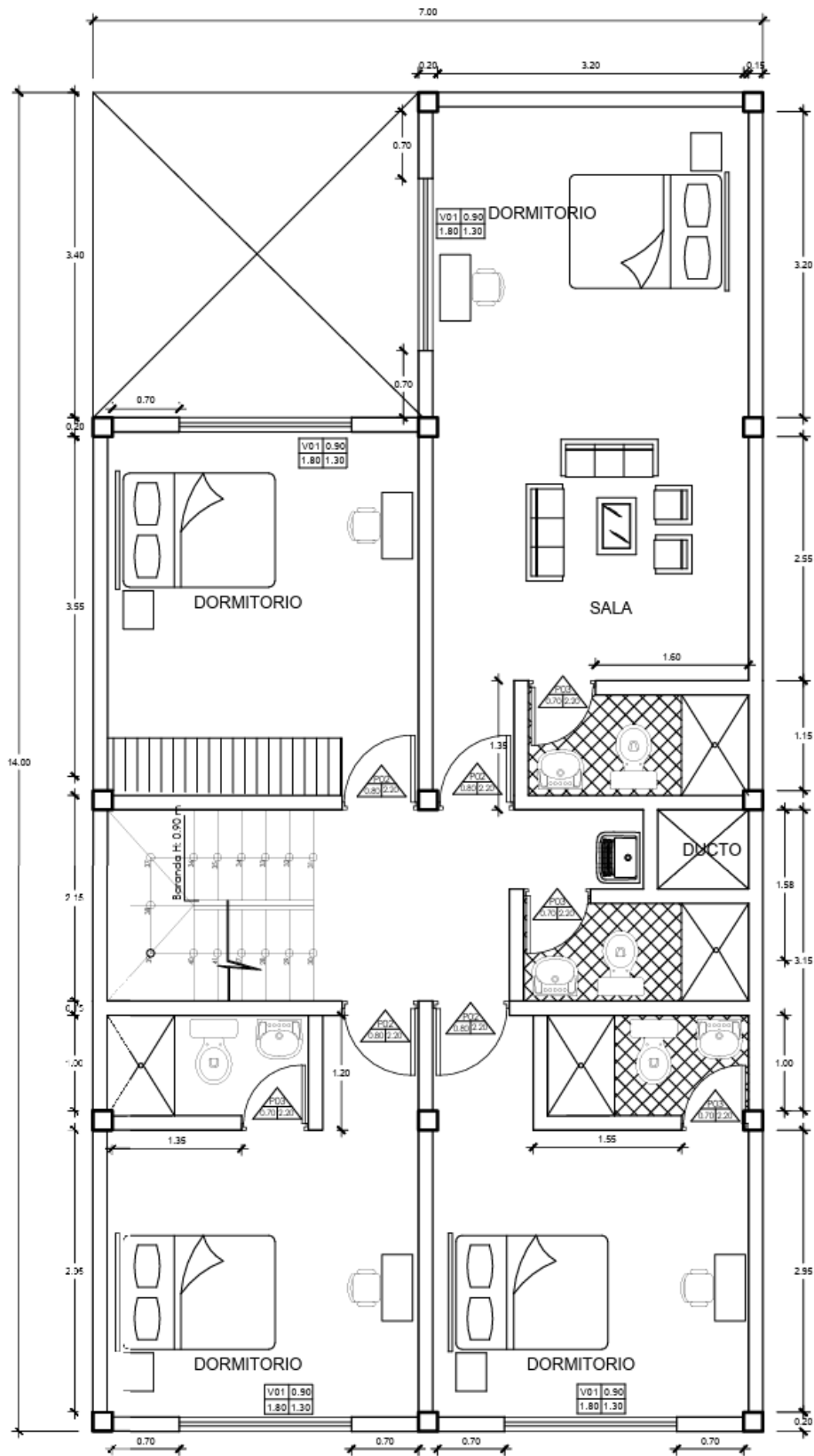
Wendy Diana Espinoza Carhuacoma
INGENIERA CIVIL
CIP. N° 238547

Anexo 5: Planos de la edificación

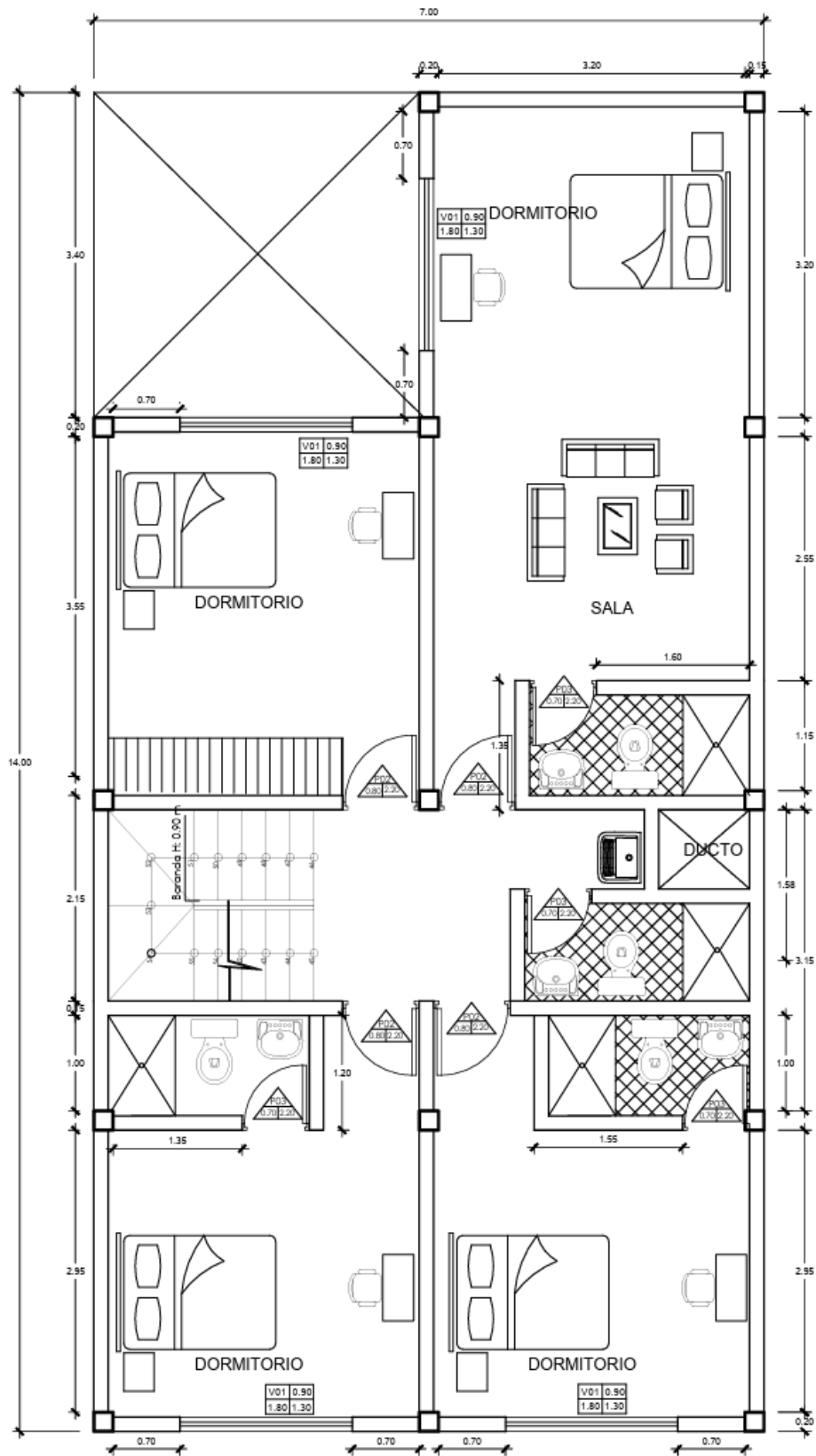
Planos de arquitectura



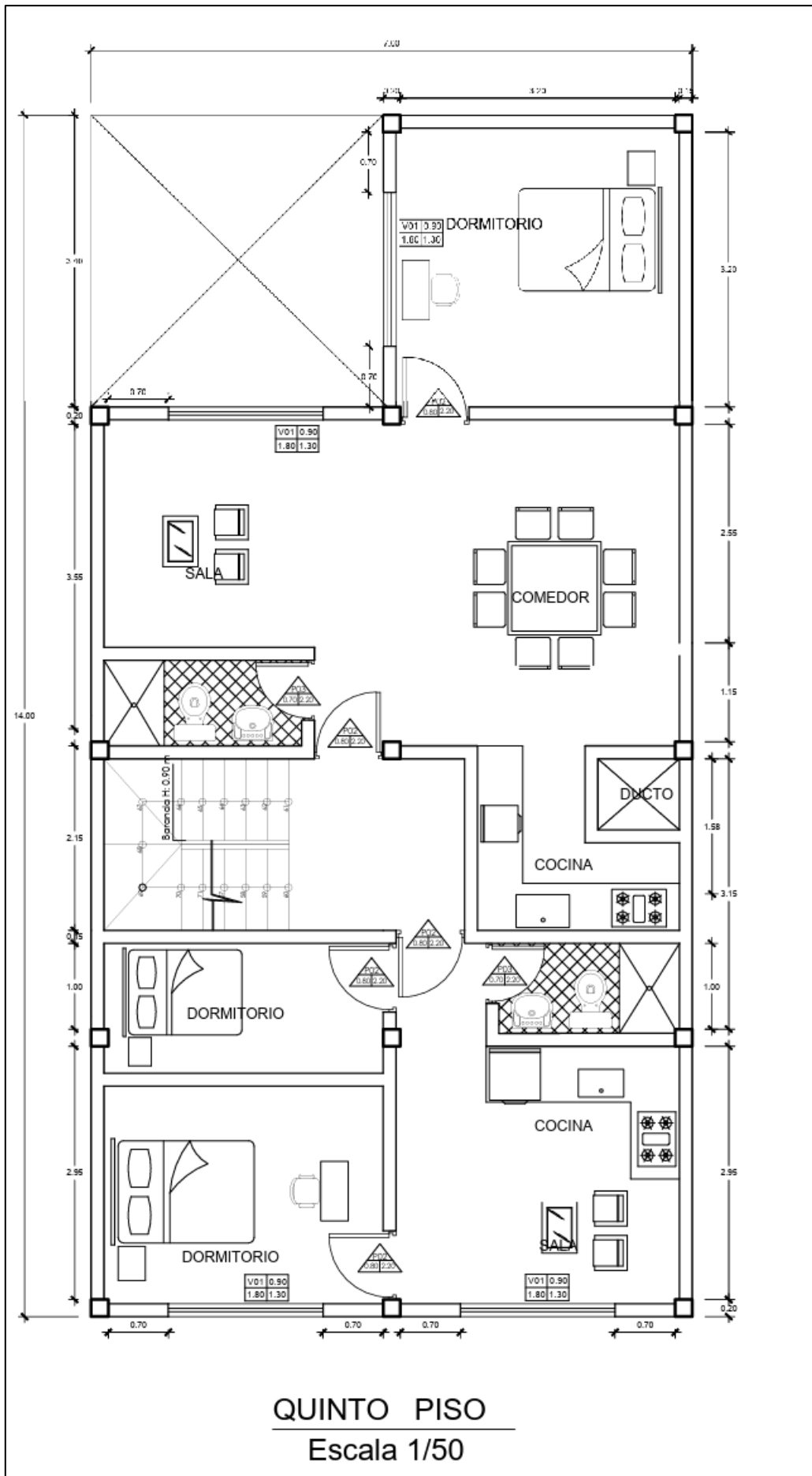


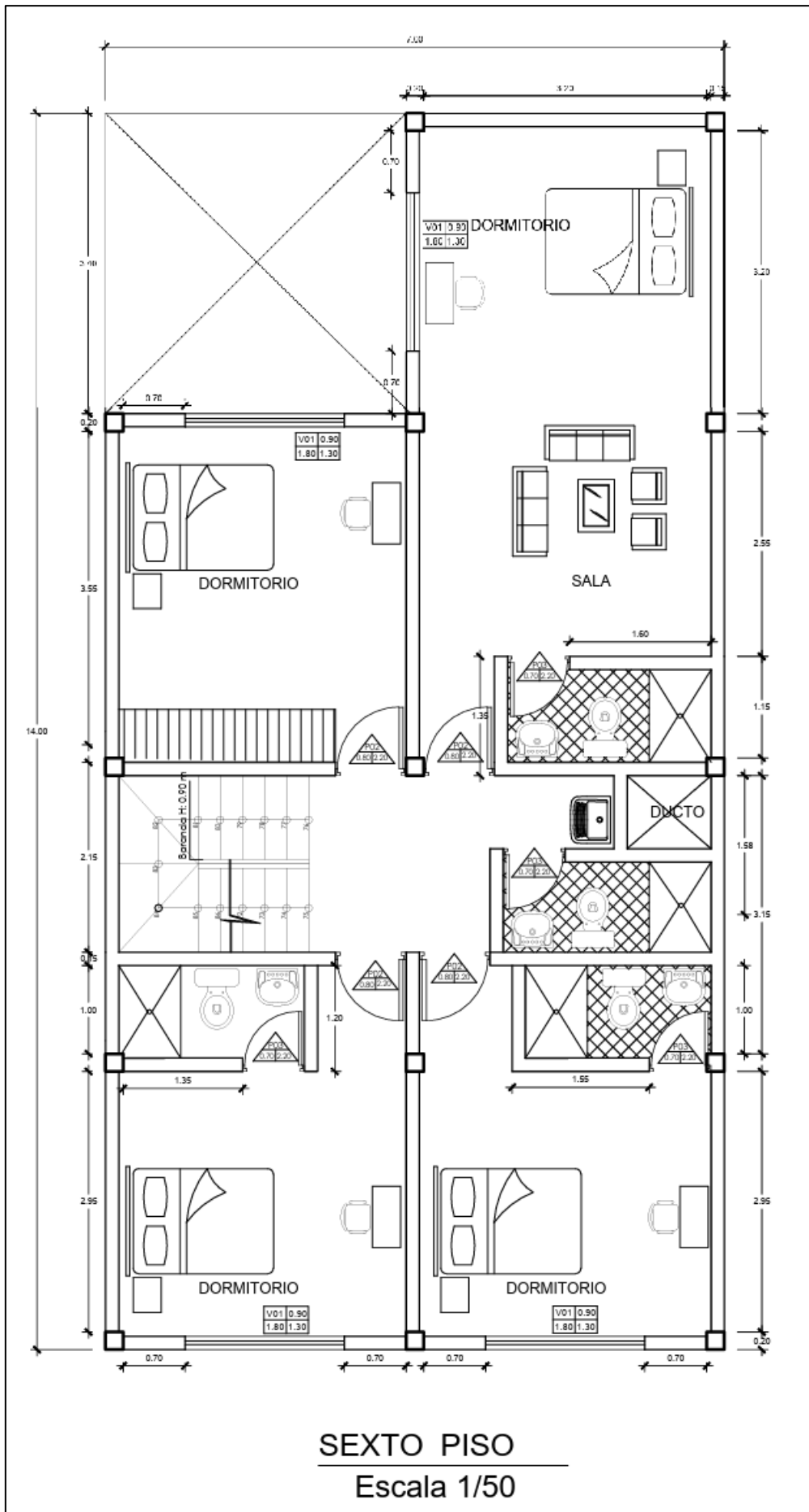


TERCER PISO
Escala 1/50

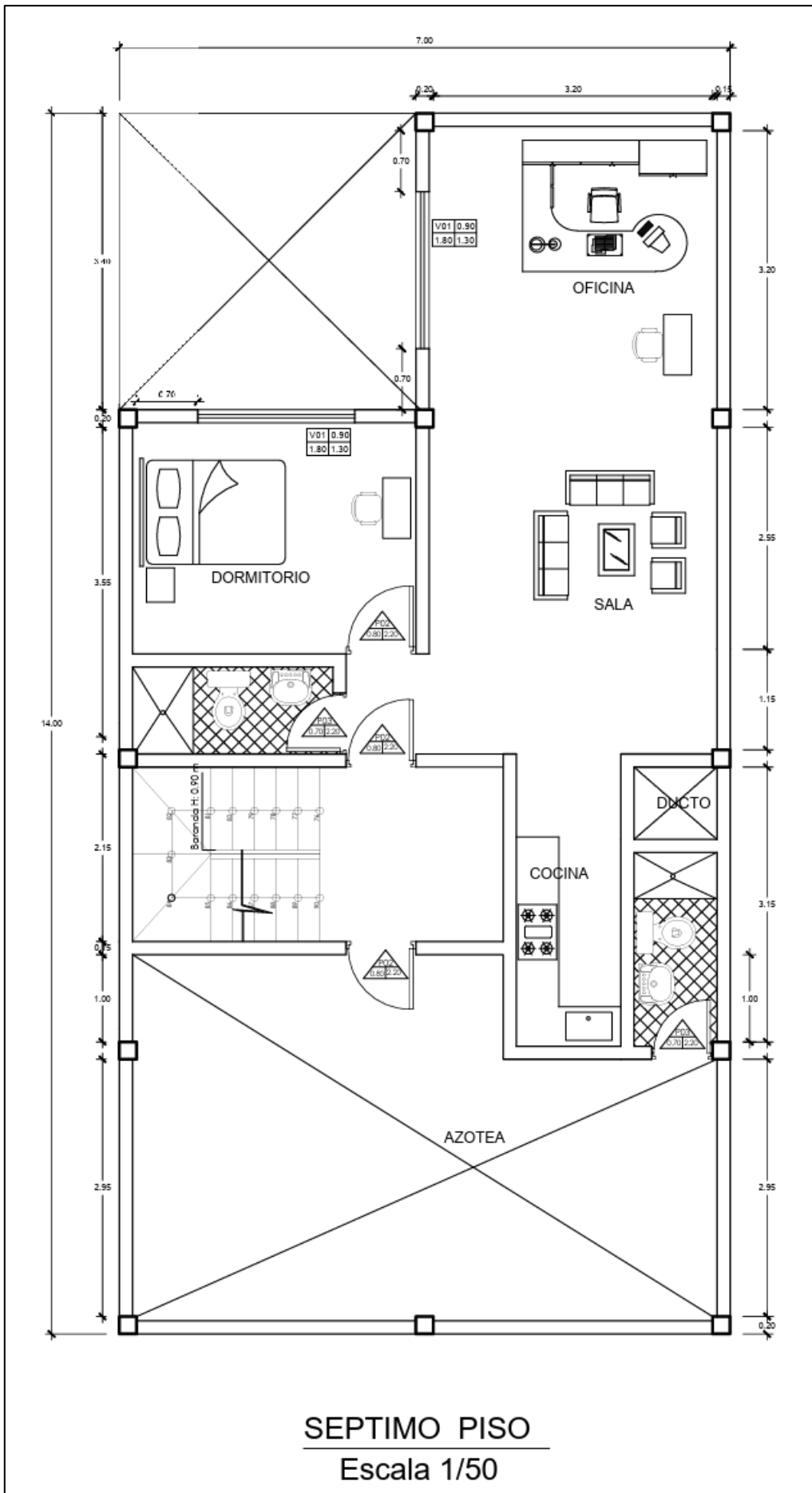


CUARTO PISO
Escala 1/50



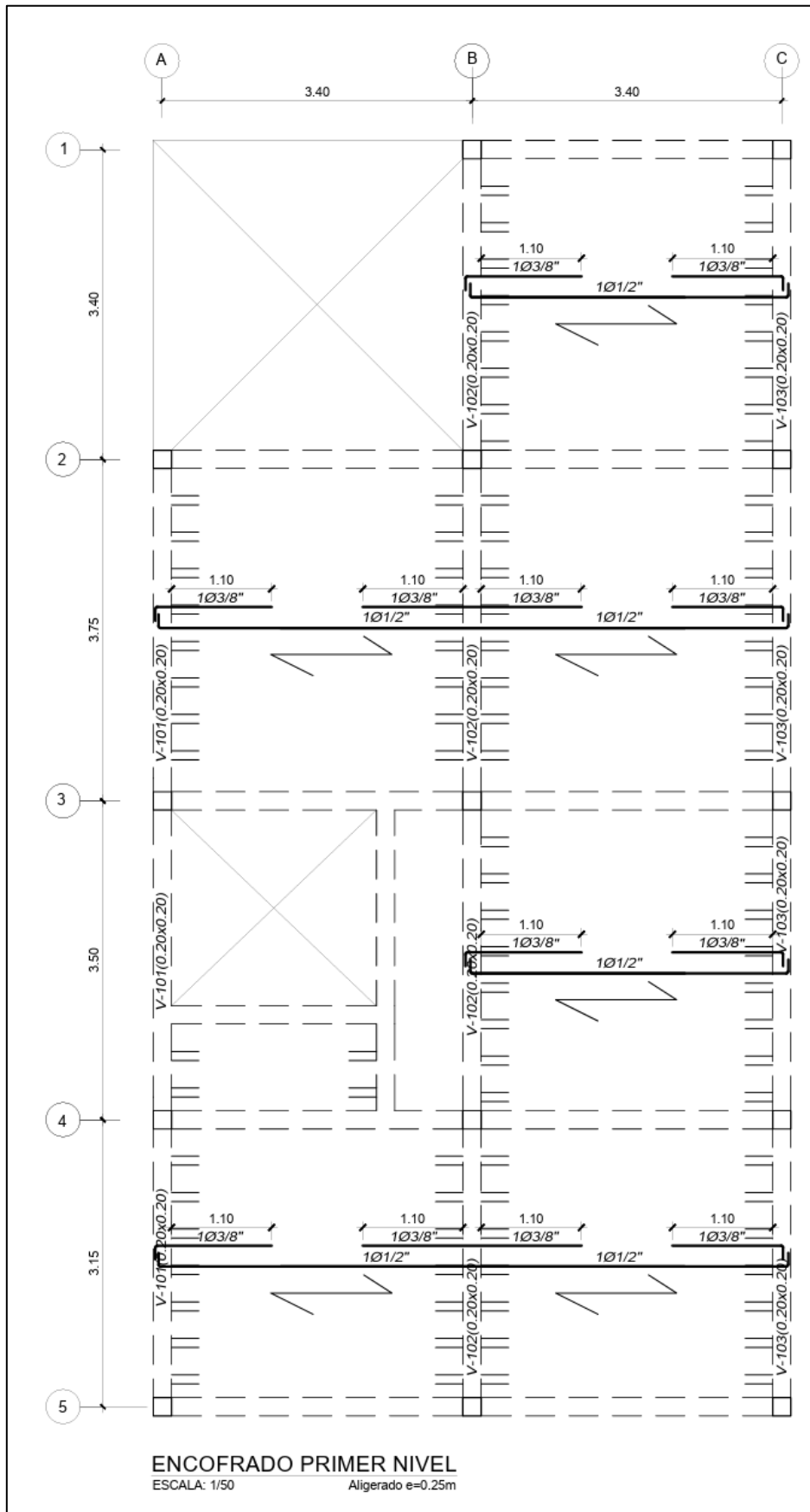


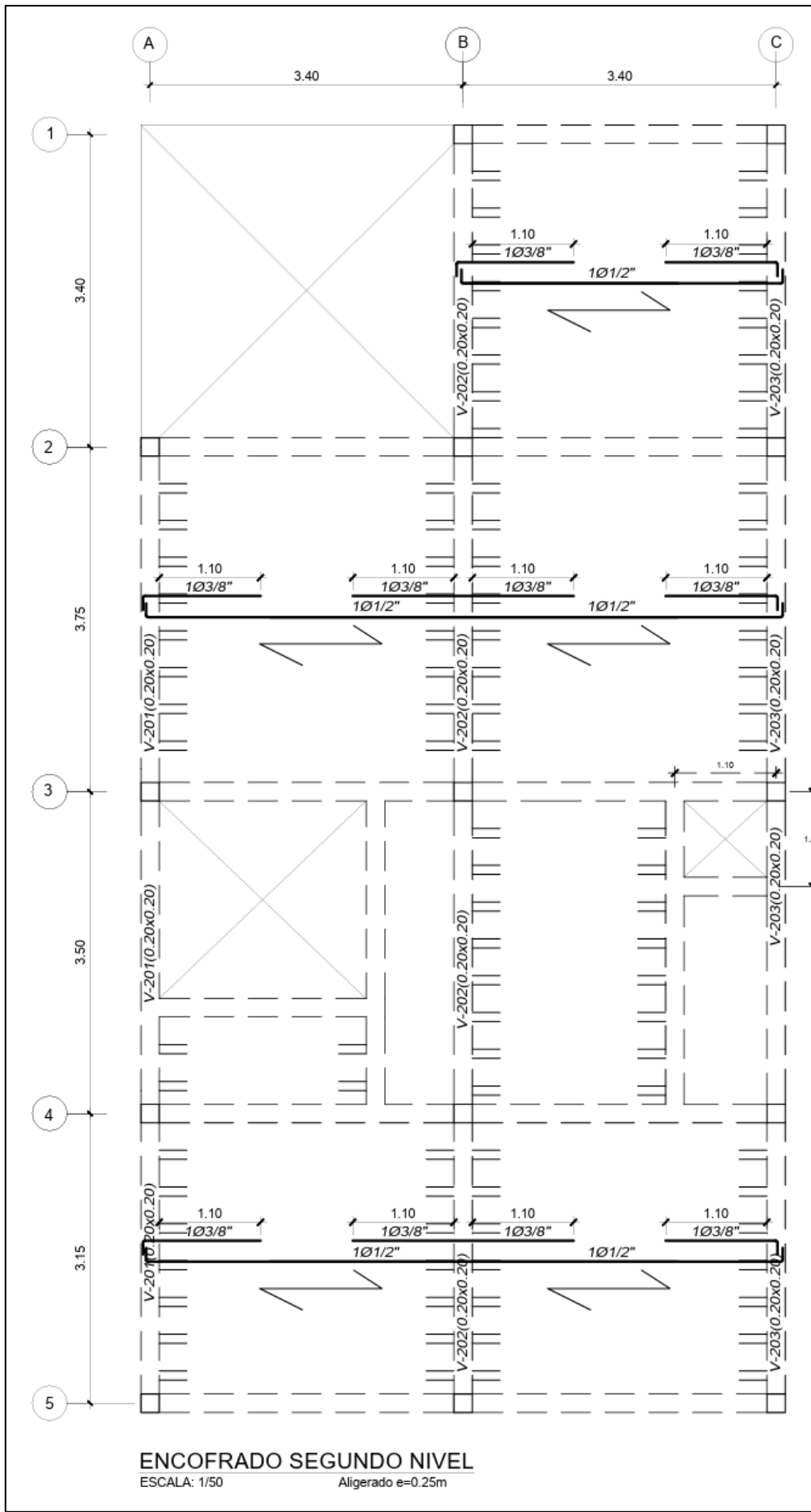
SEXTO PISO
Escala 1/50



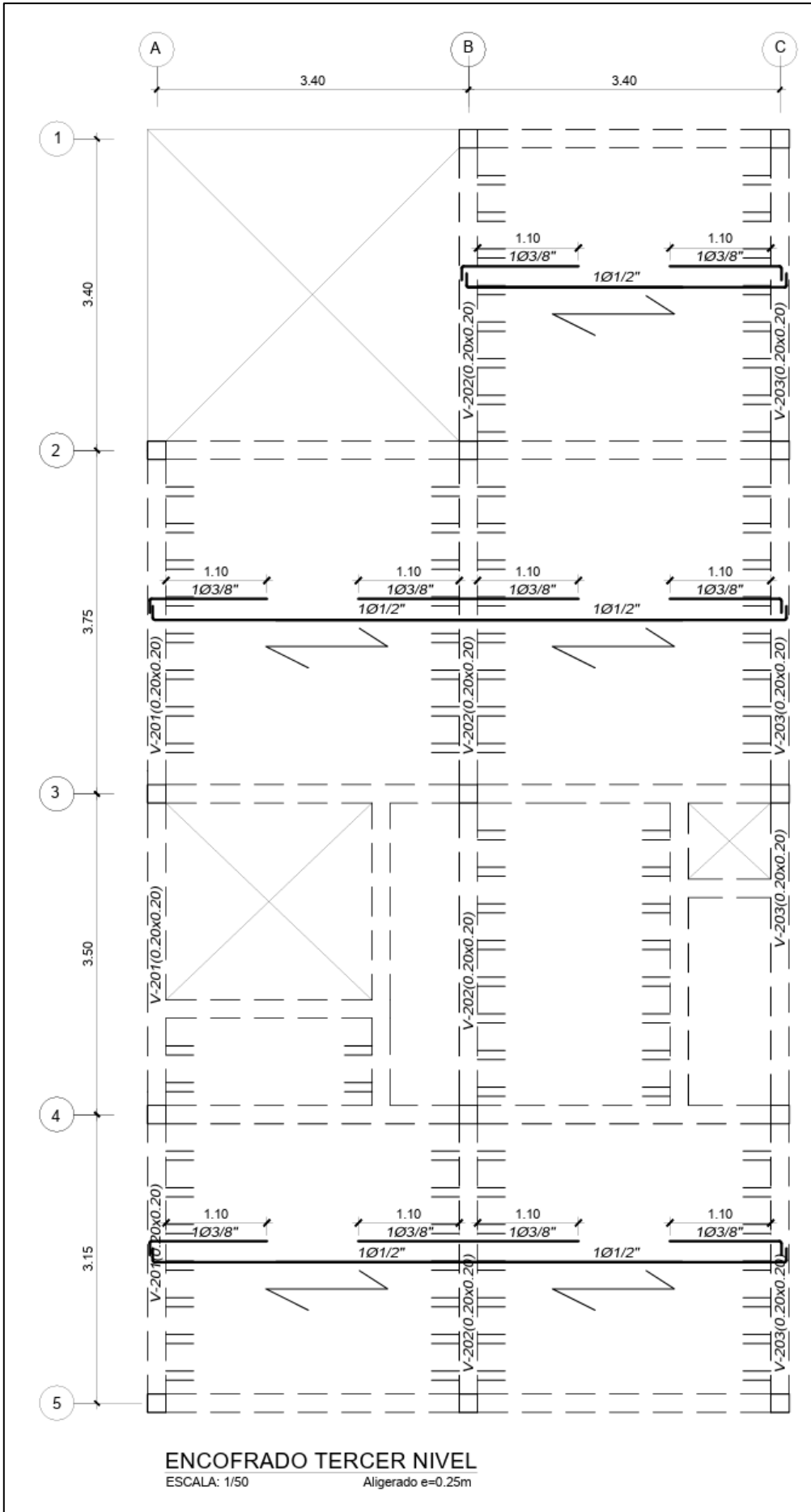
SEPTIMO PISO
Escala 1/50

Planos de estructuras





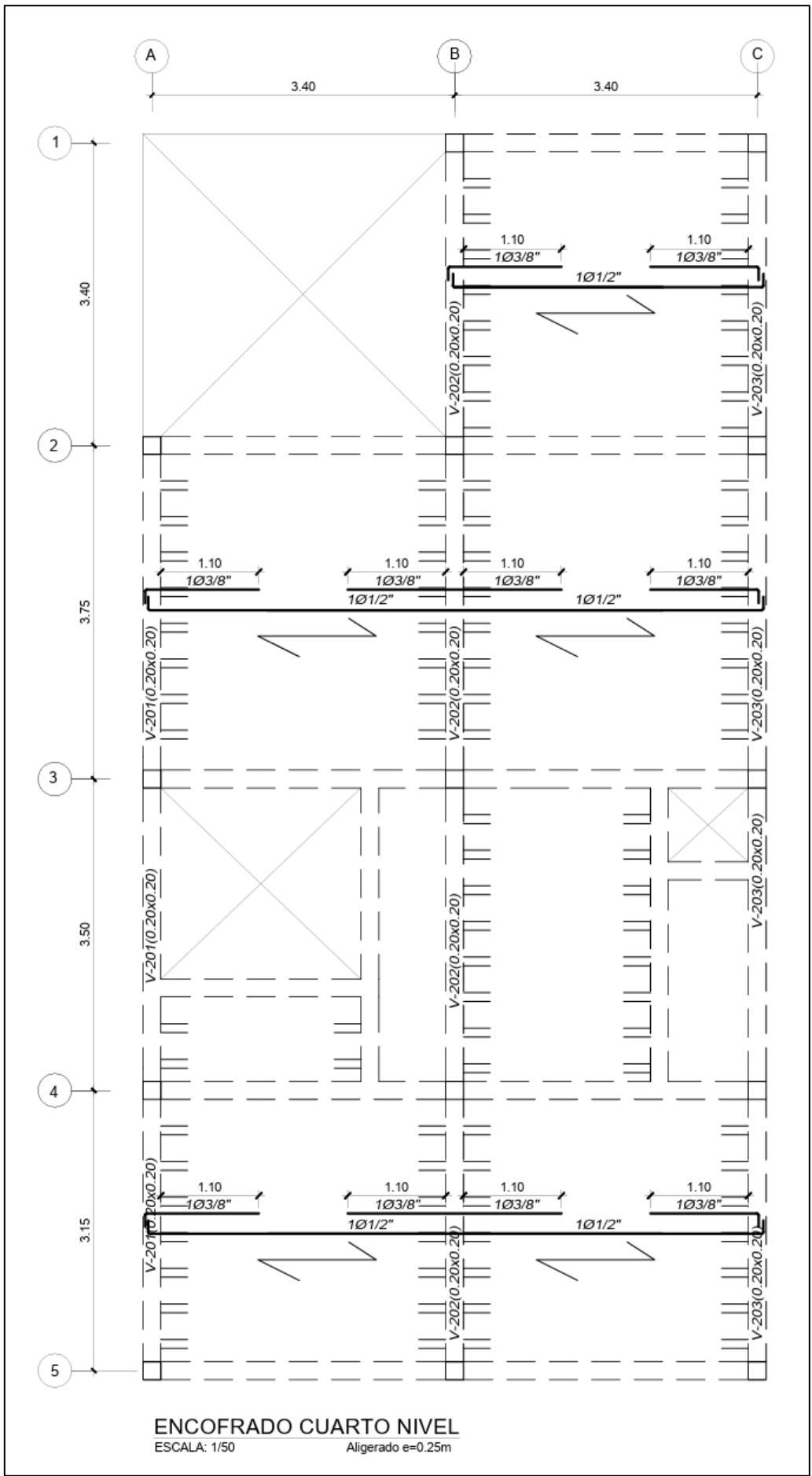
ENCOFRADO SEGUNDO NIVEL
 ESCALA: 1/50 Aligerado e=0.25m



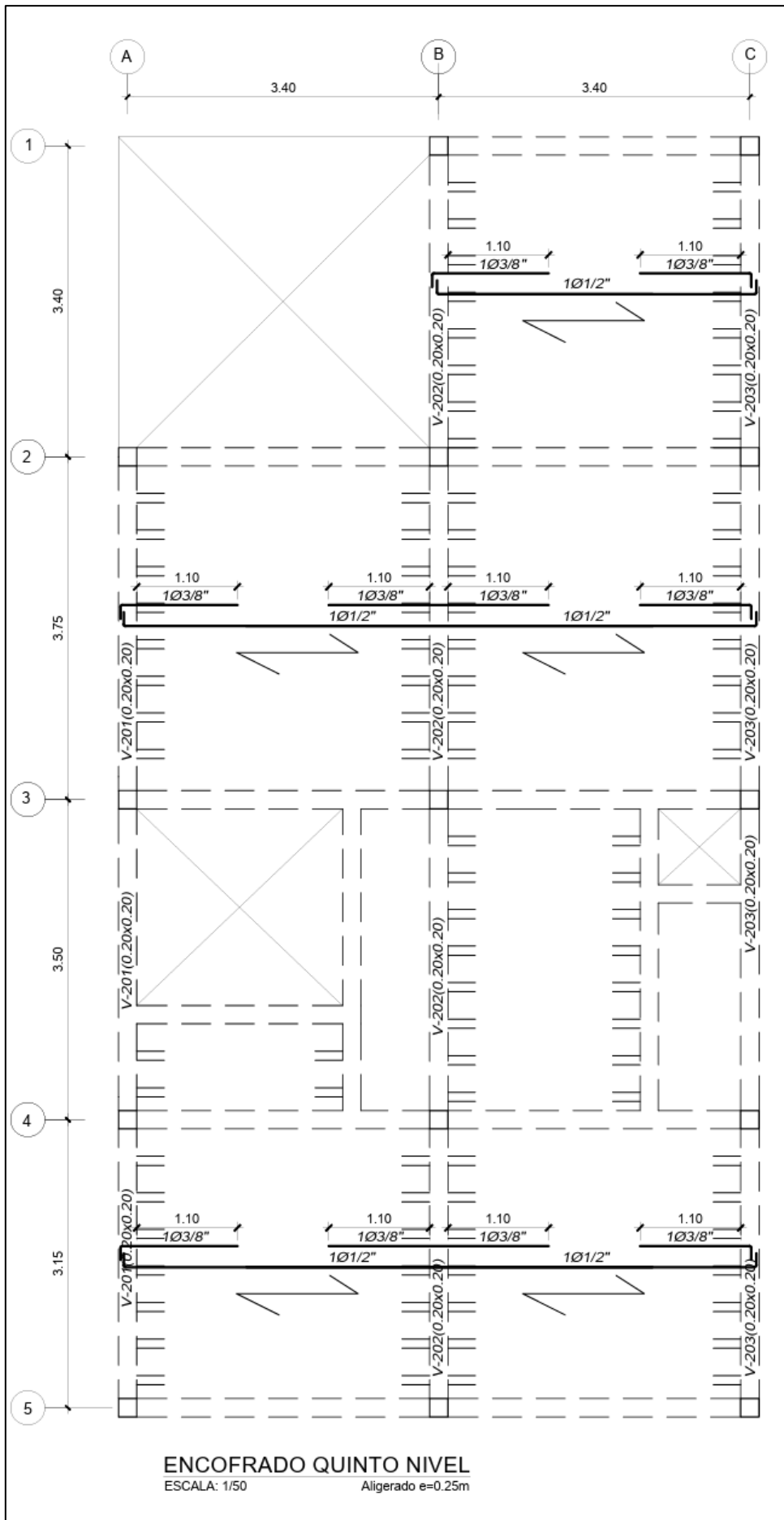
ENCOFRADO TERCER NIVEL

ESCALA: 1/50

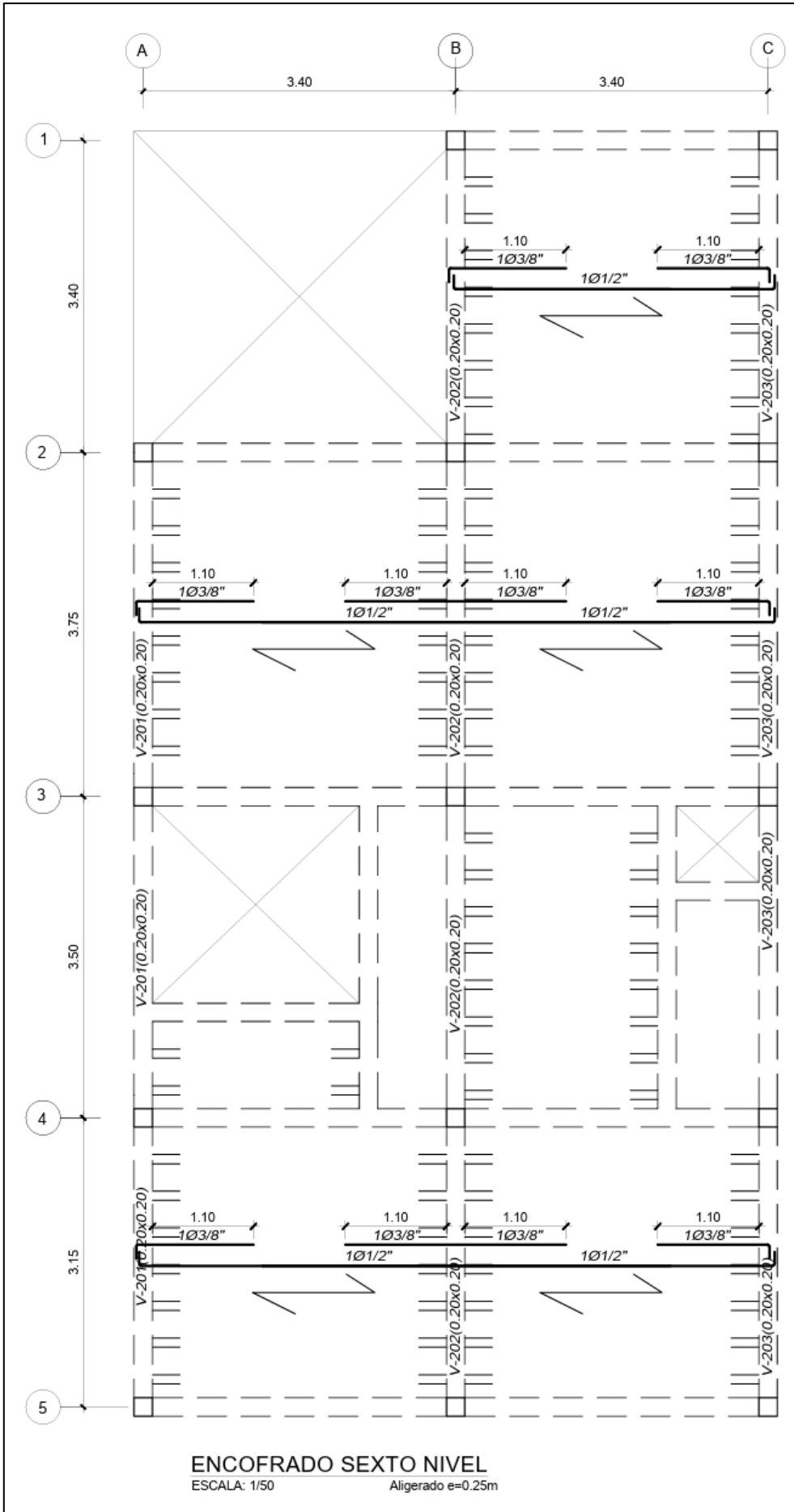
Aligerado e=0.25m

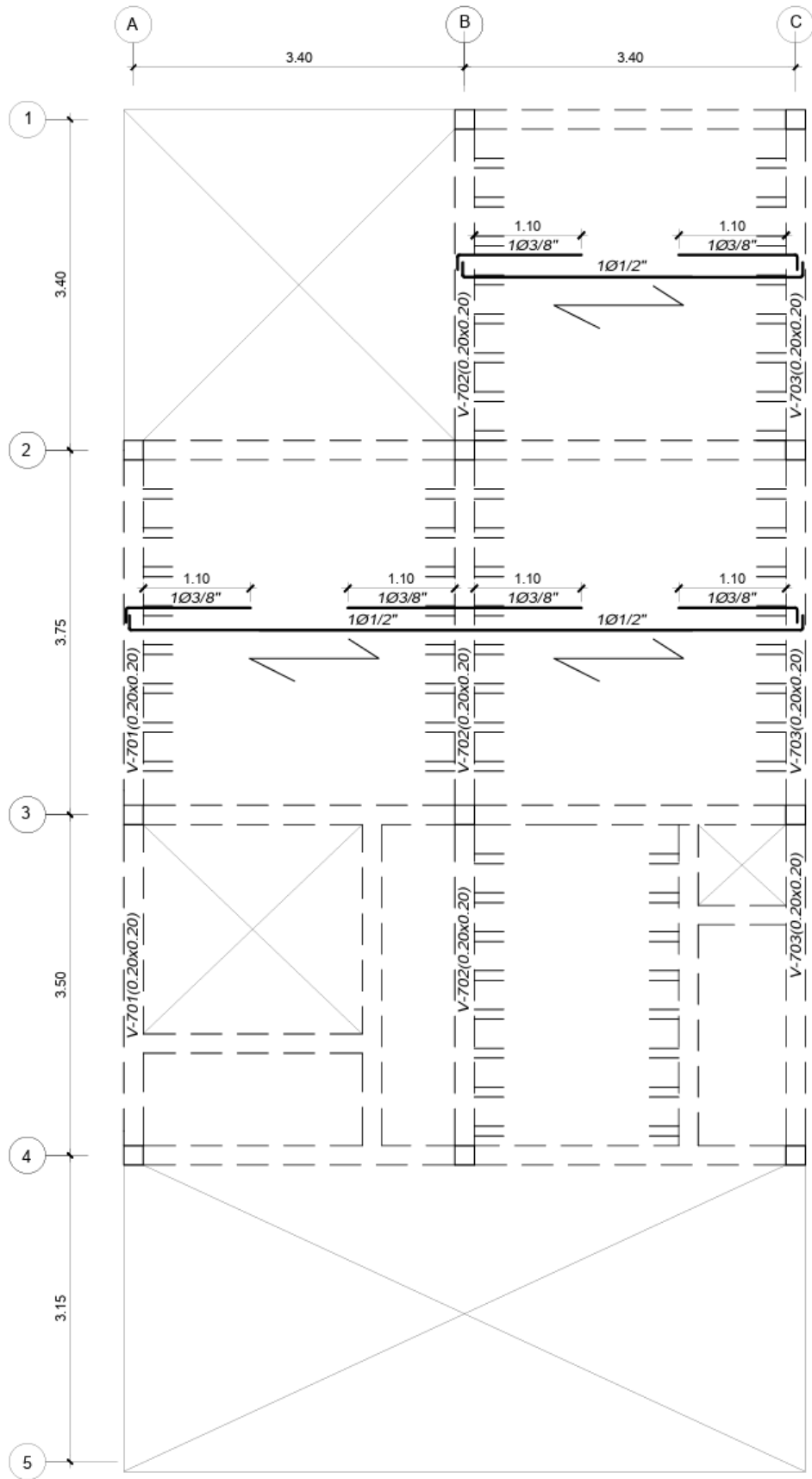


ENCOFRADO CUARTO NIVEL
 ESCALA: 1/50 Aligerado e=0.25m



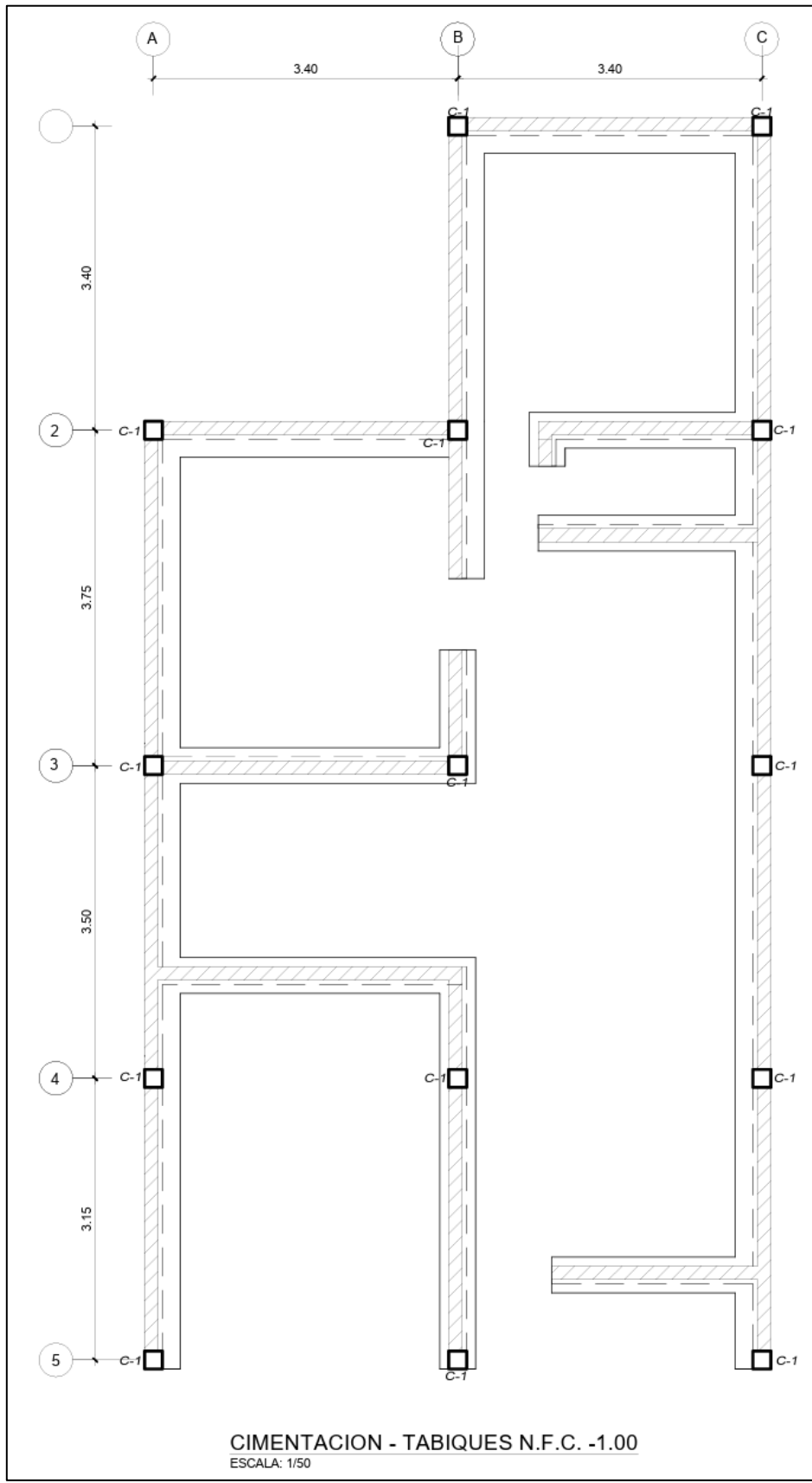
ENCOFRADO QUINTO NIVEL
 ESCALA: 1/50 Aligerado e=0.25m





ENCOFRADO SEPTIMO NIVEL
 ESCALA: 1/50 Aligerado e=0.25m

Cimentación



Anexo 6: Panel fotográfico



Anexo 7: Solicitud y autorización para realizar los ensayos

"Año de la Unidad, la Paz y el Desarrollo"

Lima, 25 de septiembre de 2023

PARA :Sr. Funez Torres Orlando Leoncio
Representante legal de la edificación

DE : Ruiz Huamán Elionay

**ASUNTO: SOLICITUD DE PERMISO PARA REALIZAR
ENSAYOS EN SU EDIFICACIÓN**

Yo Ruiz Huamán Elionay identificado con DNI N° 75769686, alumno de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil Filial Lima Norte perteneciente a la Universidad César Vallejo. Tengo el agrado de dirigirme a Usted, con la finalidad de hacer de su conocimiento que por motivo de que estoy haciendo mi tesis, la realidad problemática de mi investigación se asemeja a lo que su edificación está presentando que son grietas en sus elementos estructurales de concreto armado, en lo cual realizaré algunos ensayos que he planteado para evaluar su edificio que son ensayos de esclerometría, ensayo de diamantina y realizar una calicata para saber la capacidad portante del suelo.

Es por ello que solicito a su digno despacho permiso para poder realizar dichos ensayos mencionados anteriormente.



.....

Sr. Funez Torres Orlando Leoncio

DNI: 08648717

Anexo 8: hoja de cálculos

Anexo 8.1

ANÁLISIS ESTÁTICO

En el análisis estático utilicé el software CSI ETABS, considerando cada Estado de Carga considerado y efectuando las combinaciones de carga con sus factores respectivos.

PARÁMETROS SÍSMICOS	VALOR
Z: Factor de zona	0.45
U: Factor de uso o importancia	1.00
S: Factor de amplificación del suelo	1.10
TP: Periodo que define la plataforma del factor C (s)	1.00
TL: Periodo que define el inicio de la zona del factor C (s)	1.60

PARÁMETROS DE CÁLCULO EN DIRECCIÓN X-X	VALOR
TX: Periodo natural en la dirección X (s)	0.50
CX: Factor de amplificación sísmica en X	2.50
Rox: Coeficiente básico de reducción de fuerzas sísmicas	7.00
lax: irregularidad en altura	1.00
lpx: irregularidad en planta	1.00
RX: Coeficiente de reducción sísmico en X	7.00
Cx/Rx = 0.36	OK
Kx: Exponente relacionado con el período fundamental (BHE)	1.00
Cx: Base Shear Coeficient = $Z^*U*S*Cx / Rx$	0.177

PARÁMETROS DE CÁLCULO EN DIRECCIÓN Y-Y	VALOR
TY: Periodo natural en la dirección Y (s)	0.38
CY: Factor de amplificación sísmica en Y	2.50
Roy: Coeficiente básico de reducción de fuerzas sísmicas	7.00
lay: irregularidad en altura	1.00
lpy: irregularidad en planta	1.00
RY: Coeficiente de reducción sísmico en Y	7.00
Cy/Ry = 0.36	OK
Ky: Exponente relacionado con el período fundamental (BHE)	1.00
Cy: Base Shear Coeficient = $Z^*U*S*Cy / Ry$	0.177

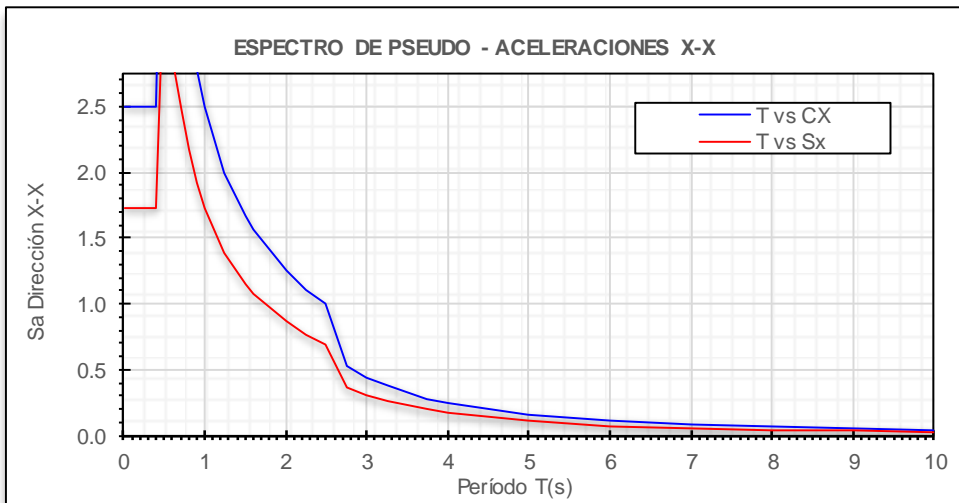
ANÁLISIS DINÁMICO

Para el análisis en dirección horizontal se determina el espectro de pseudo aceleración obtenido según la fórmula de la norma E.030:

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

PARÁMETROS SÍSMICOS	VALOR
Z: Factor de zona	0.45
U: Factor de uso o importancia	1.00
S: Factor de amplificación del suelo	1.10
TP: Periodo que define la plataforma del factor C (s)	1.00
TL: Periodo que define el inicio de la zona del factor C (s)	1.60

PARÁMETROS DE CÁLCULO EN DIRECCIÓN X-X	VALOR
CX: Factor de amplificación sísmica en X	2.50
RX: Coeficiente de reducción sísmico en X	7.00
$Z \cdot U \cdot S \cdot g / R_x$	0.694



PARÁMETROS DE CÁLCULO EN DIRECCIÓN Y-Y	VALOR
CY: Factor de amplificación sísmica en Y	2.50
RY: Coeficiente de reducción sísmico en X	7.00
$Z \cdot U \cdot S \cdot g / R_y$	0.694



Anexo 8.2

Verificación de la cortante mínima

PARÁMETROS SÍSMICOS	VALOR
Z: Factor de zona	0.45
U: Factor de uso o importancia	1.00
S: Factor de amplificación del suelo	1.10
TP: Periodo que define la plataforma del factor C (s)	1.00
TL: Periodo que define el inicio de la zona del factor C (s)	1.60

PARÁMETROS DE CÁLCULO EN DIRECCIÓN X-X	VALOR
TX: Periodo natural en la dirección X (s)	0.45
CX: Factor de amplificación sísmica en X	2.50
Rox: Coeficiente básico de reducción de fuerzas sísmicas	7.00
lax: irregularidad en altura	1.00
lpx: irregularidad en planta	1.00
RX: Coeficiente de reducción sísmico en X	7.00
Cx/Rx = 0.36	OK
Kx: Exponente relacionado con el período fundamental (BHE)	1.00
Cx: Base Shear Coefficient = $Z*U*S*Cx / Rx$	0.177
FUERZA CORTANTE ESTÁTICA (tonf)	84.12

FUERZA CORTANTE DE DISEÑO (tonf)	67.296
FUERZA CORTANTE DINAMICA (tonf)	67.690
FACTOR DE ESCALAMIENTO	0.994

PARÁMETROS DE CÁLCULO EN DIRECCIÓN Y-Y	VALOR
TY: Periodo natural en la dirección Y (s)	0.45
CY: Factor de amplificación sísmica en Y	2.50
Roy: Coeficiente básico de reducción de fuerzas sísmicas	7.00
lay: irregularidad en altura	1.00
lpy: irregularidad en planta	1.00
RY: Coeficiente de reducción sísmico en Y	7.00
Cy/Ry = 0.36	OK
Ky: Exponente relacionado con el período fundamental (BHE)	1.00
Cy: Base Shear Coefficient = $Z*U*S*Cy / Ry$	0.177
FUERZA CORTANTE ESTÁTICA (tonf)	85.08

FUERZA CORTANTE DE DISEÑO (tonf)	68.064
FUERZA CORTANTE DINAMICA (tonf)	71.880
FACTOR DE ESCALAMIENTO	0.947

Anexo 8.3

ESPECTRO DE RESPUESTA

Según la NTE E.030

1.- Zonificación, Según E.030

Zona: 4 $Z = 0.45$ g

2.- Parámetros de Sitio, Según E.030

Perfil Tipo: S3 $S = 1.10$
 $T_p = 1.00$
 $T_L = 1.60$

3.- Categoría del Edificio, Según E.030

Categoría: Común C $U = 1.00$

4.- Coeficiente Básico de Reducción de Fuerzas Sísmicas, Según E.030

Sistema Estructural: Concreto Armado: pórticos

$R_0 = 8$

5.- Restricciones de Irregularidad, Según E.030

Restricciones: No se permiten irregularidades extremas

6.- Factores de Irregularidad, Según E.030

Tomar en consideración el punto 5 sobre restricciones.

Irregularidad en Altura, I_a : 01 Regular

$I_a = 1.00$

Irregularidad en Planta, I_p : 01 Regular

$I_p = 1.00$ (Para el tipo 03 se debe ingresar el valor manualmente)

7.- Coeficiente de Reducción de Fuerzas Sísmicas, Según E.030

$R = R_0 \times I_a \times I_p = 8$

8.- Cálculo y Gráfico del Espectro de Sismo de Diseño (Sa/g) = (Aceleración Espectral)

C	T (s)	Sa/g
2.50	0.00	0.1547
2.50	0.02	0.1547
2.50	0.04	0.1547
2.50	0.06	0.1547
2.50	0.08	0.1547
2.50	0.10	0.1547
2.50	0.12	0.1547
2.50	0.14	0.1547
2.50	0.16	0.1547
2.50	0.18	0.1547
2.50	0.20	0.1547
2.50	0.25	0.1547
2.50	0.30	0.1547
2.50	0.35	0.1547
2.50	0.40	0.1547
2.50	0.45	0.1547
2.50	0.50	0.1547
2.50	0.55	0.1547
2.50	0.60	0.1547
2.50	0.65	0.1547
2.50	0.70	0.1547
2.50	0.75	0.1547
2.50	0.80	0.1547
2.50	0.85	0.1547
2.50	0.90	0.1547
2.50	0.95	0.1547
2.50	1.00	0.1547
2.27	1.10	0.1406
2.08	1.20	0.1289
1.92	1.30	0.1190
1.79	1.40	0.1105
1.67	1.50	0.1031
1.56	1.60	0.0967
1.38	1.70	0.08956
1.23	1.80	0.0764
1.11	1.90	0.0686
1.00	2.00	0.0619
0.83	2.20	0.0511
0.69	2.40	0.0430
0.59	2.60	0.0366
0.51	2.80	0.0316
0.44	3.00	0.0275
0.25	4.00	0.0155
0.16	5.00	0.0099
0.11	6.00	0.0069
0.08	7.00	0.0051
0.06	8.00	0.0039
0.05	9.00	0.0031
0.04	10.00	0.0025

ESPECTRO DE SISMO DE DISEÑO

ZONIFICACIÓN ZONAS SÍSMICAS DEL PERÚ

FACTORES DE ZONA		
SISMICIDAD	ZONA	Z
MUY ALTA	4	0.45
ALTA	3	0.35
MEDIA	2	0.25
BAJA	1	0.10

DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DEL ANÁLISIS ESTÁTICO por FUERZAS ESTÁTICAS EQUIVALENTES

CALCULO DEL FACTOR DE AMPLIFICACIÓN SISMICA: C

$c = 2.5 \left(\frac{T_p}{T}\right), c \leq 2.5$ Modo- Tx = 0.495 seg $\leftrightarrow C = 5.061 > 2.5$
 Modo- Ty = 0.397 seg $\leftrightarrow C = 6.297 > 2.5$

USAR: $C_x = 2.50$; $C_y = 2.50$ (de ser mayor tomar el valor límite)

EVALUANDO: $C/R \geq 0.125$ (para E.030-2016) o $C/R \geq 0.11$ (para E.030-2018)

0.313 > 0.110 \leftrightarrow 0.313 Sísmic: X dir+Ecc Sísmic: Y dir+Ecc
 0.313 > 0.110 \leftrightarrow 0.313

COEFICIENTE DEL CORTANTE EN LA BASE = 0.1547 0.1547

COMPARACION ENTRE LAS CORTANTES ESTÁTICA Y DINÁMICA

Piso	Caso de Carga	Cortante Dinámica (CD)		Cortante Estática (CE)		Comparación CD/CE	0.9*CE (Irregular)	Factor E/D
		Cortante X tonf	Cortante Y tonf	Cortante X tonf	Cortante Y tonf			
NIVEL 1	Sismo X	64.70	tonf	72.80	tonf	0.89	58.24	0.90
NIVEL 1	Sismo Y	tonf	51.30	tonf	72.70	0.71	58.16	1.13

Entonces en X: No escalar = 9.8067
 Entonces en Y: Se debe escalar multiplicando al Sismo en Y por el factor obtenido

Los nuevos factores de escala para el Espectro serán:

SISMO	Factor	Factor E/D	Factor
X	9.81	0.90	8.8
Y	9.81	1.13	11.1

COMPROBACIÓN CORTANTES ESTÁTICA Y DINÁMICA (ESCALADA)

Piso	Caso de Carga	Cortante Dinámica (CD)		Cortante Estática (CE)		Comparación CD/CE	0.9*CE (Irregular)	Factor E/D
		Cortante X tonf	Cortante Y tonf	Cortante X tonf	Cortante Y tonf			
NIVEL 1	Sismo X	72155.18	tonf	72.80	tonf	991.14	65.52	0.00
NIVEL 1	Sismo Y	tonf	80965.76	tonf	72.70	1113.70	65.43	0.00

0.8*CE = Regulares
0.9*CE = Irregulares

0.8*CE = Regulares
0.9*CE = Irregulares

Anexo 8.4

DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA EDIFICACIÓN REESTRUCTURADA

Diseño de viga

- Viga de 25 x 40

DISEÑO DE ELEMENTO (0.30 X 0.40) - EJE Y-Y 1er - 6to Nivel PROPIEDADES DEL MIEMBRO ESTRUCTURAL

Resistencia a la compresión del concreto: $f'c$ (kg/cm ²)	210
Fluencia del Acero : f_y (kg/cm ²)	4200
Base de la Viga: b_w (cm)	30
Peralte Total de la Viga: h (cm)	40
recubrimiento=	4
Peralte efectivo (depende #capas) : $d = h - \text{recubrimiento}$ (cm)	36
Luz Libre del miembro estructural: L_n (cm)	4
Factor de relación $\beta_1 = c/a$	0.850
Acero Mínimo: $A_{s,\text{mín}} = 0.7 \sqrt{f'c} / f_y * b * d$ (cm ²)	3.600
Acero Máximo: $A_{s,\text{máx}} \text{ (cm}^2\text{)} = 0.5 * (0.85 * f'c * 6000 * \beta_1) / (f_y + 6000)$	11.48

DISEÑO SISMICO POR FLEXION

Momento Último: M_u (T.m)	2.37
Factor de Seguridad por flexión: ϕ	0.90
Profundidad del bloque de compresión : $a = d - \sqrt{d^2 - 2 * M_u / (\phi * 0.85 * f'c * b_w)}$ (cm)	1.39
Acero requerido: $A_{s\text{req}} = M_u / \phi * f_y * (d - a/2)$ (cm ²)	1.78
<u>Requerimiento de Bastones (Zona de Análisis)</u>	
Acero colocado en la zona de análisis: $A_{s\text{col}}$ (cm ²)	3.96
Díametro máximo del acero longitudinal: $D_b \text{ max}$ (cm)	1.91
Díametro mínimo del acero longitudinal: $D_b \text{ mín}$ (cm)	1.59
Profundidad del bloque de compresión : $a = A_{s * f_y} / 0.85 * f'c * b_w$ (cm)	3.11
Momento Resistente del Acero: $M_r = \phi * A_{s * f_y} * (d - a/2)$ (T.m)	5.16
Longitud del Punto de Inflexión en la zona de Análisis: L_p (cm)	40.00
Longitud del baston en la Zona de Análisis $L_b = L_p + \max(\ln/16; 12d_{b\text{max}}; d)$ (cm)	76.00

2Ø5/8"

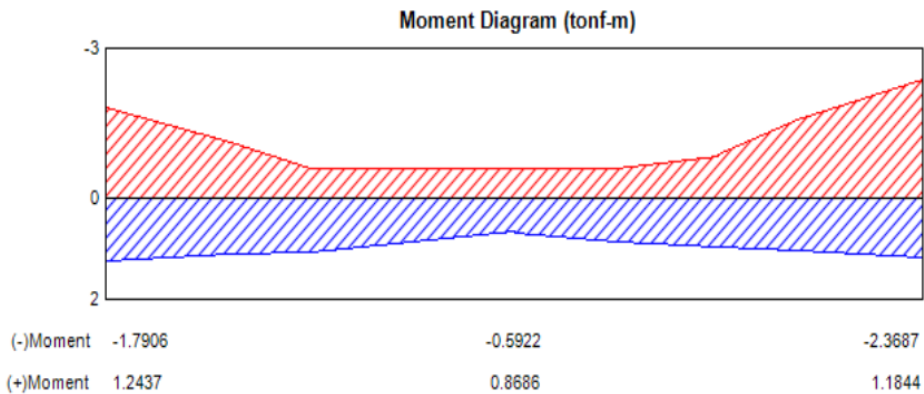
Momento Último: M_u (T.m)	1.24
Factor de Seguridad por flexión: ϕ	0.90
Profundidad del bloque de compresión : $a = d - \sqrt{d^2 - 2 * M_u / (\phi * 0.85 * f'c * b_w)}$ (cm)	0.72
Acero requerido: $A_{s\text{req}} = M_u / \phi * f_y * (d - a/2)$ (cm ²)	0.92
<u>Requerimiento de Bastones (Zona de Análisis)</u>	
Acero colocado en la zona de análisis: $A_{s\text{col}}$ (cm ²)	3.96
Díametro máximo del acero longitudinal: $D_b \text{ max}$ (cm)	1.91
Díametro mínimo del acero longitudinal: $D_b \text{ mín}$ (cm)	1.59
Profundidad del bloque de compresión : $a = A_{s * f_y} / 0.85 * f'c * b_w$ (cm)	3.11
Momento Resistente del Acero: $M_r = \phi * A_{s * f_y} * (d - a/2)$ (T.m)	5.16
Longitud del Punto de Inflexión en la zona de Análisis: L_p (cm)	40.00
Longitud del baston en la Zona de Análisis $L_b = L_p + \max(\ln/16; 12d_{b\text{max}}; d)$ (cm)	76.00

2Ø5/8"

DISEÑO SISMICO POR CORTANTE

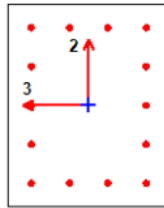
Acero negativo total izquierdo del miembro estructural : As1 - (cm ²)	3.96
Acero positivo total izquierdo del miembro estructural : As2 + (cm ²)	3.96
Acero negativo total derecho del miembro estructural : As3 - (cm ²)	3.96
Acero positivo total derecho del miembro estructural : As4 + (cm ²)	3.96
Profundidad del bloque de compresión del As 1 : a1 =As1*fy/0.85*f'c*bw (cm)	2.07
Profundidad del bloque de compresión del As 2 : a2 =As2*fy/0.85*f'c*bw (cm)	2.33
Profundidad del bloque de compresión del As 3 : a3 =As3*fy/0.85*f'c*bw (cm)	2.33
Profundidad del bloque de compresión del As 4 : a4 =As4*fy/0.85*f'c*bw (cm)	2.33
Momento nominal del acero As1 : Mn1=As1*fy*(d-a/2) (T.m)	5.82
Momento nominal del acero As2 : Mn2=As2*fy*(d-a/2) (T.m)	5.79
Momento nominal del acero As3 : Mn3=As3*fy*(d-a/2) (T.m)	5.79
Momento nominal del acero As4 : Mn4=As4*fy*(d-a/2) (T.m)	5.79
Momento probable del acero As 1 : Mpr1=1.25*Mn1 (T.m)	7.27
Momento probable del acero As 2 : Mpr2=1.25*Mn2 (T.m)	7.24
Momento probable del acero As 3 : Mpr3=1.25*Mn3 (T.m)	7.24
Momento probable del acero As 4 : Mpr4=1.25*Mn4 (T.m)	7.24
Carga Muerta en el miembro estructural: CM (Ton/m)	0.52
Carga Viva en el miembro estructural: CV (Ton/m)	0.06
Cortante debido a Cargas Isostáticas Vui=1.25(CM+CV)*Ln/2 (Ton)	0.01
Cortante sísmica última a la izquierda : Vu,izq(a) (Ton)	358.32
Cortante sísmica última a la Derecha: Vu,der(a) (Ton)	357.66
Resistencia al corte requerida (Fuerza de Corte Mayorada) : Vu =max(Vu(a);Vu(b))	358.32
Resistencia al corte proporcionada por el concreto: Vc =0.53*√f'c*b*d	8.29
Resistencia al corte proporcionada por el acero: Vs =Vu/Ø-Vc	413.26
Díametro del acero transversal (refuerzo a corte): Dat (cm)	0.95
Área del acero transversal (refuerzo a corte): Aacero (cm ²)	0.71
Separación de Estribos máximo: Smax= Av*fy*d/Vs (cm)	1
Separación del primer estribo a la cara del elemento vertical (cm)	5
Zona de confinamiento 2h: Sconf=min(d/4;15;10Ølong,mín;24Øestribo;30;Smax) (cm)	1
Zona Central: Scent=min(d/2;Smax) (cm)	1

□ 1Ø3/8" 1@ 0.10m, R@0.15m AE



Diseño de columnas

- Columnas de 40x50



Column Element Details (Summary)

Level	Element	Unique Name	Section ID	Combo ID	Station Loc	Length (m)	LLRF	Type
PRIMER PISO	C7	25	C 40X50	ENVOLVENTE	3.25	3.8	0.683	Sway Special

PROPIEDADES DEL MIEMBRO ESTRUCTURAL

Resistencia a la compresión del concreto: f_c (kg/cm ²)	210
Fluencia del Acero : f_y (kg/cm ²)	4200
Base de la Columna: b_w (cm)	40
Peralte Total de la Columna: h (cm)	50
Peralte efectivo : $d = h-5$ (cm)	45
Luz Libre del miembro estructural: L_n (cm)	380
Factor de relación $\beta_1 = c/a$	0.850
Acero Mínimo: $A_{s,mín} = 0.01*b_w*h$ (cm ²)	20
Acero Máximo: $A_{s,máx} = 0.06*b_w*h$ (cm ²)	120
$6 \text{ } \emptyset 3/4" + 2 \text{ } \emptyset 5/8" = 21.02 \text{ cm}^2$, $\rho = 1.051\%$	

DISEÑO POR FLEXOCOMPRESION

DETERMINACION DE DIAGRAMA DE INTERACCION DE DISEÑO

CURVA 1 = 0°			CURVA 7 = 90°			CURVA 13 = 180°			CURVA 19 = 270°		
P	M2	M3	P	M2	M3	P	M2	M3	P	M2	M3
350.24	0.00	0.00	350.24	0.00	0.00	350.24	0.00	0.00	350.24	0.00	0.00
350.24	0.00	10.48	350.24	8.52	0.00	350.24	0.00	-10.48	350.24	-8.52	0.00
350.24	0.00	16.29	349.70	13.22	0.00	350.24	0.00	-16.29	349.70	-13.22	0.00
317.33	0.00	21.25	314.68	17.27	0.00	317.33	0.00	-21.25	314.68	-17.27	0.00
282.16	0.00	25.21	278.22	20.52	0.00	282.16	0.00	-25.21	278.22	-20.52	0.00
244.53	0.00	28.32	240.22	23.01	0.00	244.53	0.00	-28.32	240.22	-23.01	0.00
204.08	0.00	30.63	198.71	24.88	0.00	204.08	0.00	-30.63	198.71	-24.88	0.00
159.81	0.00	32.32	152.49	26.28	0.00	159.81	0.00	-32.32	152.49	-26.28	0.00
128.76	0.00	31.54	124.39	25.37	0.00	128.76	0.00	-31.54	124.39	-25.37	0.00
97.20	0.00	29.86	91.83	23.61	0.00	97.20	0.00	-29.86	91.83	-23.61	0.00
63.00	0.00	26.64	60.92	20.81	0.00	63.00	0.00	-26.64	60.92	-20.81	0.00
29.50	0.00	22.05	25.20	16.97	0.00	29.50	0.00	-22.05	25.20	-16.97	0.00
-7.75	0.00	15.92	-9.94	12.05	0.00	-7.75	0.00	-15.92	-9.94	-12.05	0.00
-56.27	0.00	6.35	-62.40	4.12	0.00	-56.27	0.00	-6.35	-62.40	-4.12	0.00
-84.37	0.00	0.00	-84.37	0.00	0.00	-84.37	0.00	0.00	-84.37	0.00	0.00

Puntos	M33			
	0°		180°	
	ØPn	ØMn	ØPn	ØMn
1	350.24	0.00	350.24	0.00
2	350.24	10.48	350.24	-10.48
3	350.24	16.29	350.24	-16.29
4	317.33	21.25	317.33	-21.25
5	282.16	25.21	282.16	-25.21
6	244.53	28.32	244.53	-28.32
7	204.08	30.63	204.08	-30.63
8	159.81	32.32	159.81	-32.32
9	128.76	31.54	128.76	-31.54
10	97.20	29.86	97.20	-29.86
11	63.00	26.64	63.00	-26.64
12	29.50	22.05	29.50	-22.05
13	-7.75	15.92	-7.75	-15.92
14	-56.27	6.35	-56.27	-6.35
15	-84.37	0.00	-84.37	0.00

Puntos	M22			
	90°		270°	
	ØPn	ØMn	ØPn	ØMn
1	350.24	0.00	350.24	0.00
2	350.24	8.52	350.24	-8.52
3	349.70	13.22	349.70	-13.22
4	314.68	17.27	314.68	-17.27
5	278.22	20.52	278.22	-20.52
6	240.22	23.01	240.22	-23.01
7	198.71	24.88	198.71	-24.88
8	152.49	26.28	152.49	-26.28
9	124.39	25.37	124.39	-25.37
10	91.83	23.61	91.83	-23.61
11	60.92	20.81	60.92	-20.81
12	25.20	16.97	25.20	-16.97
13	-9.94	12.05	-9.94	-12.05
14	-62.40	4.12	-62.40	-4.12
15	-84.37	0.00	-84.37	0.00

DETERMINACION DE LA RESISTENCIA REQUERIDA Ru

NIVEL	Column	Carga	P	V2	V3	T	M2	M3	
1ER	C11	MUERTA	-23.423	0.300	-0.121	0.001	0.230	-0.593	23.4
1ER	C11	VIVA	-5.4	0.109	-0.055	0.002	0.095	-0.212	5.4
1ER	C11	SISMO X	7.6	1.437	1.041	0.272	1.311	1.292	
1ER	C11	SISMO Y	9.7	0.397	1.508	0.083	1.812	0.386	

Se calculará las siguientes combinaciones reglamentarias (Artículo 9.2 - E.060), analizando el sismo para la izquierda y derecha

RESISTENCIA MÍNIMA POR CARGAS DE GRAVEDAD
RESISTENCIA MÍNIMA INCLUYENDO SISMO

$$U = 1.4 \text{ CM} + 1.7 \text{ CV}$$

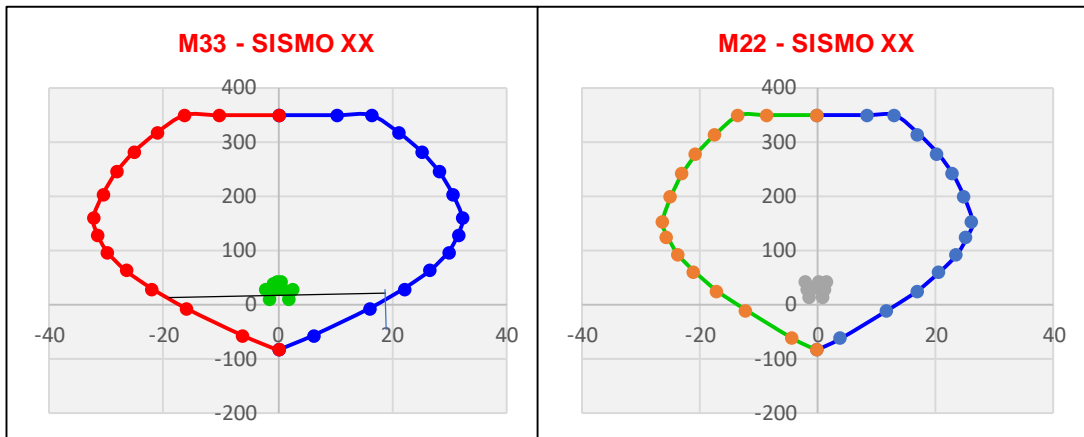
$$U = 1.25 (\text{CM} + \text{CV}) \pm \text{CS}$$

$$U = 0.9 (\text{CM}) \pm \text{CS}$$

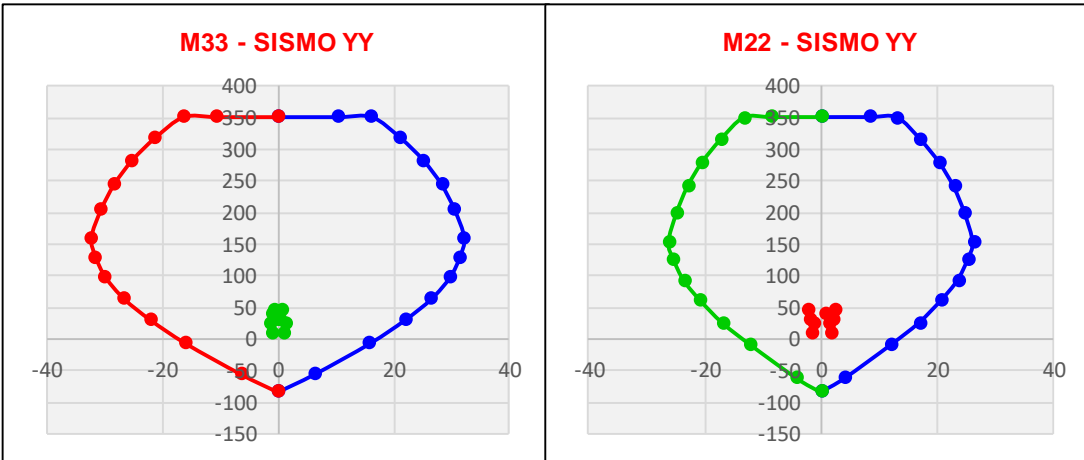
	SISMO XX	COMBINACIONES Ru		
		P	M2	M3
Sismo XX >	U1	41.95	0.48	-1.19
	U2	43.65	1.72	0.29
	U3	28.37	-0.90	-2.30
	U4	28.72	1.52	0.76
	U5	13.44	-1.10	-1.83
	U6	43.65	-1.72	-0.29
Sismo XX <	U7	28.37	0.90	2.30
	U8	28.72	-1.52	-0.76
	U9	13.44	1.10	1.83

	SISMO YY	COMBINACIONES Ru		
		P	M2	M3
Sismo YY >	U1	41.95	0.48	-1.19
	U2	45.75	2.22	-0.62
	U3	26.27	-1.41	-1.39
	U4	30.82	2.02	-0.15
	U5	11.34	-1.61	-0.92
	U6	45.75	-2.22	0.62
Sismo YY <	U7	26.27	1.41	1.39
	U8	30.82	-2.02	0.15
	U9	11.34	1.61	0.92

VERIFICACION DE RESISTENCIA AL SISMO EN DIRECCION X-X



VERIFICACION DE RESISTENCIA AL SISMO EN DIRECCION Y-Y

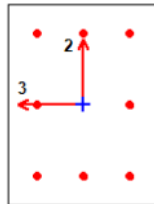


DISEÑO POR CORTANTE

Momento nominal Inferior: M_{ni} (T.m)	5.69
Momento nominal Superior: M_{ns} (T.m)	2.29
Momento probable Inferior: M_{pri} (T.m)	7.11
Momento probable Superior: M_{prs} (T.m)	2.86
Cortante sísmica última: $V_u(a) = (M_{pri} + M_{prs}) / h_n$ (Ton)	2.63
Resistencia al corte requerida (Fuerza de Corte Mayorada) : $V_u = V_u(a)$	2.63
Resistencia al corte proporcionada por el concreto: $V_c = 0.53 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot (1 + N_u / 140 A_g) \cdot b \cdot d$	13.83
Resistencia al corte proporcionada por el acero: $V_s = V_u / \phi - V_c$	-10.74
Díametro del acero transversal (refuerzo a corte): D_{at} (cm)	0.95
Área del acero transversal (refuerzo a corte): A_{acero} (cm ²)	0.71
Díametro del acero longitudinal de menor diámetro	1.59
Separación de Estribos máximo: $S_{max} = A_v \cdot f_y \cdot d / V_s$ (cm)	-35.2
Separación del primer estribo a la cara del elemento vertical (cm)	10
Zona de confinamiento = $\max(L_n / 6; L_{max, columna}; 50)$	50
Zona de confinamiento 2h: $S_{conf} = \min(l_{min, columna} / 3; 6\phi_{long, min}; 10)$ (cm)	10
Zona Central: $S_{cent} = \min(12\phi_{long}; S_{max}; 25)$ (cm)	19

□ 2Ø3/8" 5@ 0.10m, R@0.15m AE

- Columna de 30x40



Column Element Details (Summary)

Level	Element	Unique Name	Section ID	Combo ID	Station Loc	Length (m)	LLRF	Type
PRIMER PISO	C15	126	C 30X40	ENVOLVENTE	0	3.8	0.729	Sway Special

DISEÑO DEL ELEMENTO (COLUMNA DE 30X40) - 1er-5to nivel**PROPIEDADES DEL MIEMBRO ESTRUCTURAL**

Resistencia a la compresión del concreto: f_c (kg/cm ²)	210
Fluencia del Acero : f_y (kg/cm ²)	4200
Base de la Columna: b_w (cm)	30
Peralte Total de la Columna: h (cm)	40
Peralte efectivo : $d = h-5$ (cm)	35
Luz Libre del miembro estructural: L_n (cm)	380
Factor de relación $\beta_1 = c/a$	0.850
Acero Mínimo: $A_{s,mín} = 0.01*b_w*h$ (cm ²)	12
Acero Máximo: $A_{s,máx} = 0.06*b_w*h$ (cm ²)	72
$2 \text{ } \varnothing 1/2" + 6 \text{ } \varnothing 5/8" = 14.48 \text{ cm}^2$, $\rho = 1.206\%$	

DISEÑO POR FLEXOCOMPRESION**DETERMINACION DE DIAGRAMA DE INTERACCION DE DISEÑO**

CURVA 1 = 0°			CURVA 7 = 90°			CURVA 13 = 180°			CURVA 19 = 270°		
P	M2	M3	P	M2	M3	P	M2	M3	P	M2	M3
212.01	0.00	0.00	212.01	0.00	0.00	212.01	0.00	0.00	212.01	0.00	0.00
212.01	0.00	5.18	212.01	3.67	0.00	212.01	0.00	-5.18	212.01	-3.67	0.00
211.10	0.00	8.01	209.91	5.90	0.00	211.10	0.00	-8.01	209.91	-5.90	0.00
189.94	0.00	10.46	188.76	7.65	0.00	189.94	0.00	-10.46	188.76	-7.65	0.00
167.87	0.00	12.44	165.80	9.07	0.00	167.87	0.00	-12.44	165.80	-9.07	0.00
144.53	0.00	13.98	141.41	10.12	0.00	144.53	0.00	-13.98	141.41	-10.12	0.00
119.30	0.00	15.15	114.84	10.80	0.00	119.30	0.00	-15.15	114.84	-10.80	0.00
91.70	0.00	16.06	82.82	11.12	0.00	91.70	0.00	-16.06	82.82	-11.12	0.00
74.77	0.00	15.45	65.10	10.48	0.00	74.77	0.00	-15.45	65.10	-10.48	0.00
55.25	0.00	14.32	45.27	9.56	0.00	55.25	0.00	-14.32	45.27	-9.56	0.00
33.27	0.00	12.74	24.43	8.30	0.00	33.27	0.00	-12.74	24.43	-8.30	0.00
15.32	0.00	10.56	6.09	6.64	0.00	15.32	0.00	-10.56	6.09	-6.64	0.00
-6.56	0.00	7.49	-19.83	4.07	0.00	-6.56	0.00	-7.49	-19.83	-4.07	0.00
-39.87	0.00	2.47	-40.61	1.76	0.00	-39.87	0.00	-2.47	-40.61	-1.76	0.00
-53.05	0.00	0.00	-53.05	0.00	0.00	-53.05	0.00	0.00	-53.05	0.00	0.00

Puntos	M33			
	0°		180°	
	$\varnothing P_n$	$\varnothing M_n$	$\varnothing P_n$	$\varnothing M_n$
1	212.01	0.00	212.01	0.00
2	212.01	5.18	212.01	-5.18
3	211.10	8.01	211.10	-8.01
4	189.94	10.46	189.94	-10.46
5	167.87	12.44	167.87	-12.44
6	144.53	13.98	144.53	-13.98
7	119.30	15.15	119.30	-15.15
8	91.70	16.06	91.70	-16.06
9	74.77	15.45	74.77	-15.45
10	55.25	14.32	55.25	-14.32
11	33.27	12.74	33.27	-12.74
12	15.32	10.56	15.32	-10.56
13	-6.56	7.49	-6.56	-7.49
14	-39.87	2.47	-39.87	-2.47
15	-53.05	0.00	-53.05	0.00

Puntos	M22			
	90°		270°	
	$\varnothing P_n$	$\varnothing M_n$	$\varnothing P_n$	$\varnothing M_n$
1	212.01	0.00	212.01	0.00
2	212.01	3.67	212.01	-3.67
3	209.91	5.90	209.91	-5.90
4	188.76	7.65	188.76	-7.65
5	165.80	9.07	165.80	-9.07
6	141.41	10.12	141.41	-10.12
7	114.84	10.80	114.84	-10.80
8	82.82	11.12	82.82	-11.12
9	65.10	10.48	65.10	-10.48
10	45.27	9.56	45.27	-9.56
11	24.43	8.30	24.43	-8.30
12	6.09	6.64	6.09	-6.64
13	-19.83	4.07	-19.83	-4.07
14	-40.61	1.76	-40.61	-1.76
15	-53.05	0.00	-53.05	0.00

DETERMINACION DE LA RESISTENCIA REQUERIDA Ru

NIVEL	Column	Carga	P	V2	V3	T	M2	M3	
1ER	C15	MUERTA	-20.576	1.112	-0.526	-0.011	-0.350	0.882	20.6
1ER	C15	VIVA	-7.0	0.599	-0.331	-0.004	-0.219	0.472	7.0
1ER	C15	SISMO X	21.1	4.474	0.873	0.236	0.999	3.939	
1ER	C15	SISMO Y	9.8	5.113	0.360	0.127	0.297	4.679	

Se calculará las siguientes combinaciones reglamentarias (Artículo 9.2 - E.060), analizando el sismo para la izquierda y derecha

RESISTENCIA MÍNIMA POR CARGAS DE GRAVEDAD
RESISTENCIA MÍNIMA INCLUYENDO SISMO

$$U = 1.4 \text{ CM} + 1.7 \text{ CV}$$

$$U = 1.25 (\text{CM} + \text{CV}) \pm \text{CS}$$

$$U = 0.9 (\text{CM}) \pm \text{CS}$$

SISMO XX	COMBINACIONES Ru		
	P	M2	M3
U1	40.67	-0.86	2.04
U2	55.57	0.29	5.63
U3	13.32	-1.71	-2.25
U4	39.64	0.68	4.73
U5	-2.60	-1.31	-3.14
U6	55.57	-0.29	-5.63
U7	13.32	1.71	2.25
U8	39.64	-0.68	-4.73
U9	-2.60	1.31	3.14

Sismo XX >

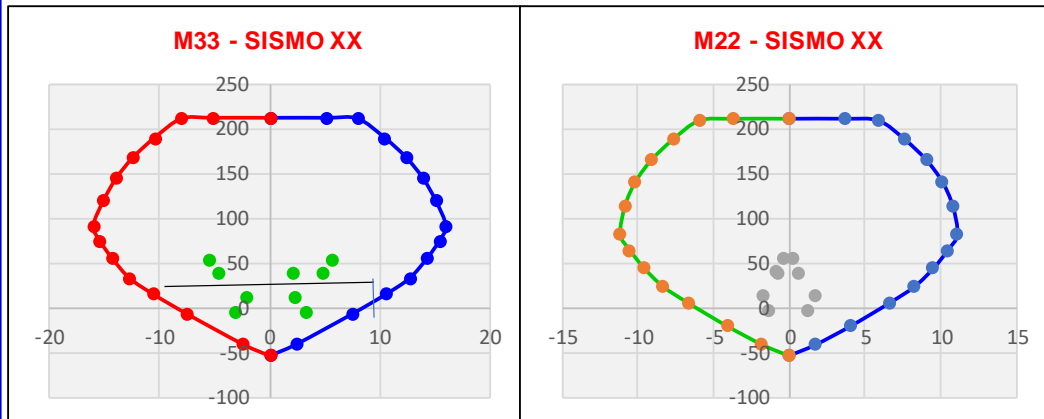
Sismo XX <

SISMO YY	COMBINACIONES Ru		
	P	M2	M3
U1	40.67	-0.86	2.04
U2	44.23	-0.41	6.37
U3	24.66	-1.01	-2.99
U4	28.30	-0.02	5.47
U5	8.73	-0.61	-3.89
U6	44.23	0.41	-6.37
U7	24.66	1.01	2.99
U8	28.30	0.02	-5.47
U9	8.73	0.61	3.89

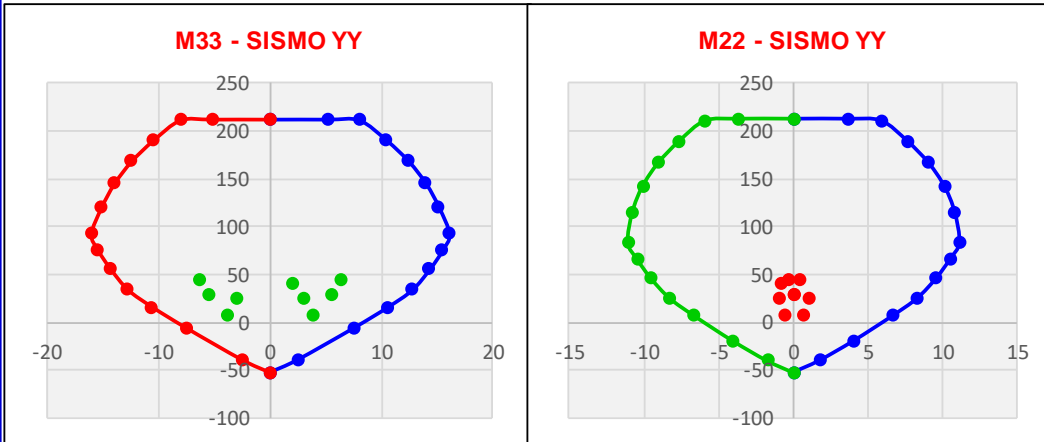
Sismo YY >

Sismo YY <

VERIFICACION DE RESISTENCIA AL SISMO EN DIRECCION X-X



VERIFICACION DE RESISTENCIA AL SISMO EN DIRECCION Y-Y



DISEÑO POR CORTANTE

Momento nominal Inferior: M_{ni} (T.m)	6.37
Momento nominal Superior: M_{ns} (T.m)	1.71
Momento probable Inferior: M_{pri} (T.m)	7.96
Momento probable Superior: M_{prs} (T.m)	2.14
Cortante sísmica última: $V_u(a) = (M_{pri} + M_{prs}) / h_n$ (Ton)	2.66
Resistencia al corte requerida (Fuerza de Corte Mayorada) : $V_u = V_u(a)$	2.66
Resistencia al corte proporcionada por el concreto: $V_c = 0.53 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot (1 + N_u / 140 A_g) \cdot b \cdot d$	8.07
Resistencia al corte proporcionada por el acero: $V_s = V_u / \phi - V_c$	-4.94
Díametro del acero transversal (refuerzo a corte): D_{at} (cm)	0.95
Área del acero transversal (refuerzo a corte): A_{acero} (cm ²)	0.71
Díametro del acero longitudinal de menor diámetro	1.59
Separación de Estribos máximo: $S_{max} = A_v \cdot f_y \cdot d / V_s$ (cm)	-59.5
Separación del primer estribo a la cara del elemento vertical (cm)	10
Zona de confinamiento = $\max(L_n / 6; L_{max, columna}; 50)$	50
Zona de confinamiento 2h: $S_{conf} = \min(l_{min, columna} / 3; 6 \phi_{long}; \min; 10)$ (cm)	10
Zona Central: $S_{cent} = \min(12 \phi_{long}; S_{max}; 25)$ (cm)	19

□ 2Ø3/8" 5@ 0.10m, R@0.15m AE

Diseño de placa

- Placa del eje 3-3 entre los ejes A-A Y B-B

Pier Details

Story ID	Pier ID	Centroid X (m)	Centroid Y (m)	Length (m)	Thickness (m)	LLRF
piso 1	P1	1.25	7.15	2.5	0.3	0.835

Material Properties

E_c (tonf/m ²)	f'_c (tonf/m ²)	Lt.Wt Factor (Unitless)	f_y (tonf/m ²)	f_{yh} (tonf/m ²)
1744687.22	1335	1	42000	42000

Design Code Parameters

Φ_T	Φ_C	Φ_v	Φ_s (Seismic)	IP_{MAX}	IP_{MIN}	P_{MAX}
0.9	0.65	0.75	0.6	0.04	0.0025	0.8

Pier Leg Location, Length and Thickness

Station Location	ID	Left X ₁ m	Left Y ₁ m	Right X ₂ m	Right Y ₂ m	Length m	Thickness m
Top	Leg 1	0	7.15	2.5	7.15	2.5	0.3
Bottom	Leg 1	0	7.15	2.5	7.15	2.5	0.3

Flexural Design for P_u , M_{u2} and M_{u3}

Station Location	Required Rebar Area (m ²)	Required Reinf Ratio	Current Reinf Ratio	Flexural Combo	P_u tonf	M_{u2} tonf-m	M_{u3} tonf-m	Pier A_g m ²
Top	0.001875	0.0025	0.0021	ENVOL	150.9041	-0.4889	-21.6223	0.75
Bottom	0.002697	0.0036	0.0021	ENVOL	69.7841	2.7842	156.6982	0.75

Shear Design

Station Location	ID	Rebar m ² /m	Shear Combo	P_u tonf	M_u tonf-m	V_u tonf	ΦV_c tonf	ΦV_n tonf
Top	Leg 1	0.00075	ENVOL	64.484	37.7937	44.3183	55.1679	102.4179
Bottom	Leg 1	0.00075	ENVOL	69.7841	156.6982	47.7709	39.8048	87.0548

Boundary Element Check (ACI 18.10.6.3, 18.10.6.4)

Station Location	ID	Edge Length (m)	Governing Combo	P_u tonf	M_u tonf-m	Stress Comp tonf/m ²	Stress Limit tonf/m ²	C Depth m	C Limit m
Top-Left	Leg 1	0.44484	ENVOL	150.9041	-21.6223	270.4	287	0.69484	0.55556
Top-Right	Leg 1	0.44484	ENVOL	150.9041	37.7937	322.15	287	0.69484	0.55556
Bottom-Left	Leg 1	0.47441	ENVOL	160.1922	-153.5555	704.97	287	0.72441	0.55556
Bottom-Right	Leg 1	0.47441	ENVOL	160.1922	156.6982	715.02	287	0.72441	0.55556

- Placa del eje C-C entre eje 4-4 y 5-5

ACI 318-14 Pier Design

Pier Details

Story ID	Pier ID	Centroid X (m)	Centroid Y (m)	Length (m)	Thickness (m)	LLRF
piso 1	P2	6.8	12.225	3.15	0.3	0.708

Material Properties

E_c (tonf/m ²)	f'_c (tonf/m ²)	Lt.Wt Factor (Unitless)	f_y (tonf/m ²)	f_{ys} (tonf/m ²)
1744887.22	1335	1	42000	42000

Design Code Parameters

Φ_T	Φ_C	Φ_V	Φ_V (Seismic)	IP _{MAX}	IP _{MIN}	P _{MAX}
0.9	0.85	0.75	0.8	0.04	0.0025	0.8

Pier Leg Location, Length and Thickness

Station Location	ID	Left X ₁ m	Left Y ₁ m	Right X ₂ m	Right Y ₂ m	Length m	Thickness m
Top	Leg 1	6.8	10.65	6.8	13.8	3.15	0.3
Bottom	Leg 1	6.8	10.65	6.8	13.8	3.15	0.3

Flexural Design for P_u, M_{u2} and M_{u3}

Station Location	Required Rebar Area (m ²)	Required Reinf Ratio	Current Reinf Ratio	Flexural Combo	P _u tonf	M _{u2} tonf-m	M _{u3} tonf-m	Pier A _d m ²
Top	0.002363	0.0025	0.0021	ENVOL	154.0586	0.1861	-50.2153	0.945
Bottom	0.002363	0.0025	0.0021	ENVOL	162.9038	-2.3066	-132.3117	0.945

Shear Design

Station Location	ID	Rebar m ² /m	Shear Combo	P _u tonf	M _u tonf-m	V _u tonf	ΦV_c tonf	ΦV_n tonf
Top	Leg 1	0.00075	ENVOL	16.8277	30.2997	32.887	59.8182	119.3532
Bottom	Leg 1	0.00075	ENVOL	22.7513	118.7908	32.887	48.2207	107.7557

Boundary Element Check (ACI 18.10.6.3, 18.10.6.4)

Station Location	ID	Edge Length (m)	Governing Combo	P _u tonf	M _u tonf-m	Stress Comp tonf/m ²	Stress Limit tonf/m ²	C Depth m	C Limit m
Top-Left	Leg 1	0.44705	ENVOL	154.0586	-50.2153	284.24	267	0.76205	0.7
Top-Right	Leg 1	0.44705	ENVOL	154.0586	30.2997	224.1	267	0.76205	0.7
Bottom-Left	Leg 1	0.47522	ENVOL	162.9038	-132.3117	439.08	267	0.79022	0.7
Bottom-Right	Leg 1	0.47522	ENVOL	162.9038	118.7908	411.82	267	0.79022	0.7

- Placa del eje A-A entre eje 1-1 y 2-2

Pier Details

Story ID	Pier ID	Centroid X (m)	Centroid Y (m)	Length (m)	Thickness (m)	LLRF
piso 1	P3	0	1.7	3.4	0.3	0.722

Material Properties

E_c (tonf/m ²)	f'_c (tonf/m ²)	Lt.Wt Factor (Unitless)	f_y (tonf/m ²)	f_{ys} (tonf/m ²)
1744687.22	1335	1	42000	42000

Design Code Parameters

Φ_T	Φ_c	Φ_v	Φ_v (Seismic)	IP _{MAX}	IP _{MIN}	P _{MAX}
0.9	0.65	0.75	0.6	0.04	0.0025	0.8

Pier Leg Location, Length and Thickness

Station Location	ID	Left X ₁ m	Left Y ₁ m	Right X ₂ m	Right Y ₂ m	Length m	Thickness m
Top	Leg 1	0	0	0	3.4	3.4	0.3
Bottom	Leg 1	0	0	0	3.4	3.4	0.3

Flexural Design for P_u, M_{u2} and M_{u3}

Station Location	Required Rebar Area (m ²)	Required Reinf Ratio	Current Reinf Ratio	Flexural Combo	P _u tonf	M _{u2} tonf-m	M _{u3} tonf-m	Pier A _g m ²
Top	0.00255	0.0025	0.0021	ENVOL	129.891	-2.155	-107.738	1.02
Bottom	0.003721	0.0036	0.0021	ENVOL	47.07	6.7198	-227.1681	1.02

Shear Design

Station Location	ID	Rebar m ² /m	Shear Combo	P _u tonf	M _u tonf-m	V _u tonf	ΦV_c tonf	ΦV_n tonf
Top	Leg 1	0.00075	ENVOL	40.4804	76.1595	40.5327	67.9426	132.2026
Bottom	Leg 1	0.00075	ENVOL	47.07	186.3168	40.5327	45.3886	109.6486

Boundary Element Check (ACI 18.10.6.3, 18.10.6.4)

Station Location	ID	Edge Length (m)	Governing Combo	P _u tonf	M _u tonf-m	Stress Comp tonf/m ²	Stress Limit tonf/m ²	C Depth m	C Limit m
Top-Left	Leg 1	0.36629	ENVOL	129.891	-107.738	313.74	267	0.70829	0.75556
Top-Right	Leg 1	0.36629	ENVOL	129.891	76.1595	259.11	267	0.70829	0.75556
Bottom-Left	Leg 1	0.39663	ENVOL	139.4382	-227.1681	529.73	267	0.73663	0.75556
Bottom-Right	Leg 1	0.39663	ENVOL	139.4382	186.3168	459.05	267	0.73663	0.75556

- Placa del eje 5-5 entre los ejes B-B Y C-C

Pier Details

Story ID	Pier ID	Centroid X (m)	Centroid Y (m)	Length (m)	Thickness (m)	LLRF
piso 1	P4	5.1	13.8	3.4	0.3	0.934

Material Properties

E_c (tonf/m ²)	f'_c (tonf/m ²)	Lt.Wt Factor (Unitless)	f_y (tonf/m ²)	f_{ys} (tonf/m ²)
1744687.22	1335	1	42000	42000

Design Code Parameters

Φ_T	Φ_C	Φ_V	Φ_V (Seismic)	IP_{MAX}	IP_{MIN}	P_{MAX}
0.9	0.65	0.75	0.6	0.04	0.0025	0.8

Pier Leg Location, Length and Thickness

Station Location	ID	Left X ₁ m	Left Y ₁ m	Right X ₂ m	Right Y ₂ m	Length m	Thickness m
Top	Leg 1	3.4	13.8	6.8	13.8	3.4	0.3
Bottom	Leg 1	3.4	13.8	6.8	13.8	3.4	0.3

Flexural Design for P_u , M_{u2} and M_{u3}

Station Location	Required Rebar Area (m ²)	Required Reinf Ratio	Current Reinf Ratio	Flexural Combo	P_u tonf	M_{u2} tonf-m	M_{u3} tonf-m	Pier A_g m ²
Top	0.00255	0.0025	0.0021	ENVOL	144.3605	-0.8807	-61.7952	1.02
Bottom	0.00255	0.0025	0.0021	ENVOL	153.9077	-1.7711	-111.4437	1.02

Shear Design

Station Location	ID	Rebar m ² /m	Shear Combo	P_u tonf	M_u tonf-m	V_u tonf	ΦV_c tonf	ΦV_n tonf
Top	Leg 1	0.00075	ENVOL	0.1398	72.6529	19.9053	52.1451	116.4051
Bottom	Leg 1	0.00075	ENVOL	6.7494	124.7915	19.9053	29.2919	93.5519

Boundary Element Check (ACI 18.10.6.3, 18.10.6.4)

Station Location	ID	Edge Length (m)	Governing Combo	P_u tonf	M_u tonf-m	Stress Comp tonf/m ²	Stress Limit tonf/m ²	C Depth m	C Limit m
Top-Left	Leg 1	0.41226	ENVOL	144.3605	-61.7952	248.44	267	0.75226	0.75556
Top-Right	Leg 1	0.41226	ENVOL	144.3605	72.6529	267.23	267	0.75226	0.75556
Bottom-Left	Leg 1	0.4426	ENVOL	153.9077	-111.4437	343.7	267	0.7826	0.75556
Bottom-Right	Leg 1	0.4426	ENVOL	153.9077	124.7915	368.79	267	0.7826	0.75556

Diseño de losa

- Losa aligerada

DISEÑO DE LOSA ALIGERADA

PROPIEDADES DE LA LOSA

Resistencia a la compresión del concreto: $f'c$ (kg/cm ²)	210
Fluencia del Acero : f_y (kg/cm ²)	4200
Espesor de la losa rígida : e (cm)	5
Altura de la losa: h (cm)	20
Ancho de Vigueta: b_w (cm)	10
Peralte efectivo de la losa aligerada: d (cm)	17.5
Separación de Viguetas de eje a eje (cm)	40
Factor de relación $\beta_1 = c/a$	0.850
Acero Mínimo: $A_{s,min} = 0.7\sqrt{f'c}/f_y * b * d$ (cm ²)	0.42

CARGAS DE GRAVEDAD EN LA LOSA (PARA ANCHO DE VIGUETA)

CARGAS MUERTAS: CM (T/m ²)	0.15
Peso del ladrillo (T/m ²)	0.07
Peso de piso terminado (T/m ²)	0.10
Peso de tabiquería existente (T/m ²)	0.15
Equipamiento (T/m ²)	0.05
CARGA VIVA	0.08
Sobrecarga de acuerdo al uso u ocupación	0.20
TABIQUERIA EXISTENTE TRANSVERSAL (T)	0.19

DISEÑO POR FLEXION

Momento Último: M_u (T.m)	0.42
Factor de Seguridad por flexión: ϕ	0.90
Profundidad del bloque de compresión : $a = d - \sqrt{d^2 - 2 * M_u / (\phi * 0.85 * f'c * b_w)}$ (cm)	1.57
Acero requerido: $A_{sreq} = M_u / \phi * f_y * (d - a / 2)$ (cm ²)	0.67
<u>Requerimiento de Bastones (Zona de Análisis)</u>	
Acero colocado en la zona de análisis: $A_{s,col}$ (cm ²)	0.71
Díametro máximo del acero longitudinal: $D_b \max$ (cm)	1.27
Díametro mínimo del acero longitudinal: $D_b \min$ (cm)	0.95
Profundidad del bloque de compresión : $a = A_{s,col} * f_y / 0.85 * f'c * b_w$ (cm)	3.34
Momento Resistente del Acero: $M_r = \phi * A_{s,col} * f_y * (d - a / 2)$ (T.m)	0.22
Longitud del Punto de Inflexión en la zona de Análisis: L_p (cm)	67.50
Longitud del baston en la Zona de Análisis $L_b = L_p + \max(\ln/16; 12d_{bmax}; d)$ (cm)	82.74

1Ø3/8"

VERIFICACION POR CORTANTE

	OK
Resistencia al corte requerida (Fuerza de Corte Mayorada) : V_u	1.01
Resistencia al corte proporcionada por el concreto: $V_c = 0.53 * \sqrt{f'c} * b * d$ (Ton)	1.34

ACERO POR TEMPERATURA

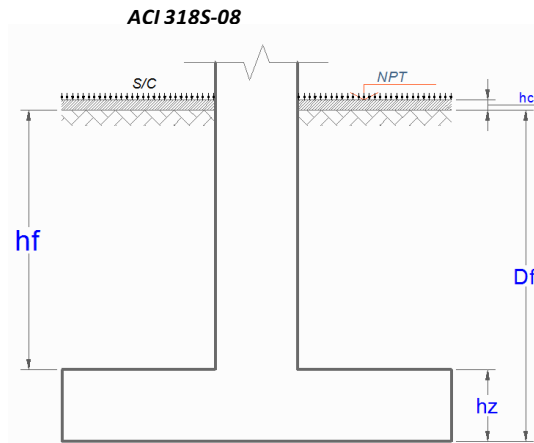
Cuantía mínima de refuerzo por temperatura: $\rho_{s,min,temp}$	0.0018
Area de acero mínimo de refuerzo por temperatura: $A_{s,min,temp}$ (cm ²)	0.90
Area de acero a colocar en refuerzo por temperatura - 6mm	0.28
Separación entre refuerzos por temperatura: $S_{max} = A_{s,col} / A_{s,req}$ (cm)	31.00

1Ø6mm" @ 0.30

Diseño de zapata

Col: **3A**

Pd =	49496.1	Kg
Pl =	14813.5	Kg
Df =	1.50	m
S/C =	200	Kg/m ²
t1 =	0.50	m
t2 =	0.40	m
hc =	0.20	m
γm =	1900	Kg/m ³
σt =	2.02	Kg/cm ²
f'c =	210	Kg/cm ²
f'c =	210	Kg/cm ²
fy =	4200	Kg/cm ²



1° Esfuerzo Neto del Terreno

$$\sigma_n = \sigma_t - \gamma_{pom} \cdot h_f - h_z \cdot \gamma_c - S/C$$

$$\sigma_n = 1.67 \text{ Kg/cm}^2$$

2° Area de la Zapata

$$T = S = 1.96 \times 1.96 \text{ m}^2$$

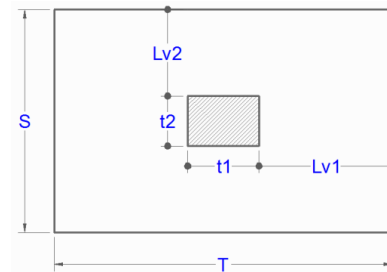
$$A_{zap} = 38578.04 \text{ cm}^2 \quad 42000 \text{ cm}^2$$

Debe Cumplir que Lv1 = Lv2:

$$\begin{aligned} T = 2.01 \text{ m} &\longrightarrow 2.10 \text{ m} \\ S = 1.91 \text{ m} &\longrightarrow 2.00 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Lv1 = Lv2 &= 0.800 \text{ m} \\ &= 0.800 \text{ m} \end{aligned}$$

Conforme



3° Reaccion Neta del Terreno

$$\sigma_u = \frac{P_u}{A_{zap}}$$

$$P_u = 83096.92 \text{ Kg}$$

$$A_{zap} = 42000 \text{ cm}^2$$

$$W_u = 1.98 \text{ Kg/cm}^2$$

$$A_{zap} = T \times S$$

$$P_u = 1.4 \cdot P_D + 1.7 \cdot P_L \rightarrow \text{NTE E.060}$$

$$P_u = 1.2 \cdot P_D + 1.6 \cdot P_L \rightarrow \text{ACI 318S - 08}$$

4° Dimensionamiento de la altura hz de la Zapata

• Por Punzonamiento

$$V_u \leq \phi \cdot V_c$$

$$\phi = 0.75$$

$$V_u = 83096.92 - 1.98(50 + d)(40 + d)$$

$$\phi V_c = 1.06 \cdot \phi \cdot \sqrt{f'c} \cdot b_o \cdot d$$

$$b_o = 2 \cdot (t1 + d) + 2 \cdot (t2 + d)$$

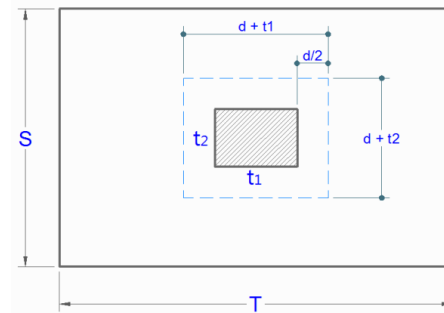
$$d = 23.92 \text{ cm}$$

$$r = 7.5 \text{ cm}$$

$$\text{Diametro de Varilla } \phi : 5/8''$$

$$d_{prom} = 40.9125 \text{ cm}$$

$$h_z = 33 \text{ cm} \longrightarrow h_z = 50 \text{ cm}$$



$$V_u / \phi V_c = 0.33$$

- Verificación por Cortante
 $\phi = 0.75$
 $V_{du} = 15466.91$
 $\phi V_c = 47133.84$

$$\phi \cdot V_c = 0.53 \cdot \phi \cdot \sqrt{f'_c}$$

$V_{du} < \phi V_c$ (Conforme)

5° Diseño por Flexión $\phi = 0.9$

- Dirección Longitudinal

Usar 10 ϕ 5/8" @ 20.4 cm

$$R_u = \frac{M_u}{b \cdot d^2}$$

$M_u = 12662.39$ Kg - m

$R_u = 3.78$ Kg/cm²

$\rho = 0.001013$

$\rho_{min} = 0.0018$

$A_s = 18.0$ cm²

$A_v = 1.98$ cm²

var = 9.1

Esp. S = 20.4 cm

$$\rho = \frac{100 \cdot \phi \cdot f'_c \cdot f_y - \sqrt{(100 \cdot \phi \cdot f'_c \cdot f_y)^2 - 23600 \cdot \phi \cdot R_u \cdot f'_c \cdot f_y^2}}{118 \cdot \phi \cdot f_y^2}$$

10 varillas

- Dirección Transversal

Usar 10 ϕ 5/8" @ 21.5 cm

$A_{st} = 18.9$ cm²

var = 9.5

Esp. S = 21.5 cm

10 varillas

6° Transferencia de Carga de la Columna a la Zapata

- Resistencia al Aplastamiento de la Columna

$\phi_n = 0.65$

$$P_n = \frac{P_u}{\phi}$$

Sobre la Columna $P_n = 127841$ Kg

De la Columna $P_{nb} = 357000$ Kg

$$P_{nb} = 0.85 \cdot f'_c \cdot A_c$$

$P_n < P_{nb}$ (No Necesita Dowels)

$A_{smin} = 10.0$ cm²

- Resistencia al Aplastamiento en el Concreto de la Zapata

$A_1 = 0.2$ m²

$A_2 = 3.53$ m²

$$\sqrt{\frac{A_2}{A_1}} = 4.2 \rightarrow 2$$

$A_o = 0.4$ m²

$P_{nb} = 714000$ Kg

$$\sqrt{\frac{A_2}{A_1}} \leq 2$$

$$P_{nb} = 0.85 \cdot f'_c \cdot A_o$$

$P_n < P_{nb}$ (No Necesita Dowels)

$A_{smin} = 10.0$ cm²

Acero de Espera(Dowels) entre columna y Zapata $A_s = 10.0$ cm²

Usar 8 ϕ 1/2"

Diametro de la Varilla a Usar ϕ : 1/2"

$A_v = 1.27$ cm²

Numero de Varillas : 8

7° Longitud de Desarrollo del Refuerzo en espera (Dowels) a compresión

$$l_{dc} = 0.075 \cdot \frac{f_y}{\lambda \cdot \sqrt{f'_c}} \cdot d_b \quad l_{dc} = 0.0044 \cdot f_y \cdot d_b$$

- En la Columna
- En la Zapata

$$l_{dc \text{ min}} = 20 \text{ cm}$$

$$l_{dc} = 27.6 \text{ cm} \quad \text{Valor Predominante}$$

$$l_{dc} = 27.6 \text{ cm} \quad \text{Valor Predominante}$$

$$\text{Longitud disponible para el Desarrollo de las Barras o Dowels a compresión} = 50 - 7.5 - 3.175 - 1.27$$

$$= 39 \text{ cm}$$

Las Barras (Dowels) se desarrollan adecuadamente

8° Longitud de Desarrollo del Refuerzo de la Zapata

$$l_d = \left(\frac{f_y}{3.51 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'_c}} \cdot \frac{\psi_t \cdot \psi_e \cdot \psi_s}{\left(\frac{c_b + k_{tr}}{d_b} \right)} \right) \quad \frac{c_b + k_{tr}}{d_b} \leq 2.5 \quad k_{tr} = \frac{40 \cdot A_{tr}}{s_n}$$

$$c_b = 8.30 \text{ cm}$$

$$k_{tr} = 0.00 \text{ No hay Estribos} \quad \frac{c_b + k_{tr}}{d_b} \leq 5.2 \rightarrow 2.5$$

$$d_b = 1.5875 \text{ cm}$$

$$\psi_t = 1.3$$

$$\psi_e = 1.0 \quad \psi_t \cdot \psi_e = 1.3 < 1.7$$

$$\psi_s = 0.8$$

$$\lambda = 1.0 \quad C^\circ \text{ de Peso Normal}$$

$$l_d = 55 \text{ cm}$$

$$l_{d \text{ min}} = 30 \text{ cm}$$

$$\text{Longitud de Desarrollo Disponible: } L_v - r \quad L_{v1} = \frac{T - t_1}{2} \quad \wedge \quad L_{v2} = \frac{S - t_2}{2}$$

$$L_{v1} = L_{v2} = 0.8 \text{ m}$$

$$\text{Longitud de Desarrollo disponible en ambos sentidos} \quad L_d = 0.73 \text{ m}$$

No se Necesita doblar el Refuerzo

Diseño de escalera

DISEÑO DE ESCALERA

PROPIEDADES DE LA LOSA

Resistencia a la compresión del concreto: $f'c$ (kg/cm ²)	210
Fluencia del Acero : f_y (kg/cm ²)	4200
Espesor de la losa inclinada : e_i (m)	0.200
Ancho del Escalera: b (m)	1.350
Peralte efectivo del descanso: d (m)	0.175

CARGAS DE GRAVEDAD EN EL TRAMO INCLINADO

CARGA MUERTA: $CM = PP + PA$ (kg/m)	783
Peso propio: $PP = e_i * b * 2400$ (kg/m)	648
Peso de acabados: $PA = 100 \text{ kg/m}^2 * b$ (kg/m)	135
CARGA VIVA	270
Sobrecarga en escaleras de acuerdo al tipo de edificación: $S/C * b$ (kg/m)	270
Combinación de carga de gravedad Amplificada: $W_u = 1.4CM + 1.7CV$ (Ton)	1.555

DISEÑO POR FLEXION

Momento Último M _{áximo} : $M_u(+)$ (T.m)	3.65
Momento Último M _{áximo} DE DISEÑO POSITIVO : $M(+)$ = $\xi \cdot M_u(+)$ m _{áx} (T.m)	3.65
Factor de Seguridad por flexión: ϕ	0.90
Profundidad del bloque de compresión : $a = d - \sqrt{d^2 - 2 * M_u / (\phi * 0.85 * f'c * b * w)}$ (cm)	0.99
Acero requerido: $A_s(+)\text{req} = M_u / \phi * f_y * (d - a / 2)$ (cm ²)	5.68
Area de acero a colocar en zona inferior: 1Ø 1/2"	1.29
Separación entre refuerzos por temperatura: $S_{\text{max}} = A_{s,\text{col}} / A_{s,\text{req}}(\text{cm})$	30
Momento Último M _{áximo} DE DISEÑO NEGATIVO : $M(-)$ = $1/2 \cdot M_u(+)$ m _{áx} (T.m)	1.83
Factor de Seguridad por flexión: ϕ	0.90
Profundidad del bloque de compresión : $a = d - \sqrt{d^2 - 2 * M_u / (\phi * 0.85 * f'c * b * w)}$ (cm)	0.49
Acero requerido: $A_s(+)\text{req} = M_u / \phi * f_y * (d - a / 2)$ (cm ²)	2.80
Area de acero a colocar en zona superior: 1Ø 3/8"	0.71
Separación entre refuerzos por temperatura: $S_{\text{max}} = A_{s,\text{col}} / A_{s,\text{req}}(\text{cm})$	34

REFUERZO SUPERIOR LONGITUDINAL: 1Ø3/8" @ 0.30

REFUERZO INFERIOR LONGITUDINAL: 1Ø1/2" @ 0.30

ACERO POR TEMPERATURA

Cuantía mínima de refuerzo por temperatura: $\rho_{s\text{mín},\text{temp}}$	0.0018
Area de acero mínimo de refuerzo por temperatura: $A_{s\text{mín},\text{temp}} = \rho_{s\text{mín},\text{temp}} * 100 * d$ (cm ²)	3.2
Area de acero a colocar en refuerzo por temperatura - 1Ø 1/2"	1.29
Separación entre refuerzos por temperatura: $S_{\text{max}} = A_{s,\text{col}} / A_{s,\text{req}}(\text{cm})$	40

REFUERZO SUPERIOR TRANSVERSAL: 1Ø1/2" @ 0.30

REFUERZO INFERIOR LONGITUDINAL: 1Ø1/2" @ 0.30

VERIFICACION POR CORTANTE

Resistencia al corte requerida (Fuerza de Corte Mayorada) : V_u (Ton)	2.90
Resistencia al corte proporcionada por el concreto: $V_c = 0.53 * \sqrt{f'c} * b * d$ (Ton)	18.15

OK

RESUMEN DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES

- **VIGAS 25X40**
 - Acero longitudinal superior 2Ø5/8"
 - Acero longitudinal inferior: 2Ø5/8"
 - Acero longitudinal a torsión: 2Ø1/2"
 - Estribos: Ø3/8": 2@5; 12@10; 5@15; R@20.
- **COLUMNAS C-1: 40x50**
 - Acero longitudinal 6 Ø 3/4" + 2 Ø 5/8"
 - Estribos: Ø3/8": 1@5; 6@10; Rto@20
- **COLUMNAS C-2: 30x40**
 - Acero longitudinal 2 Ø 1/2" + 6 Ø 5/8"
 - Estribos: Ø3/8": 1@5; 6@10; Rto@20
- **PLACAS: ver plano**
 - Acero longitudinal y transversal en dos capas Ø1/2" @15cm ambos sentidos
- **ZAPATA AISLADA**
 - Acero longitudinal Ø5/8" @15cm
 - Acero transversal Ø5/8" @15cm
- **Acero en viguetas de losa aligerada:**
 - Acero longitudinal por vigueta: Ø3/8" @40cm superior e inferior.
 - Acero de temperatura: Ø6mm @30cm
- **Escalera**
 - Acero superior longitudinal Ø3/8" @30 cm
 - Acero inferior longitudinal Ø1/2" @30 cm
 - Acero superior transversal Ø1/2" @30 cm
 - Acero inferior transversal Ø1/2" @30cm

Anexo 9. Certificados de laboratorio de los ensayos

Ensayo diamantina

www.jvgingenieros.com.pe

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	REPORTE DE ENSAYO	Código	JVG SAC-LAB-F-008
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN	Versión	02
		Fecha	10/10/2022
		Página	1 de 1

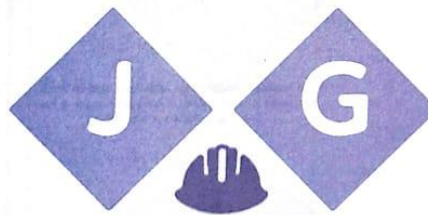
Proyecto : Influencia de las grietas en los elementos estructurales de concreto armado en una edificación de 7 pisos, Los Olivos, 2023. Registro N°: L23-088-03

Solicitante : Ruiz Huanan Eloney Muestreado por : G. Castillo
 Cliente : — Ensayado por : J. Gutiérrez
 Ubicación de Proyecto : Av. Daniel Alcides Carrion Mz G2 lote 11, distrito de los olivos Fecha de emisión : 4/10/2023

Tipo de muestra : Testigo Diamantino
 Presentación : Núcleo
 Fc de diseño : 210 kg/cm2

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens
 ASTM C39/C39M-21

Identificación	Fecha de extracción	Fecha de rotura	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Fuerza máxima (kgf)	Tipo de falla	Relación longitud/diámetro	Esfuerzo kg/cm²	Factor de corrección	Esfuerzo corregido kg/cm²	% Fc	Comentarios - Inspección visual
C-01 Columna del primer piso	25/09/2023	2/10/2023	7.57	12.996	7661	3	1.72	170.2	0.983	167.2	79.6%	Color gris claro sin evidencia humedad interna, vacíos de aire 8%, canto rodado 2%, agregados rotos 3%.
C-02 Columna del segundo piso	25/09/2023	2/10/2023	7.55	8.415	6659	3	1.11	148.7	0.898	133.5	63.6%	Color gris claro sin evidencia humedad interna, vacíos de aire 8%, presencia de agregado grueso Iso de 1", agregados rotos 7%.



INGENIERIA S.A.C.

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 11:



L/D:	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor:	0.98	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: Norma ASTM C39/C39-21

OBSERVACIONES:

- * En caso que las muestras no cumplen con la relación altura / diámetro, se utilizara el factor de corrección de esfuerzo
- * El presente documento reemplaza el doc. AE-FO-101, ver. 1, del 19/04/2020

JVG INGENIERIA & GEOTECNIA SAC		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LBA-JVG SAC) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohíbese la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante	REVISADO POR Nombre y firma:  JVG INGENIERIA & GEOTECNIA SAC Estudios y Proyectos Elmer Moreno Huanan INGENIERO CIVIL CIP N° 210906	AUTORIZADO POR Nombre y firma:  JVG INGENIERIA & GEOTECNIA SAC ENSAYO DE MATERIAL

informes@jvgingenieros.com.pe

Calle Hurtado de Mendoza N° 280, Urb. Santa Luzmila
 Comas - Lima - Lima - Celular: 923 792 919 / 934 321 502

Ensayo de esclerometría

www.jvgingenieros.com.pe

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO EVALUACIÓN DEL CONCRETO POR EL ESCLERÓMETRO	Código	FOR-LTC-CO-040
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JVG SAC
		Fecha	23/10/2020

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
ASTM C-805

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Ruiz Human Elionay
PROYECTO	: Rinfluencia de las grietas en los elementos estructurales de concreto armado en una edificación de 7 pisos, Los Olivos, 2023.
UBICACIÓN	: Av. Daniel Alcides Carrión Mz G2 lote 11, los olivos. Fecha de ensayo: 26/09/2023
DESCRIPCIÓN	: ---
ENSAYO	: Esclerometría
ESCLERÓMETRO	: ---



ELEMENTO	ÁNGULO DE DISPARO	LECTURAS				PROMEDIO
		30	26	26	22	
Columna 01	0°	26	28	28	24	26
		20	36	26	20	
		24	28	22	26	

ELEMENTO	ÁNGULO DE DISPARO	LECTURAS				PROMEDIO
		26	24	32	30	
Columna 02	0°	26	30	34	28	29
		22	30	32	28	
		26	24	36	28	

ELEMENTO	ÁNGULO DE DISPARO	LECTURAS				PROMEDIO
		32	26	26	26	
Columna 01 Piso 2	0°	28	28	28	26	27
		24	26	26	24	
		26	28	26	24	

OBSERVACIONES:

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JVG GEOTECNIA SAC

JVG INGENIERIA & GEOTECNIA SAC		
<p>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:</p> <p>Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-JVG SAC) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.</p> <p>Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.</p> <p>La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante</p>	<p style="text-align: center;">REVISADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p> <p style="text-align: center;">  Elmer Moreno Huaman INGENIERO CIVIL CIP N° 211946 </p>	<p style="text-align: center;">AUTORIZADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p> <p style="text-align: center;">  </p>

informes@jvgingenieros.com.pe

Calle Hurtado de Mendoza N° 280, Urb. Santa Luzmila
Comas - Lima - Lima - Celular: 923 792 919 / 934 321 502

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO EVALUACIÓN DEL CONCRETO POR EL ESCLERÓMETRO	Código	FOR-LTC-CO-040
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JVG SAC
		Fecha	23/10/2020

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
ASTM C-805

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Ruiz Human Eltonay
PROYECTO	: Influencia de las grietas en los elementos estructurales de concreto armado en una edificación de 7 pisos, Los Olivos, 2023.
UBICACIÓN	: Av. Daniel Alcides Carrión Mz G2 lote 11, los olivos. Fecha de ensayo: 26/09/2023
DESCRIPCIÓN	: —
ENSAYO	: Esclerometría
ESCLERÓMETRO	: —



ELEMENTO	ÁNGULO DE DISPARO	LECTURAS				PROMEDIO
Columna 01 Piso 2	0°	32	38	32	32	33
		32	34	30	32	
		32	30	32	34	
		34	32	36	34	

ELEMENTO	ÁNGULO DE DISPARO	LECTURAS				PROMEDIO
Viga 01 Piso 2	0°	32	22	22	22	25
		24	24	24	26	
		28	26	24	26	
		24	24	26	26	

ELEMENTO	ÁNGULO DE DISPARO	LECTURAS				PROMEDIO
Columna 01 Piso 2	0°	28	32	34	38	34
		32	34	36	40	
		36	36	38	38	
		36	32	38	34	

OBSERVACIONES:

- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JVG GEOTECNIA SAC

JVG INGENIERIA & GEOTECNIA SAC		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-JVG SAC) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante	REVISADO POR	AUTORIZADO POR
	Nombre y firma:  Elmer Moreno Huaman INGENIERO CIVIL CIP N° 21090R	Nombre y firma: 

Estudio de suelos

www.jvgingenieros.com.pe

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PERFIL ESTRATIGRÁFICO	Código	FOR-LBR-MB-005		
		Revisión	1		
		Aprobado	CC-JVG SAC		
		Fecha	23/10/2020		
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D420					
REFERENCIA : DATOS DE CAMPO					
SOLICITANTE : Ruiz Human Eloney					
PROYECTO : Influencia de las grietas en los elementos estructurales de concreto armado en una edificación de 7 pisos, Los Olivos, 2023.					
UBICACIÓN : Av. Daniel Alcides Carrion Mz G2 lote 11, distrito de Los Olivos					
CALICATA : C-1		Fecha de ensayo: 25/09/2023			
PROFUNDIDAD : 3.00 m					
PROF. (m)	SIMBOLO	DESCRIPCION DEL SUELO	MUESTRA	CLASIFICACIÓN	
				SUCS	AASHTO
0.10					
0.20					
0.30					
0.40					
0.50					
0.60					
0.70					
0.80					
0.90					
1.00					
1.10					
1.20					
1.30					
1.40					
1.50					
1.60					
1.70					
1.80					
1.90					
2.00					
2.10					
2.20					
2.30					
2.40					
2.50					
2.60					
2.70					
2.80					
2.90					
3.00					

Limo de baja plasticidad, en condición húmeda a seca y compacidad medianamente densa a densa de color pardo y textura uniforme.

M-1



ML

A-2-4 (0)

JVG INGENIERIA S.A.C.

OBSERVACIONES:

- * Tipo de Excavación manual a cielo abierto (calicata)
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JVG INGENIERIA & GEOTECNIA SAC.

JVG INGENIERIA & GEOTECNIA SAC		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-JVG SAC) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	REVISADO POR	AUTORIZADO POR
	Nombre y firma:  JVG INGENIERIA & GEOTECNIA SAC Estudios y Proyectos Elmer Moreno Huaman INGENIERO CIVIL CIP N° 21090R	Nombre y firma:  JVG INGENIERIA & GEOTECNIA SAC ENSAYO DE MATERIALES VOB

informes@jvgingenieros.com.pe

Calle Hurtado de Mendoza N° 280, Urb. Santa Luzmila
Comas - Lima - Lima - Celular: 923 792 919 / 934 321 502

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	INFORME DE ENSAYO CLASIFICACIÓN DE SUELOS	Código	FOR-LBR-MB-001
		Revisión	2.1
		Aprobado	CC- JVG SAC.
		Fecha	14/02/2020

PROYECTO : Influencia de las grietas en los elementos estructurales de concreto armado en una edificación de 7 pisos, Los Olivos, 2023.
SOLICITANTE : Rutz Huaman Elkonay
UBICACIÓN : Av. Daniel Alcides Carrion Mz G2 lote 11, distrito de los olivos
Calicata : f
Muestra : f
Profundidad : 0.30 m. a 3.00 m

Muestreado por: Cliente
Ensayado por: M. Antezana
Fecha de ensayo: 27/09/2023

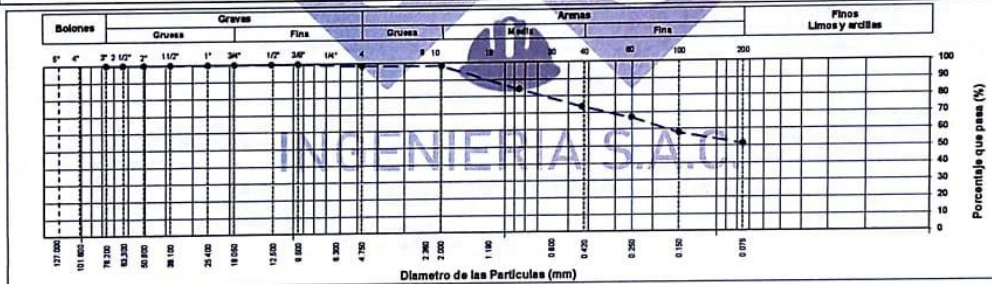
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
3"	76.200	100.00		CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2218)	
2 1/2"	63.500	100.00			Contenido Humedad (%) 5.2
2"	50.800	100.00		LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)	
1 1/2"	38.100	100.00			Límite Líquido (LL) N.P.
1"	25.400	100.00		Límite Plástico (LP) N.P.	
3/4"	19.050	100.00		Índice Plástico (IP) N.P.	
1/2"	12.700	100.00		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM D422)	
3/8"	9.530	100.00			Grava (%) 1.3
N° 4	4.750	98.69			Arena (%) 47.3
N° 10	2.000	98.39		Finos (%) 51.4	
N° 20	0.850	84.08		CLASIFICACIÓN DE SUELOS	
N° 40	0.430	73.52			Clasificación SUCS (ASTM D2487) ML
N° 60	0.250	66.91			Clasificación AASHTO (ASTM D3282) A-2-4 (0)
N° 100	0.150	57.88			Nombre del Grupo
N° 200	0.075	51.37		Limo arenoso de baja plasticidad	

DESCRIPCIÓN VISUAL DE LA MUESTRA: SM Arena limosa de baja plasticidad color beige
ASTM 2488

INDICACIONES DE LOS PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO:

- El método de ensayo para contenido de humedad es el B y para el secado de la muestra se empleó horno a 110 ± 5 °C.
- El procedimiento de obtención de muestra para el análisis granulométrico fue Secada al horno a 110 ± 5 °C. Se realizó un tamizado Manual. Además se identificó un tipo de suelo Inorgánico.
- El método de ensayo empleado para el Límite Líquido es el Unipunto. El método de preparación es el húmedo, mientras que el método de secado es a horno a 110 ± 5 °C.
- El método de secado para la obtención del Límite Plástico es a temperatura ambiente.

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES:

- Muestra previamente secada y levada durante para la realización del ensayo granulométrico.
- Muestra provista e identificada por el solicitante.
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JVG SAC.

JVG INGENIERIA & GEOTECNIA SAC

AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LBM-JVG SAC) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	REVISADO POR Nombre y firma: JVG INGENIERIA & GEOTECNIA SAC Estudios y Proyectos Elmer Moreno Huaman INGENIERO CIVIL C.O. Nº 210906	AUTORIZADO POR Nombre y firma: JVG INGENIERIA & GEOTECNIA SAC ENSAYO DE MATERIAL
---	--	--

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO		Código	FOR-LBR-MB-015
	CORTE DIRECTO DE SUELO CONSOLIDADO DRENADO		Revisión	2
			Aprobado	CC-JVG
			Fecha	17/02/2020

PROYECTO	: Influencia de las grietas en los elementos estructurales de concreto armado en una edificación de 7 pisos, Los Olivos, 2023.		
SOLICITANTE	: Ruiz Huaman Eloney		
CÓDIGO	: -		
UBICACIÓN	: Av. Daniel Alcides Carrion Mz G2 lote 11, distrito de los olivos		
REGISTRO N°	: -		
Calicata	: C-1	Muestreado por:	CLL
Muestra	: M-1	Ensayado por:	CLL
Profundidad	: 0.30 a 3.00m m	Fecha de ensayo:	28/09/2023

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS
ASTM D3080**

Velocidad de corte: 0.5 mm/min

PARÁMETROS DE ENSAYO DE CORTE DIRECTO

		Especimen 1	Especimen 2	Especimen 3
Esfuerzo Normal (σ_3)	kg/cm ²	0.50	1.01	2.02
Estado de falla	-	Esfuerzo cortante máxima	Esfuerzo cortante máxima	Esfuerzo cortante máxima
Esfuerzo cortante	kg/cm ²	0.338	0.564	0.957

GRÁFICAS PARA LA DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS RESISTENTES



PARÁMETROS RESISTENTES AL ESFUERZO CORTANTE

Cohesión	0.12	kg/cm ²
Angulo de fricción	22.02	°

OBSERVACIONES:

Los tres especímenes de ensayo fueron remoldeados con suelo pasante del tamiz N°4 a la densidad seca de 1.553 g/cm3
Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad

JVG INGENIERIA & GEOTECNIA SAC

<p>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-JVG SAC) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante</p>	<p>REVISADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p> <p align="center"> Elmer Moreno Huaman INGENIERO CIVIL C.I.E. N° 210906 </p>	<p>AUTORIZADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p> <p align="center"> </p>
--	--	--

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO	Código	FOR-L8R-MS-015
	CORTE DIRECTO DE SUELO CONSOLIDADO DRENADO	Revisión	2
		Aprobado	CC-JVG
		Fecha	17/02/2020

PROYECTO	: Influencia de las grietas en los elementos estructurales de concreto armado en una edificación de 7 pisos, Los Olivos, 2023.		
SOLICITANTE	: Ruiz Huaman Elionay		
CÓDIGO	: -		
UBICACIÓN	: Av. Daniel Alcides Carrion Mz G2 lote 11, distrito de los olivos		
REGISTRO N°	: -		
Calicata	: C-1	Muestreado por:	CLL
Muestra	: M-1	Ensayado por:	CLL
Profundidad	: 0.30 a 3.00m	Fecha de ensayo:	28/09/2023

Características de la muestra:

Estado de la muestra:	Inaherada	mm/min
Velocidad de corte:	0.5	
Gravedad Específica:	2.64	

Descripción Visual de la muestra:


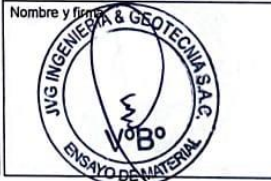
Le corresponde una clasificación global de CL. En tanto para el material pasante por el tamiz N° 04 le corresponde una clasificación CL.

ESPECIMEN 1			ESPECIMEN 2			ESPECIMEN 3		
Altura Inicial:	23.9	mm	Altura Inicial:	23.9	mm	Altura Inicial:	23.9	mm
Lado de caja:	60.8	mm	Lado de caja:	60.8	mm	Lado de caja:	60.8	mm
Área Inicial:	29.1	cm ²	Área Inicial:	29.1	cm ²	Área Inicial:	29.1	cm ²
Densidad Seca:	1.538	g/cm ³	Densidad Seca:	1.538	g/cm ³	Densidad Seca:	1.553	g/cm ³
Humedad Inic.:	5.8	%	Humedad Inic.:	5.8	%	Humedad Inic.:	5.7	%
Humedad Fin.:	22.5	%	Humedad Fin.:	22.1	%	Humedad Fin.:	22.0	%
Est. Normal:	0.50	kg/cm ²	Est. Normal:	1.01	kg/cm ²	Est. Normal:	2.02	kg/cm ²
Est. Corte:	0.34	kg/cm ²	Est. Corte:	0.58	kg/cm ²	Est. Corte:	0.98	kg/cm ²

Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (v _o)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (v _o)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (v _o)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.41	0.13	0.32	0.41	0.24	0.30	0.41	0.42	0.26
0.82	0.20	0.50	0.82	0.29	0.37	0.82	0.47	0.29
1.23	0.24	0.69	1.23	0.34	0.42	1.23	0.54	0.34
1.64	0.27	0.67	1.64	0.38	0.47	1.64	0.60	0.37
2.47	0.31	0.63	2.47	0.44	0.54	2.47	0.68	0.42
3.29	0.34	0.63	3.29	0.47	0.58	3.29	0.74	0.45
4.11	0.33	0.61	4.11	0.49	0.60	4.11	0.78	0.48
4.93	0.33	0.61	4.93	0.51	0.62	4.93	0.83	0.50
5.75	0.34	0.60	5.75	0.52	0.63	5.75	0.86	0.51
6.58	0.34	0.60	6.58	0.54	0.63	6.58	0.88	0.52
7.40	0.33	0.78	7.40	0.54	0.64	7.40	0.91	0.53
8.22	0.32	0.75	8.22	0.55	0.64	8.22	0.92	0.54
9.04	0.30	0.70	9.04	0.63	0.61	9.04	0.90	0.52
9.86	0.30	0.69	9.86	0.66	0.62	9.86	0.94	0.53
10.69	0.31	0.69	10.69	0.65	0.62	10.69	0.95	0.54
11.51	0.31	0.69	11.51	0.66	0.62	11.51	0.96	0.53
12.33	0.31	0.69	12.33	0.65	0.61	12.33	0.95	0.52
13.16	0.32	0.69	13.16	0.66	0.61	13.16	0.95	0.52
13.97	0.32	0.70	13.97	0.65	0.60	13.97	0.93	0.51
14.80	0.33	0.71	14.80	0.66	0.61	14.80	0.95	0.51
15.62	0.33	0.70	15.62	0.66	0.59	15.62	0.93	0.50
16.44	0.33	0.70	16.44	0.65	0.59	16.44	0.93	0.49

OBSERVACIONES:

Los tres especímenes de ensayo fueron remoldeados con suelo pasante del tamiz N°4 a la densidad seca de 1.553 g/cm³
Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad

JVG INGENIERIA & GEOTECNIA SAC		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-JVG SAC) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	REVISADO POR	AUTORIZADO POR
	Nombre y firma:  JVG INGENIERIA & GEOTECNIA SAC Estudios y Proyectos Elmer Moreno Huaman INGENIERO CIVIL CIP N° 211026	Nombre y firma: 

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DENSIDAD DE CAMPO POR MÉTODO DE CONO DE ARENA DE 6"	Código	FOR-LAB-MS-012
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JVG SAC
		Fecha	1/08/2020

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D1558

REFERENCIA	: DATOS DE CAMPO
SOLICITANTES	: Ruiz Huaman Ellonay
PROYECTO	: Influencia de las grietas en los elementos estructurales de concreto armado en una edificación de 7 pisos, Los Olivos, 2023.
UBICACIÓN	: Av. Daniel Alcides Carrion Mz G2 lote 11, distrito de los olivos
COORDENADA	: -
MUESTRA	: Terreno Natural
PROFUNDIDAD	: 0.30 a 3.00m.
	Fecha de ensayo: 25/09/2023

	Ubicación	C-1 / M-1				
	Nº de Ensayo	01				
	Capa	Terreno Natural				
	Fecha de Ensayo	25-09-23				
1	Peso de material + Tara	gr	3518.298578			
2	Peso de la tara	gr	10			
3	Peso neto del suelo + grava (1-2)	gr	3508.298578			
4	Peso de frasco + arena (antes)	gr	6898			
5	Peso de frasco + arena (despues)	gr	2235.6			
6	Peso de la arena del embudo	gr	1747			
7	Peso neto de la arena empleada (4-5-6)	gr	2915.4			
8	Densidad de la arena	gr/cm³	1.43			
9	Volumen del hueco (7/8)	cm³	2039			
10	Peso de la grava (retenido malla 3/4")	gr				
11	Densidad de la grava	gr/cm³	2.67			
12	Volumen de la grava (10/11)	cm³	0			
13	Peso del suelo (3-10)	gr	3508			
14	Volumen del suelo (8-12)	cm³	2039			
15	Densidad del suelo húmedo (13 / 14)	gr/cm³	1.721			
16	Humedad contenida en el suelo	%	4.80			
17	Densidad del suelo seco 15 / (1 + 16/100)	gr/cm³	1.642			

OBSERVACIONES:

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JVG GEOTECNIA SAC.

JVG INGENIERIA & GEOTECNIA SAC		
<p>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:</p> <p>Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-JVG SAC) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.</p> <p>Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.</p> <p>La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante</p>	<p>REVISADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p> <p><i>[Firma]</i></p> <p>JVG INGENIERIA & GEOTECNIA SAC Estudios y Proyectos</p> <p>Elmer Moreno Huaman INGENIERO CIVIL CIP Nº 710906</p>	<p>AUTORIZADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p> <p><i>[Firma]</i></p> <p>JVG INGENIERIA & GEOTECNIA SAC VºBº ENSAYO DE MATERIAL</p>

Anexo 10. Certificado de calibración del equipo

www.jvgingenieros.com.pe

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
 (+57 60 1) 745 4555 - Cel: 316 538 5810 - 317 423 3640
 www.pinzuar.com.co



Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza

F-27473-002 R0

Calibration Certificate - Laboratory of Force

Page / Pág. 1 de 6

Equipo <i>Instrument</i>	EQUIPO DE ENSAYO DE CORTE DIRECTO
Fabricante <i>Manufacturer</i>	DIRECT SHEAR MACHINE // HIGH WEIGTH
Modelo <i>Model</i>	2J1D
Número de Serie <i>Serial Number</i>	201101-1 // 97F0926 // 20191430
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	2021081
Capacidad Máxima <i>Maximum Capacity</i>	306 kgf
Solicitante <i>Customer</i>	INGENIERÍA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.
Dirección <i>Address</i>	MZA. A LOTE 24 INT. 1 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES
Ciudad <i>City</i>	Lima - Perú
Fecha de Calibración <i>Date of calibration</i>	2022 - 10 - 12
Fecha de Emisión <i>Date of issue</i>	2022 - 10 - 21

Los resultados emitidos en este Certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este Certificado de Calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la Calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this Certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This Calibration Certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsible for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos
 Number of pages of the certificate and documents attached

06

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el Certificado, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del Certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the Certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado
 Signatures Authorizing the Certificate

Ing. Miguel Andrés Vela Avellaneda
 Metrologo Laboratorio de Metrología

Tecg. William Andrés Molina
 Metrologo Laboratorio de Metrología

LM-PC-05-F-01 R12.1

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
 Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

informes@jvgingenieros.com.pe

Calle Hurtado de Mendoza N° 280, Urb. Santa Luzmila
 Comas - Lima - Lima - Celular: 923 792 919 / 934 321 502

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
 (+57 60 1) 745 4555 - Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
 www.pinzuar.com.co



LABORATORIO DE METROLOGÍA

ISO/IEC 17025:2017
 11-LAC-394

F-27473-002 R0

Pág. 2 de 6

DATOS TÉCNICOS

Máquina de Ensayo Bajo Calibración	
Clase	No Identificable
Dirección de Carga	Compresión
Tipo de Indicación	Digital
División de Escala	0,01 kgf
Resolución	0,01 kgf
Intervalo de Medición Calibrado	Del 20 % al 100 % de la carga máxima.
Límite Inferior de la Escala	1 kgf

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó siguiendo los lineamientos establecidos en el documento de referencia ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system, en donde se especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10°C a 35°C, con una variación máxima de 2°C durante cada serie de medición. Se utilizó el método de comparación directa aplicando Fuerza Indicada Constante.

Se realizó una inspección general de la máquina y se determina que: El equipo requiere ajuste de la indicación

Tabla 1.
Indicaciones como se recibe la máquina antes de ajuste

Indicación del IBC	Indicaciones Registradas del Equipo Patrón					Errores Relativos	
	S ₁	S ₂	S ₃	Promedio	Indicación	Repetibilidad	
	Ascendente	Ascendente	Ascendente	S _{1, 2 y 3}			
%	kgf	kgf	kgf	kgf	%	%	
20	61,20	61,551	61,469	61,500	61,507	-0,50	0,13
40	122,40	119,88	119,95	119,90	119,91	2,08	0,06
60	183,60	180,91	181,05	180,99	180,98	1,45	0,08
80	244,80	242,03	239,35	241,98	241,12	1,53	1,13
100	306,00	302,92	303,04	302,98	302,98	1,00	0,04

Tabla 2.
Indicaciones como se entrega la máquina

Indicación del IBC	Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie					
	S ₁	S ₂	S ₂ '	S ₃	S ₄	Promedio
	Ascendente	Ascendente	No Aplica	Ascendente	No Aplica	S _{1, 2 y 3}
%	kgf	kgf	—	kgf	—	kgf
20	61,20	61,551	61,469	61,500	—	61,507
30	91,80	92,264	92,000	92,091	—	92,118
40	122,40	122,94	122,79	122,83	—	122,86
50	153,00	153,59	153,41	153,46	—	153,48
60	183,60	184,20	184,09	184,15	—	184,15
70	214,20	214,83	214,73	214,77	—	214,78
80	245,80	245,41	245,36	245,39	—	245,39
90	275,40	276,06	275,99	276,03	—	276,02
100	306,00	306,66	306,55	306,62	—	306,61

LM-PC-05-F-01 R128

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
 Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

informes@jvgingenieros.com.pe

Calle Hurtado de Mendoza N° 280, Urb. Santa Luzmila
 Comas - Lima - Celular: 923 792 919 / 934 321 502
 Comas - Lima - Celular: 923 792 919 / 934 321 502

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
 (+57 60 1) 745 4555 - Cel: 316 538 5810 - 317 423 3640
 www.pinzuar.com.co



F-27473-002 RO

Pág 3 de 6

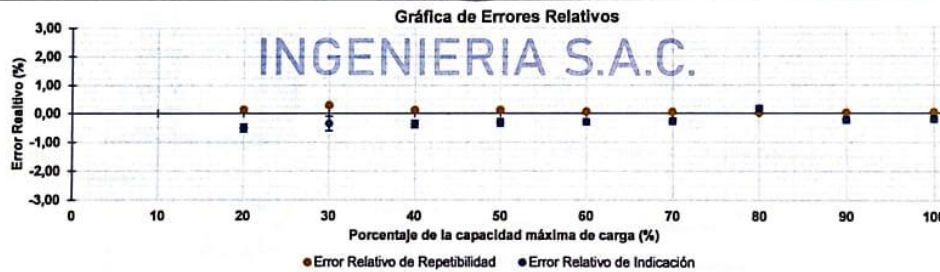
RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

Tabla 3.
Error realtivo de cero, f_0 , calculado para cada serie de medición a partir de su cero residual

$f_{0,S1}$ %	$f_{0,S2}$ %	$f_{0,S2}$ %	$f_{0,S3}$ %	$f_{0,S4}$ %
0,007	0,003	—	0,007	—

Tabla 4.
Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo.

Indicación del IBC	Indicación	Errores Relativos			Resolución Relativa	Incertidumbre Expandida		$k_{p=95\%}$
		Repetibilidad	Reversibilidad	Relativa		U	%	
%	kgf	q %	b %	v %	a %	kgf	%	—
20	61,20	-0,50	0,13	—	0,016	0,082	0,13	2,13
30	91,80	-0,35	0,29	—	0,011	0,24	0,26	2,65
40	122,40	-0,37	0,12	—	0,008	0,15	0,13	2,10
50	153,00	-0,32	0,12	—	0,007	0,20	0,13	2,11
60	183,60	-0,30	0,06	—	0,005	0,19	0,11	2,02
70	214,20	-0,27	0,05	—	0,005	0,22	0,10	2,02
80	245,80	0,17	0,02	—	0,004	0,24	0,10	2,01
90	275,40	-0,23	0,03	—	0,004	0,27	0,10	2,01
100	306,00	-0,20	0,04	—	0,003	0,31	0,10	2,01



CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la Calibración fue LABORATORIO DE ENSAYOS ESPECIALES de la empresa INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C. ubicada en LIMA. Durante la Calibración se presentaron las siguientes condiciones ambientales.

Temperatura Ambiente Máxima:	17,8 °C	Temperatura Ambiente Mínima:	17,8 °C
Humedad Relativa Máxima:	72 % HR	Humedad Relativa Mínima:	71 % HR

LM-PC-05-F-01 R12.8

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
 Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

informes@jvgingenieros.com.pe

Calle Hurtado de Mendoza N° 280, Urb. Santa Luzmila
 Comas - Lima - Lima - Celular: 923 792 919 / 934 321 502

F-27473-002 RO

Pág. 4 de 6

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

Tabla 5.

Coefficientes para el cálculo de la fuerza en función de su deformación y su R^2 , el cual refleja la bondad del ajuste del modelo a la variable.

A_0	A_1	A_2	A_3	—	R^2
-1,10015 E00	1,03221 E00	-1,99131 E-04	3,67017 E-07		9,9999 E-01

Ecuación 1: donde F (kgf) es la fuerza calculada y X (kgf) es el valor de deformación evaluado

$$F = A_0 + (A_1 * X) + (A_2 * X^2) + (A_3 * X^3)$$

Tabla 6.

Valores calculados en función de la fuerza aplicada (kgf)

Indicación kgf	0,00	3,00	6,00	9,00	12,00
60,00	60,195	63,231	66,264	69,295	72,324
75,00	75,350	78,375	81,397	84,418	87,437
90,00	90,453	93,468	96,482	99,493	102,50
105,00	105,51	108,52	111,52	114,53	117,53
120,00	120,53	123,53	126,53	129,53	132,53
135,00	135,52	138,52	141,51	144,50	147,50
150,00	150,49	153,48	156,47	159,46	162,45
165,00	165,44	168,43	171,42	174,41	177,40
180,00	180,39	183,37	186,36	189,35	192,34
195,00	195,33	198,32	201,31	204,30	207,29
210,00	210,28	213,27	216,27	219,26	222,25
225,00	225,25	228,24	231,24	234,24	237,23
240,00	240,23	243,23	246,24	249,24	252,24
255,00	255,25	258,26	261,27	264,28	267,29
270,00	270,30	273,32	276,34	279,36	282,38
285,00	285,40	288,43	291,45	294,48	297,52
300,00	300,55				

Tabla 7.

Valores Residuales

Indicación del IBC kgf	Promedio S1, 2 y 3 kgf	Por Interpolación kgf	Residuales kgf
61,20	61,507	61,409	- 0,10
91,80	92,118	92,263	0,14
122,40	122,86	122,93	0,08
153,00	153,48	153,48	0,00
183,60	184,15	183,97	- 0,17
214,20	214,78	214,47	- 0,31
245,80	245,39	246,04	0,65
275,40	276,02	275,73	- 0,29
306,00	306,61	306,63	0,02

LM-PC-05-F-01 R12.6

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
 (+57 60 1) 745 4555 - Cel: 316 538 5810 - 317 423 3640
 www.pinzuar.com.co



LABORATORIO DE METROLOGÍA

ISO/IEC 17025:2017
 11-LAC-004

F-27473-002 R0

Pág. 5 de 6

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

La Tabla 8 y Tabla 9 de este Certificado de Calibración se generan debido a que las unidades de la indicación del equipo bajo Calibración no coinciden con los Newton que son las unidades definidas en el Sistema Internacional de Unidades para la magnitud derivada fuerza. Los valores aquí presentados corresponden a la multiplicación de los resultados plasmados en la Tabla 2 y Tabla 4 de este Certificado de Calibración por el factor de conversión correspondiente. Cabe aclarar que los resultados mostrados como valores relativos no se modifican al realizar la conversión de unidades.

El factor de conversión utilizado para los cálculos fue: (kgf) a (N) = 9,80665, tomado del documento NIST SPECIAL PUBLICATION 811: Guide for the use of the International System of Units (SI) - Anexo B8.

Tabla 8.

Indicaciones obtenidas durante la Calibración para cada valor de carga aplicado en kgf

Indicación del IBC	Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie						Promedio S _{1,2 y 3} kgf
	S ₁	S ₂	S ₂ '	S ₃	S ₄	kgf	
	Ascendente kgf	Ascendente kgf	No Aplica —	Ascendente kgf	No Aplica —		
20	61,200	61,551	61,469	—	61,500	—	61,507
30	91,800	92,264	92,000	—	92,091	—	92,118
40	122,40	122,94	122,79	—	122,83	—	122,86
50	153,00	153,59	153,41	—	153,46	—	153,48
60	183,80	184,20	184,09	—	184,15	—	184,15
70	214,20	214,83	214,73	—	214,77	—	214,78
80	245,80	245,41	245,36	—	245,39	—	245,39
90	275,40	276,06	275,99	—	276,03	—	276,02
100	306,00	306,66	306,55	—	306,62	—	306,61

Tabla 9.

Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo.

Carga Aplicada	Indicación	Errores Relativos			Resolución Relativa	Incertidumbre Expandida		k _{p=95%}
		Repetibilidad	Reversibilidad	Relativa		U	%	
		q	b					
%	kgf	%	%	%	%	kgf	%	—
20	61,200	-0,50	0,13	—	0,016	0,082	0,13	2,13
30	91,800	-0,35	0,29	—	0,011	0,24	0,26	2,65
40	122,40	-0,37	0,12	—	0,008	0,15	0,13	2,10
50	153,00	-0,32	0,12	—	0,007	0,20	0,13	2,11
60	183,80	-0,30	0,06	—	0,005	0,19	0,11	2,02
70	214,20	-0,27	0,05	—	0,005	0,22	0,10	2,02
80	245,80	0,17	0,02	—	0,004	0,24	0,10	2,01
90	275,40	-0,23	0,03	—	0,004	0,27	0,10	2,01
100	306,00	-0,20	0,04	—	0,003	0,31	0,10	2,01

LM-PC-05-F-01 R12.8

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
 Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura $k=2,649$ y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. La incertidumbre expandida fue estimada bajo los lineamientos del documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD

Los resultados reportados en este certificado de calibración se obtuvieron utilizando patrones trazables al SI a través de institutos nacionales de metrología y/o laboratorios acreditados y son parte de un programa de aseguramiento metrológico que garantiza la exactitud e incertidumbres requeridas. El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



Instrumento Patrón

Instrumento	Transductor de Fuerza de 5 kN.
Modelo	S9M/5kN.
Clase	0,5.
Número de Serie	017418.
Certificado de Calibración	5577 del INM.
Próxima Calibración	2023-12-28.

CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LA MÁQUINA DE ENSAYO

La siguiente Tabla proporciona los valores máximos permitidos, para los diferentes errores relativos del sistema de medición de fuerza y para la resolución relativa del indicador de fuerza que caracteriza una escala de la máquina de ensayo de acuerdo con la clase apropiada para sus ensayos según la sección 7 de la Norma ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system

Clase de la escala de la máquina	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad*	Cero	Resolución relativa
0,5	0,5	0,5	0,75	0,05	0,25
1	1	1	1,5	0,1	0,5
2	2	2	3	0,2	1
3	3	3	4,5	0,3	1,5

*El error realtivo de reversibilidad se determina solamente cuando es previamente solicitado por el cliente.

OBSERVACIONES

- Se emplea la coma (,) como separador decimal.
- En cualquier caso, la máquina debe calibrarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes. Numeral 9. ISO 7500-1:2018
- Con el presente Certificado de Calibración se adjunta la etiqueta de Calibración No. F-27473-002

Fin del Certificado

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 - Cel: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co



LABORATORIO DE METROLOGÍA

T-28056-003 RO**Certificado de Calibración - Laboratorio de Temperatura**

Calibration Certificate - Temperature Laboratory

Page / Pág 1 de 5

Equipo <i>Instrument</i>	HORNO
Fabricante <i>Manufacturer</i>	PERUTEST
Modelo <i>Model</i>	PT-H76
Número de Serie <i>Serial Number</i>	0137
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	2021052
Intervalo de Medición <i>Measurement Range</i>	30 °C a 300 °C
Solicitante <i>Customer</i>	INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C. - INGEOCONTROL S.A.C.
Dirección <i>Address</i>	Mz. A Lt 24 Urb. Mayorazgo 2da etapa - SMP
Ciudad <i>City</i>	Lima - Peru
Fecha de Calibración <i>Date of Calibration</i>	2022 - 12 - 20
Fecha de Emisión <i>Date of Issue</i>	2023 - 01 - 10
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i>	05

Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.


This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado*Signatures Authorizing the Certificate*


Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología


Tegr. Andrés Molina Ruiz
Métrólogo Laboratorio de Metrología

LM-PC-21-F-01 R0.0

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

DATOS TÉCNICOS

Método Empleado Comparación Directa
 Resolución 0,1 °C
 Volumen Útil 61,3 L

Documento de Referencia DAKKS DKD-R 5 - 7 Kalibrierung von Klimaschränken Ausgabe 09/2018

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Al medio isotermo en referencia se le efectuó una inspección visual y se determinó que estaba en buen estado. Se establece que el medio presentaba una buena condición para la calibración, luego se procedió a la calibración y caracterización respectiva en los puntos acordados con el cliente ejecutando las pruebas definidas del Método B) Calibración realizada en el volumen útil abarcado por la ubicación de los sensores en un medio isotermo aire con carga

Tabla 1.

Resultados de la medición de temperatura en posición de referencia

Set Point ¹ °C	Indicación Promedio del Patrón °C	Indicación Promedio del IBC °C	Corrección a la Indicación °C	Incertidumbre Expandida U °C	k _{p=95,45} %
60,0	60,8	60,3	0,5	1,0	2,01
110,0	110,5	109,9	0,5	3,8	2,01
150,0	153,2	149,9	3,2	11,4	2,01
180,0	184,2	180,0	4,2	14,3	2,01



Figura 1. Posición de cada sensor.

Tabla 2.

Resultados de la caracterización del volumen del IBC para 60 °C

Set Point ¹ °C	Uniformidad ³ °C	Estabilidad ² °C	Efecto de Radiación ⁴ °C	Efecto de Carga ⁵ °C
60,0	0,712	0,263	0,291	No Aplica

Tabla 3.

Valores de temperatura promedio medidos en cada posición del volumen para el Set Point igual a 60 °C

Posición de Referencia °C	Posición 1 °C	Posición 2 °C	Posición 3 °C	Posición 4 °C	Posición 5 °C	Posición 6 °C	Posición 7 °C	Posición 8 °C
60,77	60,84	60,52	60,61	60,69	60,06	60,40	60,72	60,18

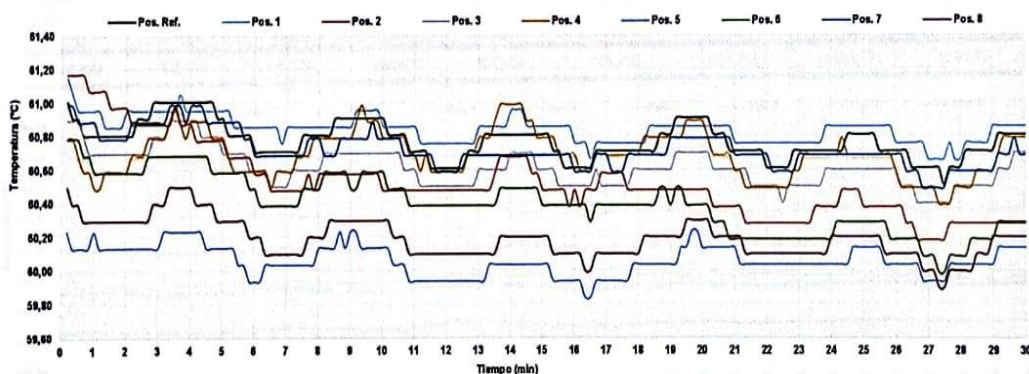


Figura 2. Comportamiento de la temperatura en cada posición durante el registro de datos en estado considerado estable.

LM-PC-21-F-01 R0.0

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN (Continuación)

Tabla 4.
 Resultados de la caracterización del volúmen del IBC para 110 °C

Set Point ¹	Uniformidad ²	Estabilidad ²	Efecto de Radiación ⁴	Efecto de Carga ⁵
°C	°C	°C	°C	°C
110,0	0,712	0,263	0,291	No Aplica

Tabla 5.
 Valores de temperatura promedio medidos en cada posición del volumen para el Set Point igual a 110 °C

Posición de Referencia	Posición 1	Posición 2	Posición 3	Posición 4	Posición 5	Posición 6	Posición 7	Posición 8
°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
110,48	107,70	108,53	111,60	113,18	109,07	110,42	111,81	111,75

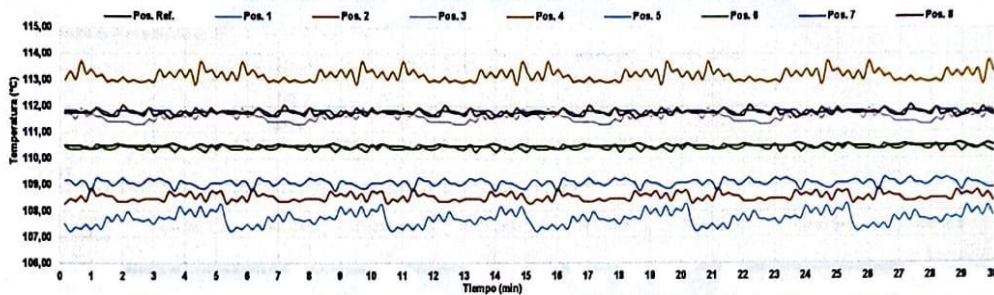


Figura 3. Comportamiento de la temperatura en cada posición durante el registro de datos en estado considerado estable.

Tabla 6.
 Resultados de la caracterización del volúmen del IBC para 150 °C

Set Point ¹	Uniformidad ²	Estabilidad ²	Efecto de Radiación ⁴	Efecto de Carga ⁵
°C	°C	°C	°C	°C
150,00	8,578	0,368	4,719	No Aplica

Tabla 7.
 Valores de temperatura promedio medidos en cada posición del volumen para el Set Point igual a 150 °C

Posición de Referencia	Posición 1	Posición 2	Posición 3	Posición 4	Posición 5	Posición 6	Posición 7	Posición 8
°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
163,177	155,917	155,733	154,441	157,994	161,755	153,718	153,034	150,681

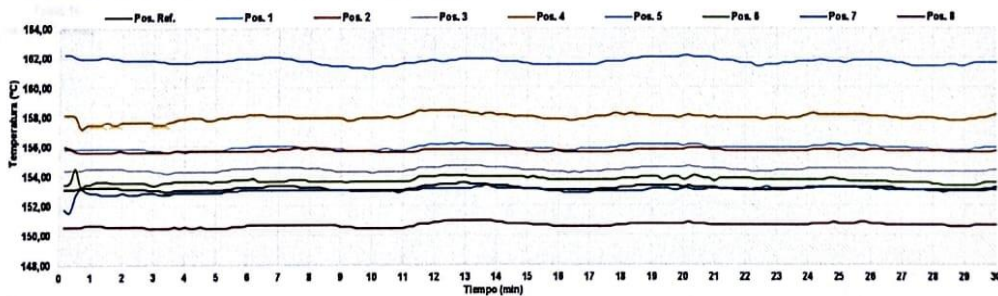


Figura 4. Comportamiento de la temperatura en cada posición durante el registro de datos en estado considerado estable.

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN (Continuación)

Tabla 8.
 Resultados de la caracterización del volumen del IBC para 180 °C

Set Point ¹ °C	Uniformidad ³ °C	Estabilidad ² °C	Efecto de Radiación ⁴ °C	Efecto de Carga ⁵ °C
180,00	11,559	0,217	4,336	No Aplica

Tabla 9.
 Valores de temperatura promedio medidos en cada posición del volumen para el Set Point igual a 180 °C

Posición de Referencia °C	Posición 1 °C	Posición 2 °C	Posición 3 °C	Posición 4 °C	Posición 5 °C	Posición 6 °C	Posición 7 °C	Posición 8 °C
184,168	189,078	188,330	186,430	194,094	195,728	187,042	184,142	181,356

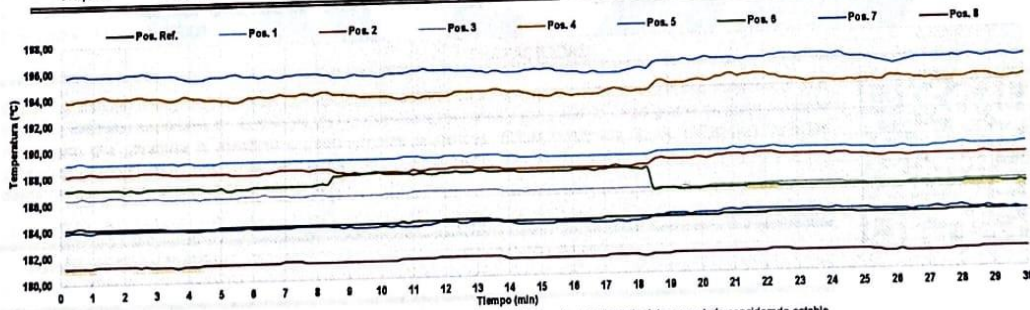


Figura 5. Comportamiento de la temperatura en cada posición durante el registro de datos en estado considerado estable.

Tabla 10.
 LM-PC-21-F-01 R00

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN (Continuación)

Definiciones

- ¹ Valor de temperatura programado en el controlador de equipo.
- ² Fluctuación de la temperatura determinada por un registro de datos durante un periodo mayor o igual a 30 minutos, después de alcanzado el estado estable en la posición de referencia (centro del volumen útil).
- ³ Diferencia máxima de temperatura en un lugar de medición determinado por los extremos del volumen útil desde la posición de referencia.
- ⁴ Aplica para medios isoterms con aire como fluido y corresponde al intercambio de calor por radiación dado por la temperatura ambiente y la pared interna de la cámara que se diferencian a la temperatura del aire medida con un termómetro que está protegido contra la influencia con un escudo.
- ⁵ Aplica para medios isoterms con aire como fluido y corresponde a la máxima diferencia de temperatura encontrada por el sensor ubicado en la posición de referencia cuando el volumen útil del equipo está parcialmente ocupado y cuando se encuentra vacío. Esta prueba se ejecuta según acuerdo previo con el cliente.

CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de calibración fue AREA DE CONCRETO ; INGEOCONTROL S.A.C. ; LIMA . Durante la calibración se registraron las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Máxima	26,1 °C	Humedad Máxima	77 %HR
Temperatura Mínima	23,8 °C	Humedad Mínima	67 %HR

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada (página No. 2 Tablas de resultados), se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95 % y no menor a este valor. Basados en el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD

El/Los resultado(s) reportado(s) en este certificado(s) de calibración se obtuvieron utilizando patrones trazables al SI a través de Institutos nacionales de metrología y/o laboratorios acreditados y son parte de un programa de aseguramiento metrológico que garantiza la exactitud e incertidumbres requeridas. El/Los certificado (s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan posteriormente se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR."



Equipo	Certificado de Calibración
Termómetro Digital Multicanal	T-24241-004 R0 Pinzuar

OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal.
2. El número de puntos de calibración, cantidad de sensores y ubicación son acordados y aceptados por el cliente
3. El volumen útil o zona de trabajo donde es válida la caracterización es acordada con el cliente.
4. Se adjunta la etiqueta de calibración **No. T-00028-058**

Fin del Documento

IM-PC-214-01 18.0

Certificado de Calibración

NA-6610-001 R0

Pag. 1 de 3

Certificate of Calibration

Fecha de Emisión <i>Date of Issue</i>	2022-12-22
Solicitante <i>Customer</i>	INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C. - INGEOCONTROL S.A.C.
Dirección <i>Address</i>	Mz. A Lt 24 Urb. Mayorazgo 2da etapa - SMP
Instrumento de Medición	ESCLERÓMETRO ANALÓGICO
Fabricante <i>Manufacturer</i>	CONTROLS
Modelo <i>Model</i>	ZC3-A
Número de Serie <i>Serial Number</i>	17147
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	2021076
Intervalo de Medición <i>Measurement Range</i>	10 N/mm ² a 100 N/mm ²
Tipo <i>Type</i>	ANALOGICA
Fecha de calibración <i>Date of Calibration</i>	2022-12-21

Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante. Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer. This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI). The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.

Método de Calibración

La calibración se realizó comparando las indicaciones del equipo con el sistema de resistencia calibrado por un instituto nacional de metrología.

Firmas que Autorizan el Certificado

Ing. Felix Jaramillo Castillo
Responsable Laboratorio de Metrología



Certificado de Calibración

Certificate of Calibration

NA-6610-001 R0

Pág. 2 de 3

DETALLES DE LA CALIBRACIÓN

Solicitante	INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C. - INGENIOCONTROL S.A.C.
Lugar de Calibración	Laboratorio de Metrología PINZUAR Ltda.
Método Empleado	Comparación Directa
Instrumentos de Referencia	Yunque Patron
Certificado No.	D041-16 de INCOLBEST
Método Empleado	Comparación Directa

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Se procede a la toma de lecturas del esclerómetro comparando según la norma ASTM C805, en el yunque con una dureza media de 59,8 HRC \pm 1 HRC.

Dimensión	Valor Nominal***	Valor medido	Error	Incertidumbre Expandida
Índice de Rebote	80 und	79,60 und	-0,40 und	1,6 und

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR LTDA.

Calle Ricardo Palma No. 998 Urb. San Joaquín - Bellavista - Callao
(+51 1) 562 1263 Cel: 986 654 547 - 943 827 118
www.pinzuar.com.co



LABORATORIO DE METROLOGÍA

Certificado de Calibración

Certificate of Calibration

NA-6610-001 R0

Pág. 3 de 3

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Los resultados de la calibración están dados para cada pieza en las tablas de resultados ubicadas en las páginas No. 2

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada (página No. 2, Tabla de resultados), se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura aproximadamente al 95 %. Basados con el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

CONDICIONES AMBIENTALES

Temperatura: $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$
Humedad Relativa: $60\% \text{ HR} \pm 10\% \text{ HR}$

TRAZABILIDAD

El Laboratorio de Metrología de Pinzuar Ltda. asegura el mantenimiento de la trazabilidad de los patrones al Sistema Internacional de Unidades S.I.

OBSERVACIONES

1. Los certificados de calibración sin las firmas no tienen validez.
2. El usuario es responsable de la recalibración de los instrumentos de medición a intervalos apropiados.
3. Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido, sin obtener permiso previamente por escrito del laboratorio que lo emite.
4. Los resultados contenidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos.
5. Se anexa con el certificado la estampilla de calibración No. **NA-6610-001**

Fin del certificado

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LF-B-075-2023

Página 1 de 3

Solicitante : INGEOCONTROL S.A.C.
Dirección : Calle Hurtado de Mendoza 282 - Comas - Lima
Instrumento de Medición : Máquina de Ensayo Uniaxial
Marca : ELE - INTERNATIONAL
Serie : 180300131
Modelo : 36-0690/06
Capacidad Máxima : 1 112 kN
Resolución : 0,1 kN
Procedencia : U.K.
Tipo de Indicación : Digital
Serie del Indicador : 1939-1-10045
Fecha de Calibración : 2023-07-03
Fecha de Emisión : 2023-07-10
Condiciones ambientales

Este certificado de calibración es trazable a patrones internacionales y/o nacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

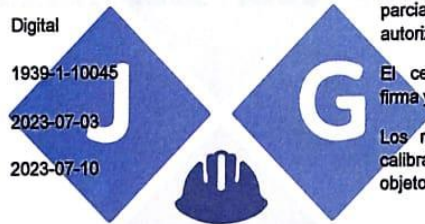
CELDA E.I.R.L. recomienda interpretar correctamente el presente documento a fin de evitar resultados o acciones erróneas.

Este certificado de calibración no debe ser reproducido en forma parcial ni modificado sin la autorización de CELDA E.I.R.L.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Los resultados del certificado de calibración sólo son válidos para el objeto calibrado.

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	23,1	23,0



INGENIERIA S.A.C.

John Oros Fuerte
Laboratorio de Calibración





Método de Calibración

La calibración se realizó según la PC-032 ed. 01 "Procedimiento para la calibración de máquinas de ensayos uniaxiales" del INACAL.

Trazabilidad

Los resultados de la calibración tienen trazabilidad a los patrones de HBK (Alemania), en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI).

Código	Instrumento patrón	Certificado de Calibración
C-4	Transductor de Fuerza Clase 0,5 de 1000 kN	106082 D-K-12029-01-00 2022-08

Lugar de Calibración

Calle Hurtado de Mendoza 282 - Comas - Lima

Observaciones

La incertidumbre de medición reportada se denomina Incertidumbre Expandida (U), la que se obtiene a partir de la multiplicación de la Incertidumbre Estándar Combinada (u) por el Factor de Cobertura (k) igual a 2, de modo que la Probabilidad de Cobertura (p) corresponde a un Nivel de Confianza de aproximadamente 95 %.



INGENIERIA S.A.C.

Resultados de Medición

Dirección de carga: Compresión

Indicación del instrumento a calibrar	Indicación en el transductor de fuerza patrón				Error	
	Serie 1	Serie 2	Serie 3	Promedio		
(%)	kN	kN	kN	kN	kN	
10	110,0	109,9	110,0	109,8	109,9	0,1
18	200,0	199,9	199,9	200,1	200,0	0,0
27	300,0	299,8	300,1	299,9	299,9	0,1
36	400,0	399,1	400,0	400,1	399,7	0,3
45	500,0	499,7	499,8	499,2	499,6	0,4
54	600,0	599,9	599,7	600,0	599,9	0,1
63	700,0	700,0	699,7	699,6	699,8	0,2
72	800,0	799,7	799,9	799,4	799,7	0,3
81	900,0	899,8	900,0	899,3	899,7	0,3
90	1 000,0	999,3	999,8	999,7	999,6	0,4

Indicación del instrumento a calibrar	Errores de medición relativos de				Incertidumbre U (k=2)
	Exactitud	Repetibilidad	Reversibilidad	Resolución Relativa	
(%)	q	b	v	a	(%)
10	0,09	0,18	—	0,09	0,17
18	0,02	0,12	—	0,05	0,12
27	0,02	0,13	—	0,03	0,11
36	0,07	0,24	—	0,03	0,17
45	0,08	0,42	—	0,02	0,10
54	0,02	0,05	—	0,02	0,07
63	0,03	0,06	—	0,01	0,07
72	0,04	0,06	—	0,01	0,07
81	0,03	0,07	—	0,01	0,07
90	0,04	0,05	—	0,01	0,07
Error relativo de cero f_0	0,00				

Clase de la escala de la máquina	Valor máximo permitido %				
	Error relativo de				Resolución Relativa
	Exactitud	Repetibilidad	Reversibilidad	Cero f_0	
	q	b	v	f_0	a
0,5	± 0,5	0,5	± 0,75	± 0,05	0,25
1	± 1,0	1,0	± 1,5	± 0,1	0,5
2	± 2,0	2,0	± 3,0	± 0,2	1,0
3	± 3,0	3,0	± 4,5	± 0,3	1,5

FIN DEL DOCUMENTO



Anexo 11. Boleta de ensayos de laboratorio (doc. que sustente)

 <p>JVG INGENIERÍA Y GEOTÉCNIA SAC <small>Estudios Geotécnicos y Control de Calidad en Obras</small></p>	<p>Cel.: ☎ 936 103 202 Cel.: ☎ 923 271 594 Jr. La Madrid 264 San Martín de Porres - Lima www.jvggeotecniasac.pe informes@jvgsac.com</p>	<p>R.U.C. 20605579958 RECIBO Nº 000051 S/ 1400.00</p>
<p>Recibí de: <u>Ruiz Huamán Elionay</u> La Suma de: <u>Mil Cuatrocientos nuevos soles</u> Por Concepto de: <u>Ensayos en concreto y juvelos para proyecto de tesis.</u></p>		
<p>Lima, <u>04</u> de <u>octubre</u> del 20<u>23</u></p>		
<p>_____ Firma</p>	<p> _____ Firma</p>	