



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

“Análisis comparativo de la aplicación del RNE y el momento probable  
en el C.E.I. Jose Antonio de Sucre Arequipa, 2022”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Rimache Cornejo, Saul Daniel ([orcid.org/ 0000-0002-9775-1040](https://orcid.org/0000-0002-9775-1040))

**ASESOR:**

Mg. Canta Honores, Jorge Luis ([orcid.org/ 0000-0002-9232-1359](https://orcid.org/0000-0002-9232-1359))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA – PERÚ

2022

### **Dedicatoria**

Este trabajo va dedicado a Dios y especialmente a mis padres Edith y Daniel que siempre me han apoyado en todas las decisiones durante mi carrera y mi vida, que sin ellos nada de esto habría sido posible con su apoyo incondicional se pudo realizar esta meta.

A mis 2 abuelitas Paula y Carmen que guían y alumbran el camino llamado vida, que me enseñaron a ser valiente y fuerte para poder sacar adelante a toda la familia.

### **Agradecimientos**

Dar las gracias a Dios, las personas que han hecho posible este trabajo en especial a mi familia y los ingenieros que me asesoraron, como el Ing. Jorge Luis Canta Honores, por compartir y guiarme con su conocimiento y recomendaciones que fueron vitales para el desarrollo de esta investigación.

## Índice de contenidos

Dedicatoria .....	ii
Agradecimientos.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de Tablas .....	v
Índice de figuras .....	vi
Resumen.....	ix
Abstract .....	x
I.INTRODUCCIÓN.....	1
II.MARCO TEÓRICO.....	10
III.METODOLOGÍA.....	16
3.1.Tipo y Diseño de la Investigación: .....	16
3.2.Variables y Operacionalización.....	17
3.3.Población, muestra y muestreo.....	18
Población .....	18
Muestra.....	19
Muestreo.....	19
3.4.Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	19
3.5.Procedimientos .....	20
3.6.Método de Análisis.....	57
3.7.Aspectos Éticos .....	57
IV.RESULTADOS.....	57
4.1 Resultados Estadísticos.....	64
V.DISCUSIÓN .....	72
VI.CONCLUSIONES .....	73
VII.RECOMENDACIONES .....	76
REFERENCIAS.....	77
ANEXOS.....	81

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1.</b> Operacionalización de Variables.....	17
<b>Tabla 2.</b> Hipótesis y descripción de variables .....	18
<b>Tabla 3.</b> Diseño en Concreto Armado Primer Piso .....	35
<b>Tabla 4.</b> Diseño en Concreto Armado Segundo Piso .....	36
<b>Tabla 5.</b> Diseño en Concreto Armado Tercer Piso .....	37
<b>Tabla 6.</b> Diagrama de Interacción M3.....	41
<b>Tabla 7.</b> Diagrama de Interacción M2 .....	41
<b>Tabla 8.</b> Ductilidad .....	65
<b>Tabla 9.</b> Normalidad.....	65
<b>Tabla 10.</b> Prueba de T de Student para dirección x ductilidad.....	66
<b>Tabla 11.</b> Prueba T de Student para dirección y ductilidad.....	67
<b>Tabla 12.</b> Punto de Desempeño .....	68
<b>Tabla 13.</b> Prueba de T de Student para dirección x punto de desempeño .....	68
<b>Tabla 14.</b> Prueba T de Student para dirección y punto de desempeño .....	69
<b>Tabla 15.</b> Sobre resistencia .....	70
<b>Tabla 16.</b> Prueba de T de Student para dirección x sobre resistencia.....	70
<b>Tabla 17:</b> Prueba T de Student para dirección y sobre resistencia .....	71

## Índice de figuras

Figura 1. Daños relacionados a distintos niveles de demanda. Seaoc, 1995.....	12
Figura 2. Curva de capacidad lateral. E.e. Muñoz,2006.....	14
Figura 3. Punto de desempeño estructural. Xavier martínez,2008.....	14
Figura 4. Vista en planta.....	22
Figura 5. Modelo 3d en etabs. Etabs v19,2020 .....	23
Figura 6. Propiedades del material concreto fc 210. Etabs v19 .....	24
Figura 7. Propiedades acero grado 60. Etabs v19, 2020 .....	25
Figura 8. Distribución de cargas tributarias. Etabs v19,2020 .....	26
Figura 9. Deformada cargas de gravedad. Etabs v19,2020 .....	27
Figura 10. Desplazamiento en x. ....	28
Figura 11. Desplazamientos en y. ....	28
Figura 12. Diagrama de momentos eje a .....	29
Figura 13. Diagrama de momentos eje b. Etabs v19,2020.....	30
Figura 14. Diagrama de momentos eje c. Etabs v19,2020.....	30
Figura 15. Diagrama de momentos eje d. Etabs v19,2020.....	31
Figura 16. Diagrama de momentos eje e. Etabs v19,2020.....	31
Figura 17. Diagrama de momentos eje f. Etabs v19.2020.....	32
Figura 18. Diagrama de momentos eje g. Etabs v19, 2020.....	32
Figura 19. Diagrama de momentos eje h. Etabs v19,2020.....	33
Figura 20. Diagrama de momentos eje i. Etabs v19, 2020 .....	33
Figura 21. Diagrama de momentos eje 1. Etabs v19,2020.....	34
Figura 22. Diagrama de momentos eje 5. Etabs v19,2020.....	34
Figura 23. Diagrama de momentos eje 6. Etabs v19,2020.....	34

Figura 24. Combinaciones de carga. Etabs v19, 2020 .....	38
Figura 25. Sección de columna.fuente: Etabs v19,2020 .....	39
Figura 26. Diagrama de interacción m33. Etabs v19, 2020.....	39
Figura 27. Diagrama de interacción m22. Etabs v19,2020.....	39
Figura 28. Puntos de las combinaciones de cargas. ....	40
Figura 29. Diagrama de interacción en la dirección m3.....	42
Figura 30. Diagrama de interacción en la dirección m.....	42
Figura 31. Deformación por cargas de gravedad. Etabs v19,2020.....	43
Figura 32. Áreas de acero superior. Etabs v19, 2020 .....	43
Figura 33. Áreas de acero inferior. Etabs v19,2020 .....	44
Figura 34. Asentamientos por cargas de gravedad. Etabs v19, 2020 .....	44
Figura 35. Cimiento con acero distribuido capa superior. Etabs v19,2020.....	45
Figura 36. Cimiento con acero distribuido capa inferior. Etabs v19,2020.....	45
Figura 37. Cimiento con acero distribuido capa superior. Etabs v19,2020.....	46
Figura 38. Cimiento con acero distribuido capa. Etabs v19,2020.....	46
Figura 39: áreas de acero y área transversal. Etabs v19, 2020 .....	47
Figura 40. Asignación de rotulas plásticas. Etabs v19, 2020 .....	48
Figura 41. Rotula plástica de columna. Etabs v19, 2020.....	48
Figura 42. Diagrama de momento rotación columnas. Etabs v19, 2020 .....	49
Figura 43. Diagrama de momento curvatura. Etabs v19, 2020 .....	50
Figura 44. Cargas de gravedad. Etabs v19, 2020 .....	51
Figura 45. Control de desplazamientos en x. Etabs v19, 2020 .....	52
Figura 46. Degradación lateral para el paso 12. Etabs v19, 2020.....	52
Figura 47. Rotulas de deformación paso final d=30cm. Etabs v19, 2020.....	53
Figura 48. Mecanismo de falla paso 12. Etabs v19, 2020 .....	54

Figura 49. Mecanismos de falla y paso final. Etabs v19, 2020.....	54
Figura 50. Curva pushover dirección x. Etabs v19, 2020 .....	55
Figura 51. Curva de pushover dirección y. Etabs v19, 2020 .....	55
Figura 52. Punto de desempeño x fema. Etabs v19, 2020.....	56
Figura 53. Punto de desempeño x asce. Etabs v19, 2020 .....	56
Figura 54. Curva de capacidad método fema dirección y. Etabs v19, 2020.....	58
Figura 55. Curva de capacidad método asce dirección y. Etabs v19, 2020 .....	59
Figura 56. Curva de capacidad x. Etabs v19, 2020.....	61
Figura 57. Curva de capacidad y. Etabs v19, 2020.....	61
Figura 58. Punto de desempeño en x fema. Etabs v19, 2020.....	62
Figura 59. Punto de desempeño en x asce. Etabs v19, 2020 .....	62
Figura 60. Punto de desempeño y fema. Etabs v19, 2020.....	63
Figura 61. Punto de desempeño y asce. Etabs v19, 2020 .....	64



## Resumen

El documento propone una verificación de la no linealidad estructural del C.E.I. Jose Antonio de Sucre Yanahuara-Arequipa, este mismo cuenta con un grupo de pabellones existentes, para motivos del proyecto solo se analiza el pabellón A, este mismo cuenta con un sistema aportico que fue diseñado en base a fuerzas, como indica la norma E.0.30, se realiza una verificación en base a la nueva propuesta de Restrepo para la aproximación del momento flector de una sección de concreto armado, el cual suele aproximar de mejora manera el momento de una sección, con esta nueva aproximación se realizó los análisis no lineares de las edificaciones usando la aproximación y sin usar la aproximación, verificando que se tiene un aumento del punto de desempeño, un aumento de la sobre resistencia y un aumento de la ductilidad de la estructura, dado que muchas veces se busca ser más conservadores antes de verificar una estructura de manera más exacta, se prefiere dejar las estructuras con diseño holgados, es que al final se propone el uso de la ecuación de Restrepo como un método de verificación de secciones, esto en base a los resultados de la investigación.

Palabras clave: Análisis No Linear, Desempeño Estructural, Momento Probable, Diseño en Concreto armado, Ductilidad, Sobre Resistencia.

## **Abstract**

The document proposes a verification of the structural non-linearity of the C.E.I. Jose Antonio de Sucre Yanahuara-Arequipa, this same one has a group of existing pavilions, for reasons of the project only pavilion A is analyzed, this same one has a portico system that was designed based on forces, as indicated by standard E. 0.30, a verification is made based on Restrepo's new proposal for the approximation of the bending moment of a reinforced concrete section, which usually better approximates the moment of a section, with this new approximation the non-linear analyzes were carried out of the buildings using the approximation and without using the approximation, verifying that there is an increase in the yield point, an increase in the overstrength and an increase in the ductility of the structure, given that many times it is sought to be more conservative before verify a structure in a more exact way, it is preferred to leave the structures with loose design, is that in the end the use of the Restrepo equation is proposed as a method of verification of sections, this based on the results of the investigation.

**Keywords:** Non-Linear Analysis, Structural Performance, Probable Moment, Reinforced Concrete Design, Ductility, Over Strength.

## I. INTRODUCCIÓN

Los sismos son un fenómeno natural importante, su estudio tiene distintos motivos pero el principal problema es su alto potencial de destrucción y los efectos sísmicos que generan son permanente y de gran importancia tal cual describe (Martinez, 2017), en Japón se han presentado importantes terremotos en los últimos años, el más reciente tuvo lugar en la costa de Fukushima el 13 de febrero de 2021 fue de magnitud 7.1, el día 11 de marzo de 2011 y fue el mayor terremoto de la Historia de Japón( (Japan Meteorological Agency, 2022), en el contexto latinoamericano hay una fuerte presencia de zonas sísmicas ya que es parte del cinturón de fuego, donde los sismos sufren una migración de zonas lo cual es un problema grave pues pueden darse sismos catastróficos en la zona del pacifico, lo cual detalla (Lopez, Alvarez, & Villareal, 2017), por lo cual los diseños sísmicos tienen que estar correctamente elaborados en ese sentido se presenta siempre una permanente deficiencia en los diseños que no consideran los diversos aspectos, una correcta interacción suelo- estructura, así mismo no se ha tenido en cuenta el momento probable en la norma peruana y hay vacíos respecto a este tema. Por otro no se realizan validaciones del momento probable en Perú esto prevee que si no se realiza un estudio las estructuras continuarían sufriendo fallas a lo largo del tiempo. Los sismos ocasionan una gran cantidad de daños materiales y pérdidas de vidas humanas, ello ha llevado a los profesionales e investigadores de todos los países del mundo, a estudiar este problema, la naturaleza cíclica del movimiento es el mayor reto que afronta la ingeniería sísmica según (Choque & Luque, 2019) , los eventos sísmicos prueban los diseños de ingeniería y las propuestas de normas internacionales en su protección contra el sismo, problema que aun en la actualidad está siendo constantemente estudiado, dada la complejidad del mismo, han surgido varias propuestas de protección sísmica, sin embargo la más antigua y pionera de todas es el desempeño sísmico, según (Mayhua, 2018) el desempeño sísmico provoca que los elementos estructurales desarrollen ductilidad, en palabras simples deben disipar energía mientras colapsan, este efecto de disipación de energía requiere una gran aproximación empírica de la realidad, dado que si no se refuerza en base a valores reales en la estructura, la misma colapsara por no contar con el refuerzo necesario, (Restrepo & Rodriguez, 2013) en una investigación publicada

en la revista del ACI encuentra un déficit en la norma ACI 318, la cual no estima correctamente el momento probable usando el procedimiento de mecánica clásica, lo cual se traduce en estructuras con menor refuerzo por corte del necesario, lo cual las deja en un estado propenso al colapso.

Para poder contrarrestar los problemas del efecto sísmico a nivel mundial se han propuesto otras alternativas al problema de desarrollo de ductilidad y degradación progresiva de elementos, sin embargo, (Mayhua, 2018) explica que, el problema de estas alternativas es que no son soluciones definitivas, algunas de estas dependen demasiado de propiedades físicas y modelos matemáticos, otras alternativas son demasiado costosas como para implementarse de manera general en todo tipo de estructuras, es por ello que la propuesta más viable radica en la ductilidad de elementos estructurales, teoría con la que han sido diseñadas casi la totalidad de las estructuras, dado que solo estructuras que usan aislamiento y disipación de energía se diseñan bajo otra modalidad, todas las demás estructuras son diseñadas para desarrollar ductilidad en alguna manera.

Otras investigaciones se centran en la aplicación a viviendas o multifamiliares, dado que estos cubren casi la mayoría de las estructuras actualmente, (Chavez, 2021, págs. 97-98) en su tesis de titulación de la Universidad Privada del Norte, titulada: Evaluación del desempeño estructural y la afectación de la estructura por sismo de un edificio estructurado a base de MDL del Condominio Ciudad Verde 4ta etapa, Lima 2021, describe que en elementos de concreto armado que deben desarrollar ductilidad es el confinamiento de la sección o el refuerzo por corte, cuando estos elementos de concreto no son correctamente confinados, el concreto y el acero estallan y pandean, produciendo fallas frágiles en elementos que deberían generar una ductilidad.

Por otro lado la norma técnica peruana y las normas apoyo del RNE, como la norma E0.30, E0.31 y E0.60, las cuales estudian estos fenómenos estructurales, no han considerado todavía en su totalidad el efecto del momento probable, (Choque & Luque, 2019, pág. 205) en su tesis de titulación de la Universidad Nacional de San Agustín, titulada: Análisis estático no lineal y evaluación del desempeño sísmico de un edificio de 8 niveles diseñado con la norma E.030, explica que el detallado de cortante es fundamental en estructuras de concreto armado, el problema en este aspecto es que las normas actuales de concreto armado, incluso a nivel mundial,

sub estiman el refuerzo por corte para columnas y vigas, esto se descubrió al desarrollar una ecuación para el momento que se desarrolla en zonas plásticas para estructuras de concreto , lo cual modifíco lo que se tenía a la fecha como la ecuación de diseño para la predicción del momento en las rotulas plásticas, momentos que sirven para poder calcular el refuerzo por corte, según la investigación se tuvo variaciones entre 1.5 a 3 veces el momento calculado por normas como el ACI-318, lo cual incluye la norma peruana, dado que esta se basa en una versión anterior al ACI-318, la cual aún cuenta con este error.

Otros autores como (Chavez, 2021, pág. 98) en su tesis de titulación de la Universidad Privada del Norte, titulada: Evaluación del desempeño estructural y la afectación de la estructura por sismo de un edificio estructurado a base de MDL del Condominio Ciudad Verde 4ta etapa, Lima 2021, recomienda que el problema de incluir nuevas ecuaciones en un reglamento que ya fue probado por varios años, radica en tener las suficientes pruebas de que la nueva ecuación funciona correctamente y predice de mejor manera los efectos sísmicos y de rotulación en los elementos de concreto armado, otros problemas sobre la predicción de la resistencia de concreto, del módulo de fluencia del acero, así como parámetros a nivel último es que estos parámetros son totalmente estadísticos, por ejemplo en una edificación real, se cuenta con varias calidades de concreto en todos los elementos de concreto armado, esto lleva a los diseñadores a usar un valor promedio.

Las aplicaciones de ductilidad sobre estructuras publicas también se ve desarrollada, por ejemplo el trabajo de (Alcantara & Nalvarrete, 2016, págs. 24-29), en su tesis de titulación de la Universidad San Martin de Porres, titulada: desempeño estructural aplicando la norma atc 40 para el reforzamiento del pabellón monoblock del instituto nacional de salud del niño (breña-lima), aparecieron nuevos términos como el esfuerzo a compresión real, el cual es mucho mayor que el esfuerzo de rotura a los 21 días en probetas, esto por el aumento de la resistencia a la compresión del concreto con los años, estos estudios determinaron que para predecir correctamente el momento en las rotulas plásticas para el diseño por corte, es necesario poder estudiar las propiedades de los materiales en promedio para distintas zonas del mundo, así como la influencia del tiempo en el aumento de la

resistencia a compresión del concreto, un problema similar cuenta el módulo de elasticidad, así como otras propiedades del concreto armado, dado que siempre son función directa de la calidad de concreto armado, como se puede ver, el error en la predicción de las resistencias de concreto y de acero puede significar que no se pueda estimar el módulo de elasticidad, la resistencia a corte y otras estimaciones, todo en estructuras reales que tienen cierto tiempo de vida dado que para estructuras nuevas las ecuaciones son correctas, finalmente el incluir todas estas consideraciones en las normas de concreto armado es un trabajo arduo y solo es viable para la predicción del comportamiento real de estructuras.

Otros investigadores se refieren al fenómeno como un movimiento en el tiempo, por lo que lo atacan resolviendo problemas que usan análisis tiempo historia, como el trabajo realizado por (Choque & Luque, 2019, págs. 200-205), el cual ha mostrado la predicción del comportamiento real de estructuras depende del tiempo y mayormente está basado solo en valores promedio, dado que es difícil predecir el comportamiento real de las edificaciones, se propuso una ecuación empírica, la cual muestra un grado de semejanza con propiedad mediad en laboratorio de cierta cantidad de elementos, los cuales se correlacionan directamente con los valores reales, en la presente investigación se pretende avanzar solo en estos primeros pasos de la predicción de momentos en las zonas plásticas, utilizando la estimación por una ecuación empírica, la cual producirá una variación en el esfuerzo a compresión del concreto confinado, el refuerzo por corte y otras propiedades que están relacionadas con la curva de capacidad lateral de la estructura o curva de push over.

Finalmente otros autores culpan a la poca cantidad de control en obra, aumentos de resistencia con la edad, flujos plásticos y otros problemas del material, como el proyecto realizado por (Huaypaya, 2017, págs. 154-156), en su tesis de titulación de la Universidad Ricardo Palma, titulada: Evaluación de los indicadores de comportamiento sísmico de edificios con sistema aporticado a través del método estático no lineal, la curva push over mide la capacidad de desplazamiento lateral a una cantidad de fuerza lateral en la estructura, esta misma predice la seguridad o vulnerabilidad estructural de un edificio de manera lo más real posible, sin embargo al no contar con los valores de concreto y acero correctamente predichos, no se puede aproximar correctamente la capacidad.

A nivel internacional no se ha estudiado el momento desarrollado en los extremos de los elementos a flexión, el problema es que solo se cuenta con estimativos propuestos por normas como el ACI, esto debido a que fue propuesto el cálculo del momento probable en los extremos de las barras a flexión, el cual se calcula considerando el endurecimiento de las barras de acero por efectos cíclicos, considerando el aumento de la resistencia  $f_c$  con el paso de los años y considerando que el momento probable no se calcula con la teoría clásica de flexión, sino con otro grupo de ecuaciones calibradas con muestras recolectadas en una base de datos. (Restrepo & Rodriguez, 2013)

En el Perú se cuenta con estimativos para el momento en los lados de las vigas y columnas, propuesto por la norma (Sin, 2009), la cual se guió de la norma ACI para proponer esto en base a momento nominales, sin embargo los momentos reales o probables que ocurren son muy superiores al momento nominal de la sección, lo que causa tener una menor cantidad de acero como estribo, causando a su vez que sea posible una falla por cortante en las zonas donde se debe desarrollar las rotulas plásticas, por ello se propone utilizar las ecuaciones desarrolladas por (Restrepo & Rodriguez, 2013), para poder calcular otro refuerzo de confinamiento, lo cual afecta a la curva de capacidad de la estructura.

La razón por la que no se cuenta con ecuaciones normadas en los reglamentos de concreto armado, es porque este fue propuesto según (Restrepo & Rodriguez, 2013) en el paper 110-S56 donde se menciona que los efectos del confinamiento pueden afectar en gran manera la ductilidad y la curva de capacidad lateral, dado que las normas actuales consideran solo un momento probable usando la ecuación de flexión clásica, la cual no produce buenas estimaciones del momento real en las secciones.

En la norma estadounidense ACI está en propuesta la modificación del cálculo del momento probable en los elementos a flexión, esto porque no se ha considerado la variación experimental real que desarrollan estos elementos, además de ser difícil de predecir, dado que estos modifican y varían con el tiempo, lo cual genera ecuaciones que pueden depender de la cantidad de años, para su simplificación se tomaron muestras de varios años y solo se varió las propiedades del concreto en base a los años que tiene la estructura.

Para proponer una fórmula que determine el momento probable en elementos de concreto armado con edades elevadas, es necesario poder tomar muestras de varias estructuras existentes y poder analizar todas armando una base de datos, lo cual implica gastos económicos, para el Perú esto no es viable por el momento, por ello se está tomando las muestras que tomaron en el paper del ACI, para mostrar que el concreto a edades elevadas, puede desarrollar hasta 3 veces más de resistencia con respecto al momento nominal de diseño.

En base a todo ello el problema principal es: ¿Qué diferencias significativas existen entre la aplicación del método de momento probable de la curva de capacidad y la evaluación del comportamiento estructural en la edificación del C.E.I. Jose Antonio de Sucre Yanahuara-Arequipa?, para los problemas específicos tenemos: (1) ¿Qué diferencias existe entre el RNE y el método de Momento Probable, respecto al comportamiento estructural en las edificaciones del C.E.I. Jose Antonio de Sucre Yanahuara-Arequipa?, (2) ¿Qué diferencias significativas existen entre la aplicación del método de momento probable de la curva de capacidad y la evaluación de la ductilidad del comportamiento estructural en la edificación del C.E.I. Jose Antonio de Sucre Yanahuara-Arequipa?, (3) ¿Qué diferencias significativas existen entre la aplicación del método de momento probable de la curva de capacidad y la evaluación del punto de desempeño del comportamiento estructural en la edificación del C.E.I. Jose Antonio de Sucre Yanahuara-Arequipa?, (4) ¿Qué diferencias significativas existen entre la aplicación del método de momento probable de la curva de capacidad y la evaluación de la sobre resistencia del comportamiento estructural en la edificación del C.E.I. Jose Antonio de Sucre Yanahuara-Arequipa?, (5) ¿Cómo determinar las zonas de fallas para el reforzamiento del C.E.I. Jose Antonio de Sucre Yanahuara-Arequipa, en aplicación del método del momento probable?

Con respecto a la justificación de la investigación, para aplicar el método solo es necesario considerar la edad de la edificación a estudiar y aplicar la fórmula de Restrepo con la resistencia de concreto probable y la resistencia de fluencia del acero probable, valores que salen a partir del valor nominal de ambas resistencias, para finalmente comparar una serie de pórticos de concreto armado con sus



respectivas curvas de capacidad, puntos de desempeño para un sismo de la norma peruana y los mecanismos de falla que desarrollan.

Los vacíos que se presentan en la investigación sobre la resistencia del momento resistente probable en la norma ACI 218 y la norma E030 tal cual lo señalan en las recientes investigaciones, no tienen en cuenta el aumento de la resistencia a la compresión del concreto sobre la resistencia especificada en el cálculo del momento resistente probable. En ese sentido (Restrepo & Rodriguez, 2013), en su artículo de investigación "On the Probable Moment Strength of Reinforced Concrete Columns" señala que los vacíos de diseño que se presentan en las estructuras deben de mejorar para tener una mejor previsibilidad de la estructura.

El trabajo se presenta como justificación debido a que busca cerrar las brechas de conocimiento de investigaciones precedentes tal es el caso (Restrepo & Rodriguez, 2013), plantea el momento probable en donde muestra que el enfoque actual en ACI 218 para calcular la resistencia del momento probable tiene un claro sesgo no conservativo. Para mejorar la previsibilidad, los autores proponen un modelo mecánico calibrado estadísticamente para determinar el momento probable. Como se menciona en la norma ACI 219 (American Concrete Institute, 2019).

Con el presente estudio según (Huiming & Jiulin, 2022) en su artículo señala que, la importancia del confinamiento o estribos, cumplen la función de resistir la fuerza cortante, sin embargo el diseño por desempeño asegura que estos elementos no fallen a corte, por ello es que se usan los momentos desarrollados en los extremos de las vigas y columnas para poder reforzar a corte, dado que si el refuerzo por corte es menor que el producido por estos momentos en los extremos, no se va desarrollar una rotula plástica, la cual va impedir la ductilidad de la estructura, es por ello que teóricamente es fundamental estimar correctamente los momentos a los extremos de las vigas o columnas, dado que si se halla un momento menor al real, se va a reforzar los elementos con valores menores al real ocurrido en dichos casos.

Acerca de la justificación metodológica, se cuenta con la ecuación del momento probable según el método de (Restrepo & Rodriguez, 2013) ya calibrada y probada, se cuenta con el método del ACI para el cálculo del momento probable, solo es necesario realizar una serie de cálculos sobre la comparación y los efectos de haber

reforzado por corte una sección que contaba con una menor cantidad de acero por corte según el método del ACI 319 (American Concrete Institute, 2019), para finalmente presentar los resultados.

Para la justificación técnica, se puede comparar los resultados de ambas curvas de capacidad lateral , usando el confinamiento del ACI 318 y el método de (Restrepo & Rodriguez, 2013), comparando los puntos de desempeño , los mecanismos de falla y los desplazamientos logrados para distintos puntos objetivos de desempeño, lo cual nos va mostrar para que tipo de edificaciones aportada este problema es más grave y para qué casos este problema no afecta mucho, teniendo como consideración inicial que el momento probable puede ser hasta 3 veces más grande con el método de Restrepo.

En la justificación social, actualmente la norma peruana de concreto armado no tomaron en cuenta los aportes del momento probable como se explica en el trabajo de (Restrepo & Rodriguez, 2013), esto porque la norma actual se basa en una versión pasada del ACI 318, siendo comparada en la investigación con la norma ACI 318, es por ello que el aplicar estas fórmulas en la realidad peruana podría significar en un aporte sobre el detallado en concreto armado, lo cual significaría un aporte a la sociedad con mejores estructuras, con un mejor desempeño estructural.

En tanto para la justificación económica, el predecir correctamente el momento en las rotulas plásticas permite que las edificaciones estén más protegidas, cumplan su función y degraden de manera regular frente a sismos grandes, ello significa un ahorro en infraestructura, incluso muchas veces puede salvar vidas humanas, dado que la ductilidad en estructuras será utilizada durante bastantes años todavía, mientras se investiga los sistemas de protección sísmica de manera económica

Todo ello nos lleva a proponer como objetivo principal es Identificar las diferencias significativas entre la aplicación del método de momento probable de la curva de capacidad y la evaluación del comportamiento estructural en la edificación del C.E.I. Jose Antonio de Sucre Yanahuara-Arequipa.

Se quiere identificar las diferencias en el diseño por corte utilizando dos ecuaciones distintas, las cuales también influyen en la curva de capacidad lateral estructural, para ello podemos realizar los siguientes pasos: (OE1) Determinar qué diferencias existe entre el RNE y el método de Momento Probable, respecto al comportamiento estructural en las edificaciones del C.E.I. Jose Antonio de Sucre Yanahuara-Arequipa. (OE2) Identificar las diferencias significativas entre la aplicación del método de momento probable de la curva de capacidad y la evaluación de la ductilidad del comportamiento estructural en la edificación del C.E.I. Jose Antonio de Sucre Yanahuara-Arequipa. (OE3) Identificar las diferencias significativas entre la aplicación del método de momento probable de la curva de capacidad y la evaluación del punto de desempeño del comportamiento estructural en la edificación del C.E.I. Jose Antonio de Sucre Yanahuara-Arequipa. (OE4) Identificar las diferencias significativas entre la aplicación del método de momento probable de la curva de capacidad y la evaluación de la sobre resistencia del comportamiento estructural en la edificación del C.E.I. Jose Antonio de Sucre Yanahuara-Arequipa. (OE5) Determinar las zonas de fallas para el reforzamiento del C.E.I. Jose Antonio de Sucre Yanahuara-Arequipa, en aplicación del método del momento probable.

Así mismo la hipótesis principal es La aplicación del método de momento probable de la curva de capacidad y la evaluación del comportamiento estructural en la edificación del C.E.I. Jose Antonio de Sucre Yanahuara-Arequipa, cuentan con diferencias significativas. La cual nos lleva a tener como hipótesis específicas: (1) Existen diferencias significativas entre la aplicación del método de momento probable de la curva de capacidad y la evaluación de la ductilidad del comportamiento estructural en la edificación del C.E.I. Jose Antonio de Sucre Yanahuara-Arequipa. (2) Existen diferencias significativas entre la aplicación del método de momento probable de la curva de capacidad y la evaluación del punto de desempeño del comportamiento estructural en la edificación del C.E.I. Jose Antonio de Sucre Yanahuara-Arequipa. (3) Existen diferencias significativas entre la aplicación del método de momento probable de la curva de capacidad y la evaluación de la sobre resistencia del comportamiento estructural en la edificación del C.E.I. Jose Antonio de Sucre Yanahuara-Arequipa.

## II.MARCO TEÓRICO

En el ámbito internacional se ha considerado los siguientes antecedentes como la investigación Cyclic Shear and Flexural Behavior of L- and T-Columns, paper presentado en el Journal del ACI por Yu-Chen Ou y An-Nhien Truong en el 2019, donde se proponen unos modelos empíricos para poder determinar el comportamiento estructural de columnas de forma L y T, dado que los códigos actuales no cuentan con fórmulas para el comportamiento de columnas L y T, en ese estudio de dichas secciones fue donde los investigadores comentan que para la predicción correcta de modelos momento curvatura muy semejantes a la realidad es necesario utilizar la variable tiempo, considerando que esta varía en el tiempo, este momento excedente no tiene un nombre oficial aun, pero está siendo estudiado por el ACI, algunos documentos denominan momento probable, dado que es el momento real que ocurre en las secciones de concreto armado y se aumenta con la edad de la estructura, así mismo influencia en los resultados de diagramas momento curvatura de vigas, en esta investigación se concluyó con unas ecuaciones que predicen correctamente el diagrama momento curvatura, sin embargo cuentan con problemas para considerar la variación temporal, dado que para considerarla sería necesario realizar ensayos y esperar a que las muestras cumplan hasta 50 años de antigüedad, lo cual hace totalmente inviable este tipo de investigaciones, sin embargo para estructuras nuevas el modelo que proponen es aceptable.

En la investigación Comparative performance evaluation of RC frame structures using direct displacement-based design method and force-based design method, paper presentado en el Asian Journal of Civil Engineering por Anurag Sharma en el 2020, presentaron una iniciativa para poder considerar la variación del momento en los años de vida de la estructura, esto lo realiza mediante la introducción de un factor que aumenta las propiedades, además de una ecuación calibrada, para el cálculo de este aumento de propiedades, el problema radica en que solo se está evaluando el aumento de estas propiedades a nivel local, solo en el elemento, pero esto modifica las propiedades de toda la estructura, desarrollando diagramas de momento rotación más pronunciados, además de contar con curvas de capacidad

lateral distintas a las curvas a un caso convencional, con refuerzo mayor, dado por la consideración extra de refuerzo por corte, por todo ello en el paper se concluye en que el diseño basado en desplazamientos es mejor en la predicción del comportamiento estructural, sin embargo para una correcta predicción y uso de métodos basados en desplazamientos y fuerzas, aún es necesario modificar las ecuaciones actuales de teoría de flexión clásica, para poder abordar temas de no linealidad con mayor precisión.

En el ámbito nacional, en la tesis Diseño estructural por desempeño sísmico de un edificio de 5 pisos en el distrito de Asencion, provincia de Huancavelica, por Jack Arthur Mayhua Huaman, presentado en el año 2019, se mostró el diseño de elementos de concreto armado de manera convencional, considerando que la estructura es nueva, dado que la estructura es nueva se puede diseñar y analizar las fuerzas para el estado nuevo, si esta se quisiera analizar para un estado posterior al diseñado, como puede ser un diseño años después de la construcción debe modificarse las ecuaciones para la estimación del momento en los elementos, dado que este es muy distinto al predicho por las ecuaciones de teoría de la flexión, además de ello en la tesis se recomienda verificar este aumento de capacidad con ensayos de laboratorio, el problema es que para edificaciones nuevas no es posible hacer ensayos, por ello es necesario adecuar nuevas técnicas, ello es parte de las conclusiones y recomendaciones del proyecto.

En la tesis Evaluación del desempeño estructural y la afectación de la estructura por sismo de un edificio estructurado a base de mdl del condominio ciudad verde 4ta etapa, lima 2021, presentada por David Ananias Chavez Obregon, en el año 2021, se realizo un análisis no lineal de una edificación en calidad de nueva edificación, ello lleva a que se pueda usar las ecuaciones clásicas de teoría a la flexión, para casos en los que la estructura tenga varios años de antigüedad, la variación de parámetros llega a ser significativa y por ello es necesario modificar las ecuaciones y utilizar el parámetro del tiempo, o realizar ensayos, sin embargo para la evaluación de una estructura, no debe de realizarse en calidad de nueva edificación, sino en su etapa mas critica, la cual no necesariamente es la etapa mas joven de la edificación, esta puede en parte ser otra etapa de la vida de la estructura,

esta interrogante surge como un vacío y problema que se propone en esa tesis para investigar.

En cuanto a los enfoques conceptuales se dan a conocer de la siguiente manera. El comportamiento estructural, está calificado como la respuesta sísmica frente a un evento sísmico de un determinado nivel, para ello se debe de definir primero un nivel de sismo, el cual será sometido a la estructura en estudio, definiendo el comportamiento estructural a ese nivel de sismo, por ello es que varios sismos pueden definir varios niveles de comportamiento estructural, estos niveles de comportamiento estructural han sido calificados como niveles operacionales, control de daño, seguridad estructural, prevención de colapso y colapso, (V Mokarram, 2018) por ello podemos indicar que un edificio se comporta de manera distinta para un determinado sismo, sismos fuertes mayores al nivel de sismo de diseño, sismo de la norma peruana E0.30, pueden llevar a la estructura a niveles malos de comportamiento estructural, es por ello que se optó por escoger un sismo de diseño que tenga una muy baja probabilidad de ser excedido en 50 años, la cual es la vida útil de las estructuras como los edificios (MA Fathali, 2020).



Figura 1. Daños relacionados a distintos niveles de demanda. SEAO, 1995

Cada uno de los elementos estructurales pasa por un nivel de deformación por cada evento sísmico que sufrió la estructura, se diseña para que la estructura pueda soportar todos estos niveles de daño en toda la vida de la estructura, por ello se usa un nivel de diseño que admita daños para sismos considerables, pero que no admita el suficiente daño como para que la estructura colapse de manera repentina, sino que colapse de manera progresiva (S Gholizadeh, 2020).

La ductilidad, está definido como la capacidad de incursionar en la no linealidad de estructuras con grandes deformaciones, sin pérdidas considerables de rigidez y de la resistencia, para lograr esta ductilidad es necesario detallar las estructuras de concreto armado, además de detallar las conexiones, elementos y otros elementos, en el caso de estructuras de acero, es más fácil poder determinar la ductilidad de los elementos, se tiene niveles aceptables de ductilidad en los elementos estructurales , por ejemplo las estructuras de pórticos se espera que desarrollen niveles de 7 a 8 veces la deformación del inicio de la fluencia del elemento (S Auyeung, 2019), para el caso de estructuras más rigidez se busca que desarrollen ductilidades más bajas, con valores de 6, de esta manera se va bajando los niveles de ductilidad esperados en estructuras, las normas sismo resistentes cuentan con ductilidades máximas permitidas por cada tipo de estructura, es por ello que se tiene un valor máximo, del cual no se puede pasar la ductilidad que pueda desarrollar la estructura (L Micheli, 2019).

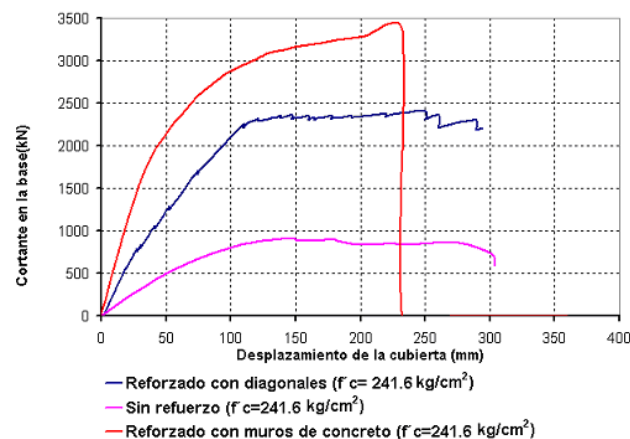


Figura 2. Curva de Capacidad Lateral. E.E. Muñoz,2006

La curva de capacidad lateral, puede ser medida en todas las direcciones posibles en la que la estructura es sometida a sismo y depende del aporte de cada uno de sus elementos estructurales, los cuales forman la curva mientras se van degradando lateralmente y van colapsando localmente (V Mokarram, 2018).

El punto de desempeño, está calificado como el nivel al que se llega de deformación, para un nivel de aceleración sísmica, este punto de desempeño nos indica el nivel de daño que obtiene la estructura, además de clasificar el comportamiento estructural, dentro de unos niveles de daño aceptable, para poder calcular el punto de desempeño es necesario definir un nivel de demanda de desplazamiento, con ello un sismo, el cual servirá para poder determinar este punto de desempeño, llevando una transformación de coordenadas entre el espectro y la curva de desempeño, para finalmente obtener el punto de desempeño (MA Fathali, 2020).

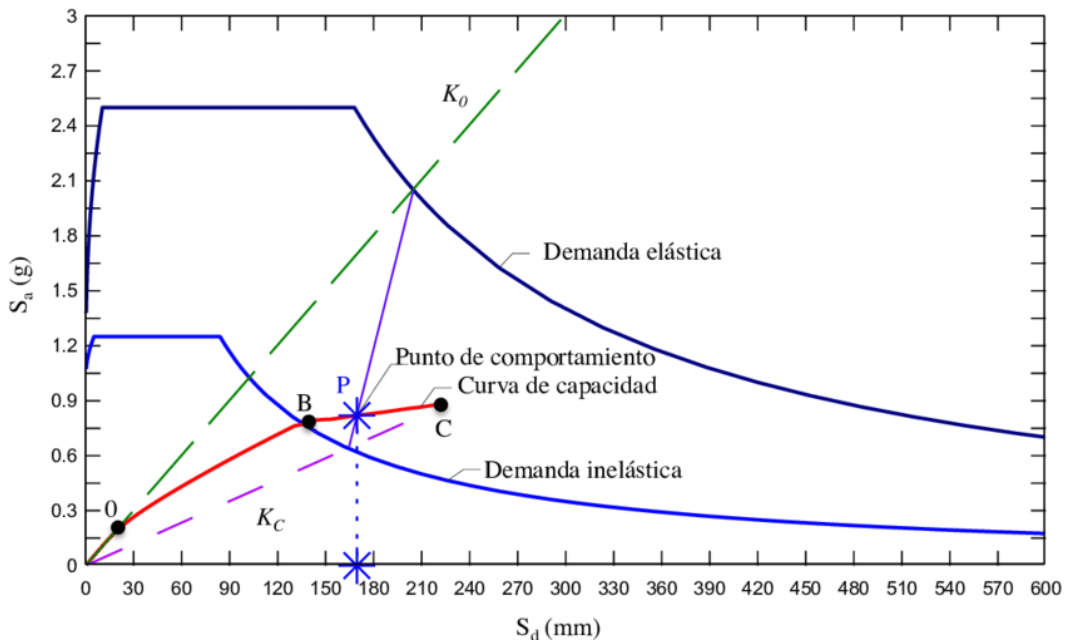


Figura 3. Punto de Desempeño Estructural. Xavier Martínez,2008



Donde se puede ver como la intersección de la curva de capacidad y el espectro de demanda, dan un punto, el cual es calificado como el punto de desempeño estructural, este punto define el nivel de deformación alcanzado, por otro lado puede ser normado , en base a un nivel máximo que las estructuras pueden desplazarse lateralmente en algún punto de la edificación, dado que desplazamientos de valores grandes como 20cm o incluso valores superiores, hacen creer que se tiene mucha confianza en cálculos numéricos que pueden desestimar la realidad (S Gholizadeh, 2020) , por ello es que muchas veces los cálculos de análisis no lineal pasan a ser parte de un segundo plano, donde se estudia el desempeño estructural de edificaciones existentes, para el estimado del deterioro y de la variación de las propiedades mecánicas con el tiempo de estructuras, es necesario hacer uso de este tipo de filosofías, además de poder detallar totalmente el comportamiento estructural de la estructura completa, dejando la misma completamente dependiente del tipo de detallado de acero que se le ha colocado a la estructura, así como la calidad de construcción que se le aplico a la estructura (S Auyeung, 2019).

La sobre resistencia, es el aumento de la curvatura en la curva de desempeño sobre el nivel horizontal de la curva, este nivel siempre está dado aproximadamente por 1.5 veces o menos, está relacionado con la rigidez de la estructura, la cual puede reducirse al aumentar la rigidez, también puede variar bastante , mucho autores recomiendan hacer uso de un nivel de ductilidad mayor al nivel de sobre resistencia, esto porque la sobre resistencia es fácilmente vencida en la deformación de la estructura, dado que el aumento de resistencia es mucho menor comparado con el

nivel de deformación, así tampoco se recomienda tomar demasiada ductilidad para los elementos estructurales (L Micheli, 2019).

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y Diseño de la Investigación**

3.1.1 El tipo de investigación es del tipo aplicada (Mendoza, 2018) tiene por objetivo resolver un determinado problema o planteamiento específico, enfocándose en la búsqueda y consolidación del problema del conocimiento para su aplicación y, por ende, para el enriquecimiento del desarrollo científico y cultural.

3.2.2 Diseño de Investigación: según (Mendoza, 2018) el diseño de esta investigación se determina como no experimental. Es aquel que se realiza sin manipular deliberadamente variables. en un estudio no experimental no se construye ninguna situación, sino que se observan situaciones ya existentes, no provocadas intencionalmente por el investigador.

El enfoque de la Investigación, de acuerdo a (Lerma, 2016) el enfoque de esta investigación es cuantitativo por que los datos obtenidos se pueden cuantificar, se fundamenta en un esquema deductivo y lógico, buscar formar preguntas de investigación e hipótesis para posteriormente probarlas, confía en la medición estandarizada y numérica, utiliza el análisis estadístico, es reduccionista y pretende generalizar los resultados de sus estudios mediante muestras representativas". Por ello, el enfoque de la investigación es cuantitativo.

El nivel de la Investigación, según (Mendoza, 2018) esta investigación es comparativo ya que se busca comparar y evaluar las características estructurales de pórticos de concreto armado entre a la norma E030 (Sin, 2009) y el momento probable ACI 219 (American Concrete Institute, 2019).

Según (Tapia, 2018) el alcance es prospectivo, ya que cuyo inicio es anterior a los hechos estudiados y los datos se recogen a medida que van sucediendo en las

características estructurales de concreto armado entre a la norma RNE (Sin, 2009) y el momento probable ACI 219 (American Concrete Institute, 2019).

### 3.2. Variables y Operacionalización

Respecto a la variable independiente, aplicación del método de momento probable, se define como la máxima resistencia a la flexión teórica que se puede calcular para la sección crítica de un miembro. (Restrepo & Rodriguez, 2013)

Respecto a la variable dependiente, evaluación del comportamiento estructural en la edificación, de las distintas partes que la componen frente a fuerzas externas, es la relación matemática que existe entre las fuerzas generalizadas y los desplazamientos generalizados son conocidas como relaciones constitutivas. (Kassimali, 2015).

**Tabla 1. Operacionalización de Variables**

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADOR	ESCALA DE MEDICION
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE :</b> APLICACIÓN DEL METODO DE MOMENTO PROBABLE	Es la máxima resistencia a la flexión teórica que se puede calcular para la sección crítica de un miembro. (Restrepo & Rodriguez, 2013)	Evaluacion del Momento real en una seccion de concreto armado, el cual tambien aumento con el tiempo. (American Concrete Institute, 2019)	ARQUITECTURA	Dimensiones del proyecto	METRO
			SISTEMA ESTRUCTURAL	Rigidez	TONF/M
<b>VARIABLE DEPENDIENTE :</b> EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL EN LA EDIFICACION	Evaluación del comportamiento estructural en la edificación y de las distintas partes que la componen frente a fuerzas externas, la relación matemática que existe entre las fuerzas generalizadas y los desplazamientos generalizados son conocidas como relaciones constitutivas. (Kassimali, 2015)	Determinado del punto de desempeño estructural, ductilidad, sobre resistencia, valores que sirven para poder calificar el comportamiento estructural total de una estructura. (Kassimali, 2015)	Ductilidad	Relacion de deformacion de fluencia/ deformacion ultima	TONF/M
			Punto de Desempeño	Intercepto Demanda Capacidad	METRO
			Sobre Resistencia	Relacion Fuerza de fluencia/Fuerza máxima	TONF/TONF
			Zonas de Falla	Deformacion plastica concentrada	METRO

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 2. Hipótesis y descripción de variables**

HIPOTESIS	DESCRIPCION DE VARIABLES	
HIPOTESIS GENERAL	V.I.	V.D. (v2)
La aplicación del método de momento probable de la curva de capacidad y la evaluación del comportamiento estructural en la edificación del C.E.I. Jose Antonio de Sucre Yanahuara-Arequipa, cuentan con diferencias significativas.	Aplicación del método de momento probable	Evaluación del comportamiento estructural en la edificación
Hipotesis Especificas		
Hipotesis Especifica 1	V1	D1xV2
Existen diferencias significativas entre la aplicación del método de momento probable de la curva de capacidad y la evaluación de la ductilidad del comportamiento estructural en la edificación del C.E.I. Jose Antonio de Sucre Yanahuara-Arequipa.	Evaluación del comportamiento estructural en la edificación	DUCTIBILIDAD
Hipotesis Especifica 2	V1	D2xV2
Existen diferencias significativas entre la aplicación del método de momento probable de la curva de capacidad y la evaluación del punto de desempeño del comportamiento estructural en la edificación del C.E.I. Jose Antonio de Sucre Yanahuara-Arequipa.	Evaluación del comportamiento estructural en las edificaciones	PUNTO DE DESEMPEÑO
Hipotesis Especifica 3	V1	D3xV2
Existen diferencias significativas entre la aplicación del método de momento probable de la curva de capacidad y la evaluación de la sobre resistencia del comportamiento estructural en la edificación del C.E.I. Jose Antonio de Sucre Yanahuara-Arequipa.	Evaluación del comportamiento estructural en las edificaciones	SOBRE RESISTENCIA

Fuente: Elaboración Propia

### 3.2 Población, muestra y muestreo

#### Población

Según (Lerma, 2016) la población es la totalidad del fenómeno a estudiar, en la presente investigación la población corresponde a las edificaciones de concreto armado en la región Arequipa antiguas, las cuales por el paso de los años cuentan con propiedades mecánicas de acero y concreto diferente a las iniciales de diseño.

## **Muestra**

Según (Ñaipas, Valdivia, Palacios, & Romero, 2018) define como muestra que la función básica es determinar que parte de una realidad en estudio debe examinarse con la finalidad de hacer inferencias sobre dicha población, en la presente investigación la muestra corresponde a la edificación del C.E.I. Jose Antonio de Sucre que cuenta con 3 niveles.

## **Muestreo**

No aleatorio, se entiende por no aleatorio por que la muestra no fue elegida al azar si no fue una específica, por conveniencia (Tapia, 2018).

Criterio de Selección:

Para poder escoger la estructura se hace uso de la norma E0.30, E0.60, las cuales indican que los métodos de diseño por desempeño deben usarse en estructuras de zonas altamente sísmicas, considerando en particular las ecuaciones de aumento de resistencias para edificaciones de concreto armado.

Criterio de Exclusión:

Para poder escoger la estructura se debe hacer uso de las recomendaciones de la norma peruana, las cuales nos recomiendan zonas sísmicas como la zona 3, sugieren edificaciones de importancia común o edificaciones importantes construidas sin sistemas de protección sísmica, en base a ello se propuso la estructura, considerando que esta debe degradar estructura cíclicamente.

### **3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Técnicas: Las técnicas están dadas por el siguiente grupo:

- Análisis sísmico estático lineal
- Análisis sísmico dinámico lineal
- Diseño en concreto armado E0.60
- Curva de Capacidad ASCE7-16
- Confinamiento en elementos Papers ACI

Instrumentación:

Los instrumentos para recoger y almacenar la información.

- Microsoft Excel, se van a hacer uso de hojas de cálculo elaboradas en Excel, se usaran manuales como el ACI (American Concrete Institute, 2019) y la norma E0.60 (Sin, 2009), los cuales hacen sugerencias sobre las expresiones y constantes a colocar en la predicción del comportamiento del concreto armado.
- Software ETABS, se va hacer uso de los módulos no lineales que presenta ETABS, programa el cual es completo en este tipo de cálculos.
- Software SeismoMatch, Para poder escalar registros sísmicos se hace uso de herramientas de filtrado, escalado y manejo en general de registros sísmicos.
- Normas técnicas, (E.020, E.030 y E.060). - Normas Americanas (American Concrete Institute, 2019), (ASCE 7-16).

### **3.4. Procedimientos**

El procedimiento de análisis de la estructura comprende la obtención de data y su procesado de la siguiente manera:

Proceso de análisis:

- Primero se debe de identificar las diferencias que existen entre el RNE y el método de Momento Probable, respecto al comportamiento estructural en la edificación.
- Aplicar el método de momento probable de la curva de capacidad y evaluar cómo influye en la evaluación de la ductilidad de la edificación del C.E.I. Jose Antonio de Sucre Yanahuara-Arequipa.
- Identificar como el método de momento probable de la curva de capacidad influye en la evaluación del punto de desempeño del comportamiento estructural en la edificación del C.E.I. José Antonio de Sucre Yanahuara-Arequipa.

- Identificar como el método de momento probable de la curva de capacidad influye en la evaluación de la sobre resistencia del comportamiento estructural en las edificaciones del C.E.I. José Antonio de Sucre Yanahuara-Arequipa.
- Determinar las zonas de fallas para el reforzamiento del C.E.I. José Antonio de Sucre Yanahuara-Arequipa, en aplicación del método del momento probable y el método convencional.

Se debe hacer uso de propiedades no lineales medidas por ensayos, dado que estas califican el estado de la estructura.

### **Cálculos**

El presente trabajo de investigación propone una mejora en la ecuación del cálculo del momento probable en las vigas y columnas de concreto armado, lo cual lleva a un cambio en la cantidad de acero transversal colocado en las secciones de concreto, esta variación modifica las curvas de capacidad estructural en las edificaciones, es por ello que se hará un cambio en el refuerzo transversal de la estructura, para realizar todo esto primero debemos de tomar un edificio de prueba, el cual será estudiado y dimensionado de tal manera que se pueda mejorar su comportamiento.

La arquitectura del Colegio de José Antonio de Sucre, cuenta con un grupo de módulos estructurales en concreto armado, los cuales fueron propuestos en base a la norma antigua y no consideran nuevos efectos encontrados en estos últimos años, tal como la ecuación de momento probable en elementos de concreto, la planta del proyecto está constituida de la siguiente manera:

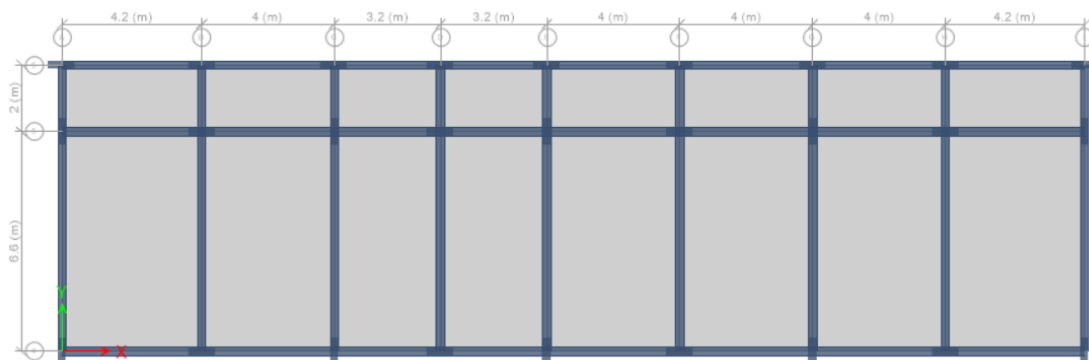


Figura 4. Vista en Planta.Etabs v19,2020.

La estructura comprende un grupo de aulas, de 3 niveles, los cuales están basados en secciones de concreto armado como se puede ver en la planimetría anterior, cuenta con columnas de 0.25X0.80 y vigas de 0.25X0.50.

Siguiendo un pre dimensionado clásico se tendría luces de 6.6m divididas entre 10, lo cual daría peraltes de 0.66 m, lo cual muestra una deficiencia de peraltes en la propuesta del proyecto, para el caso de las columnas se hace una verificación en base a la distorsión lateral de la fuerza proveniente de un sismo de diseño, es por ello que se verifica al final del estudio preliminar.

La estructuración será tomada directamente de los planos y del modelo real de la edificación, considerando solo un módulo de concreto armado, evaluando solo el modulo A del colegio, el cual es nombrado así en plano de los anexos.



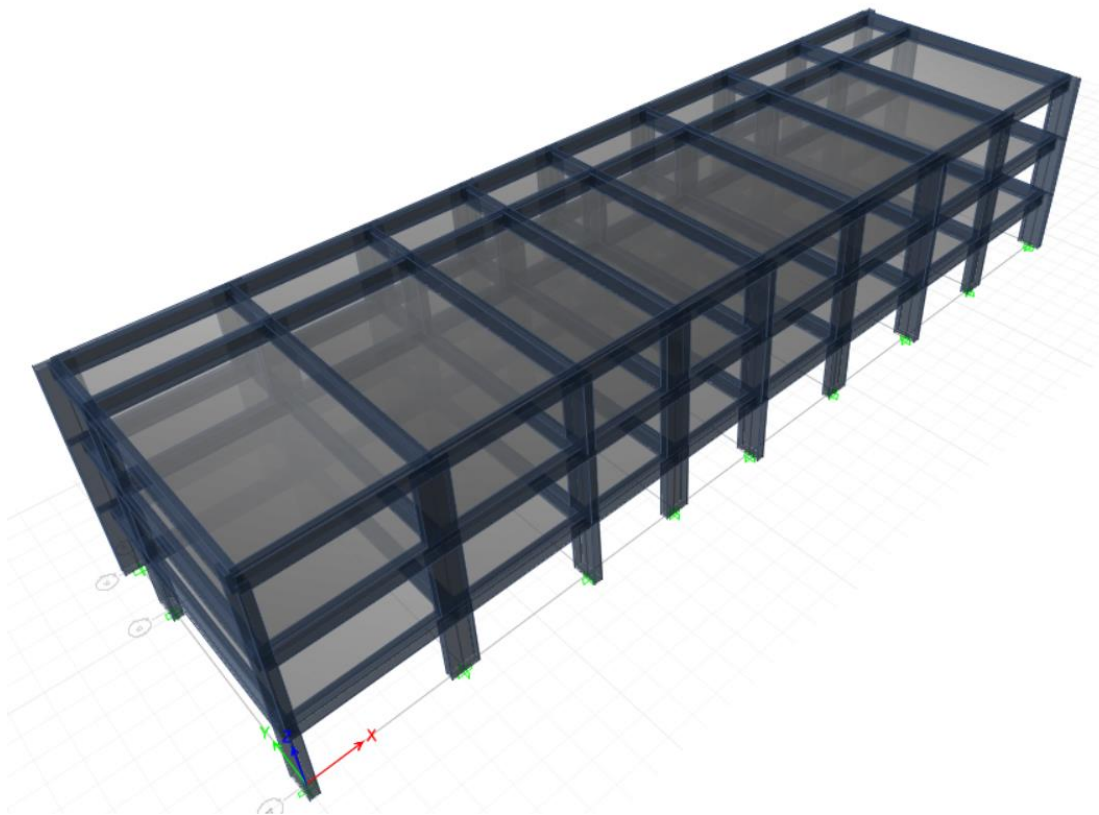


Figura 5. Modelo 3D en ETABS. Etabs v19,2020

La restructuración se realizará en base las dimensiones existentes, a simple vista se puede determinar un problema en las dimensiones de las vigas, dado que el peralte debió ser mayor al mostrado, otro problema radica en las columnas, dado que la luz que ocupan es bastante amplia y solo se podría determinar mediante un análisis sísmico si estas secciones son suficientes, lo cual se va realizar, sin embargo, es necesario realizar un metrado de cargas primero.

Los materiales consisten en acero A36 grado 60, concreto armado de  $f_c$  210, el cual también será modificado en base a la edad de la edificación, aumentado el  $f_c$  actual a un valor determinado en las secciones siguientes, dado que el concreto inicial tuvo la calidad de 210, se sigue llamando a dicho concreto con ese nombre.

El concreto armado cuenta con el peso específico:  $2.4 \text{ tonf/m}^3$ , módulo de elasticidad:  $E=15100 \cdot \sqrt{f_c}$ .

La configuración del material se puede ver en la siguiente imagen.

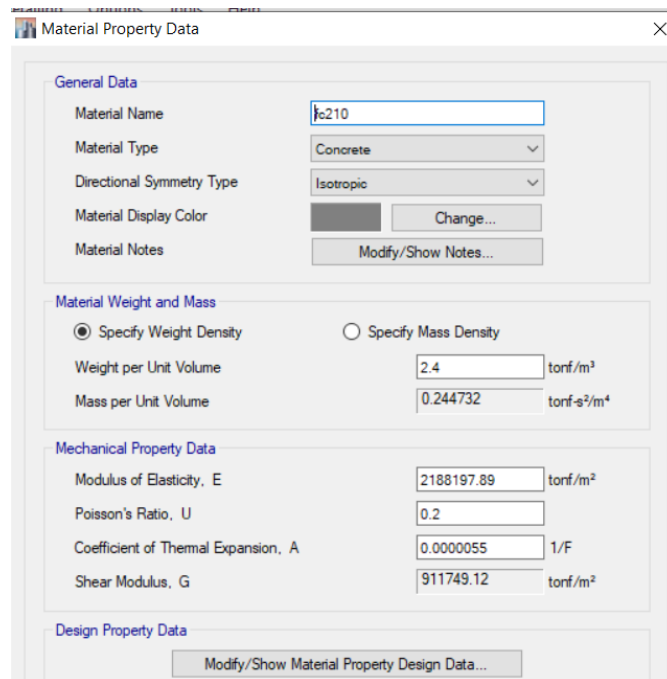


Figura 6. Propiedades del Material Concreto fc 210. Etabs v19

Para el acero estructural se está usando el acero A36, el cual cuenta con:

Peso específico:  $7.85 \text{ tonf/m}^3$

Módulo de elasticidad:  $20389019.16 \text{ tonf/m}^2$

La configuración del material puede ser vista en la siguiente imagen:

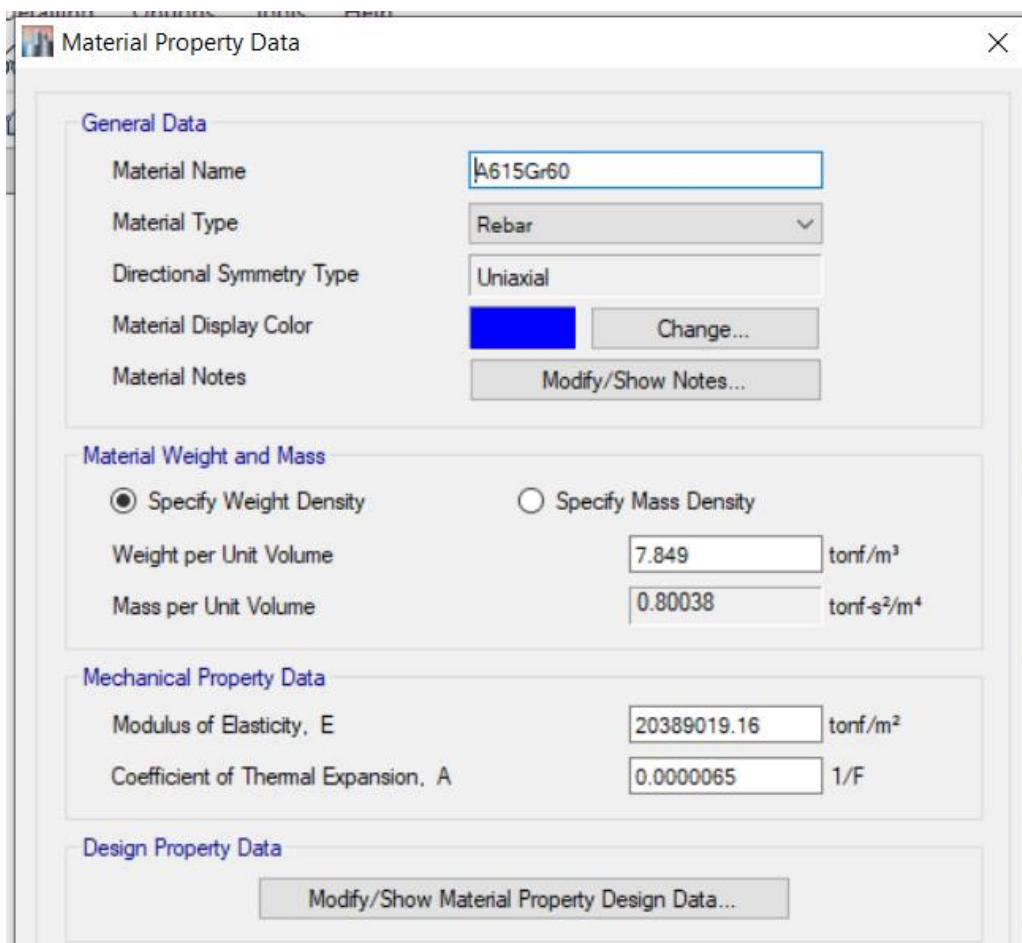


Figura 7. Propiedades Acero Grado 60. Etabs v19, 2020

Estos materiales son usados para poder hacer el Metrado de cargas, el cual se maneja mediante el programa ETABS, dado que actualmente el programa puede realizar el Metrado de manera automática, es necesario también contar con las pruebas de los ensayos de diamantina, para poder estimar el concreto y sus propiedades, sin embargo esto entrara en la parte del análisis por desempeño, hasta la parte del cálculo y diseño en concreto armado convencional no tiene sentido utilizar el esfuerzo a compresión mayor.

Para el metrado de cargas se utilizó la distribución por elementos Shell, activando la distribución por defecto la cual reparte las cargas de gravedad sobre las vigas que están de apoyo en los costados de la estructura, dejando una distribución rectangular o triangular según el tipo de losa que se esté usando en el proyecto.

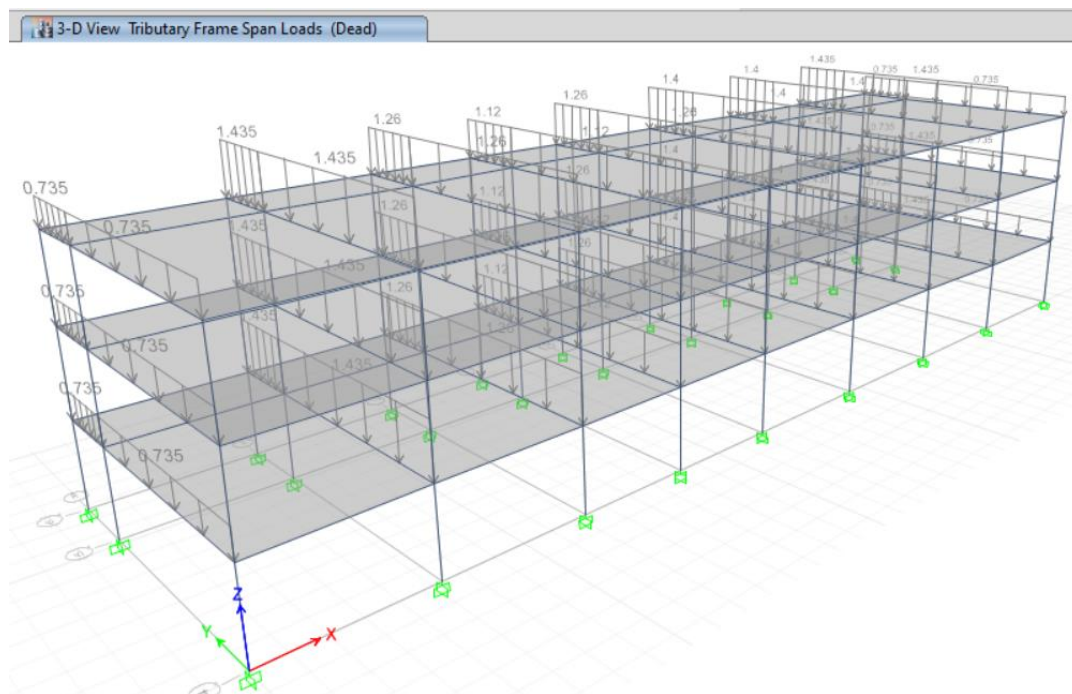


Figura 8. Distribución de Cargas Tributarias. Etabs v19,2020

El diagrama de cargas nos muestra como la carga se distribuyó en ambos lados de la losa, las vigas de los costados cargan la mitad de las cargas de la losa, esto por el armado que tiene, el cual se obtuvo según el proyecto, primero se realizara una verificación del diseño convencional, en base a este diseño se propondrá refuerzos en caso de necesitarlos, luego se realizara los análisis no lineares, considerando las propiedades reales obtenidas de los ensayos, también para poder estimar es comportamiento de la estructura.

Para el análisis estructural de cargas de gravedad, considerando estas cargas se ha realizado un análisis de cargas de gravedad, hallando los siguientes diagramas de deformación y de fuerzas, para la estructura.

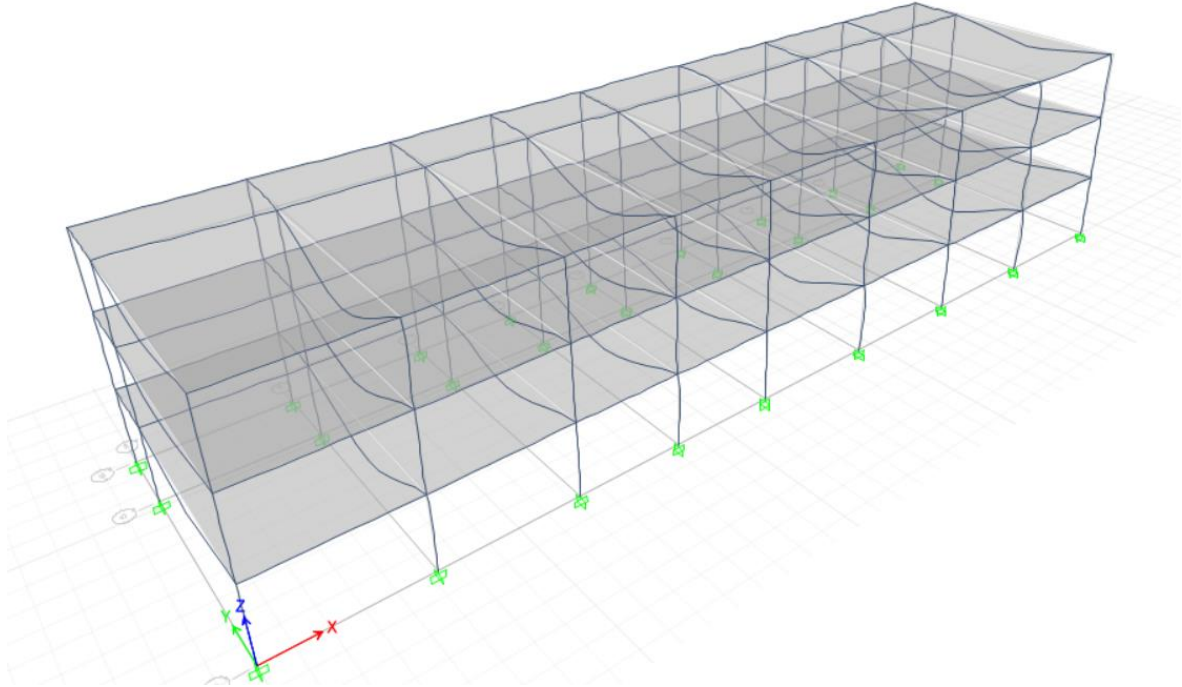


Figura 9. Deformada Cargas de Gravedad. Etabs v19,2020

Se puede ver como la mayor deformación se da en la longitud de las vigas, ello será considerado luego cuando se proponga una mejora para la estructura, en caso de ser necesario.

Para el análisis estructural sísmico de la estructura se utilizó los siguientes parámetros sísmicos:

Z: 0.35

U: 1

C: 2.5

S: 1.2

R: 1

Los cuales definen el cortante sísmico y las fuerzas que caen sobre cada nivel de la estructura.

Considerando ello se obtienen los siguientes desplazamientos sísmicos

Para los desplazamientos máximos, utilizando las dimensiones de concreto y el acero existente, las propiedades calculadas, se verifica el desplazamiento lateral, el cual no debe de pasar el 7/1000, esto para ambas direcciones.

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Ladeo
Story3	SismoX	X	0.000273	2.184
Story2	SismoX	X	0.000354	2.832
Story1	SismoX	X	0.000237	1.896

Figura 10. Desplazamiento en X.

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Ladeo
Story3	SismoY	Y	0.00049	3.92
Story2	SismoY	Y	0.000615	4.92
Story1	SismoY	Y	0.000404	3.232

Figura 11. Desplazamientos en Y.

Como se puede ver se ha pasado la verificación del ladeo lateral, dado que se está verificando la estructura frente a posibles daños que tenga en la actualidad, el diseño siguiente será solo en base a las secciones existentes, así como el acero estructural, en caso de encontrar alguna deficiencia se va proponer un refuerzo de las secciones de concreto.

#### Diagramas de Fuerzas Sísmicas

El análisis estructural da las siguientes fuerzas para el diseño en concreto armado, para el diseño en concreto armado se van a usar los valores de fuerzas de las tablas de ETABS, no se van a usar los gráficos como tal, dado que estos implicarían hacer un análisis manual exhaustivo, lo cual generaría extensa hojas

de cálculos, los cuales son innecesarias para secciones y verificaciones, se procede a separar cada uno de los resultados por cada eje, mostrando la forma de las cargas en cada uno, para poder revisar la forma correcta que tienen los mismos.

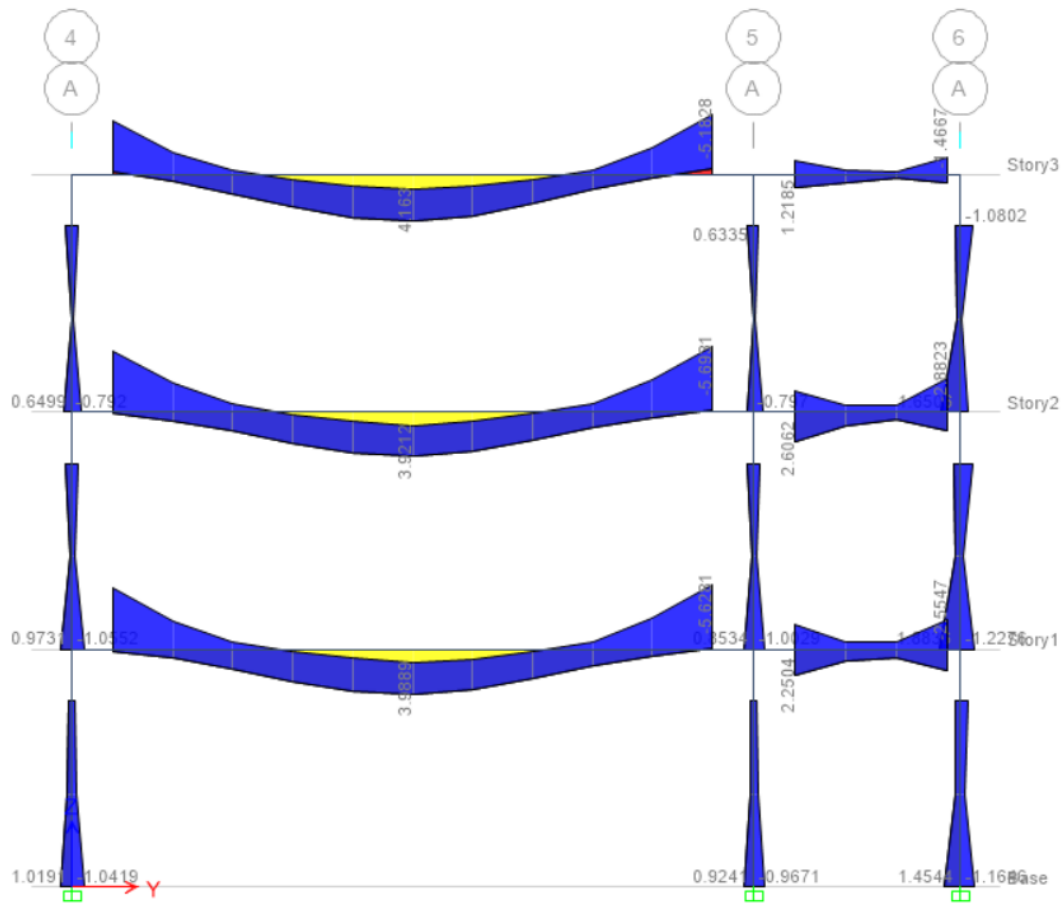


Figura 12. Diagrama de Momentos Eje A, Etabs v19,2020

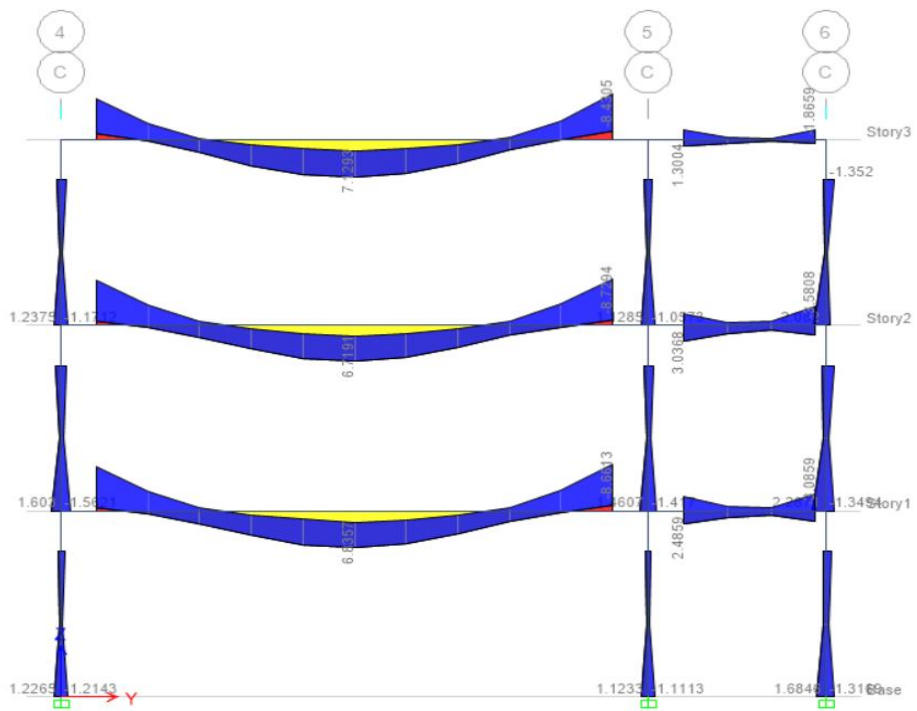


Figura 13. Diagrama de Momentos Eje B. Etabs v19,2020

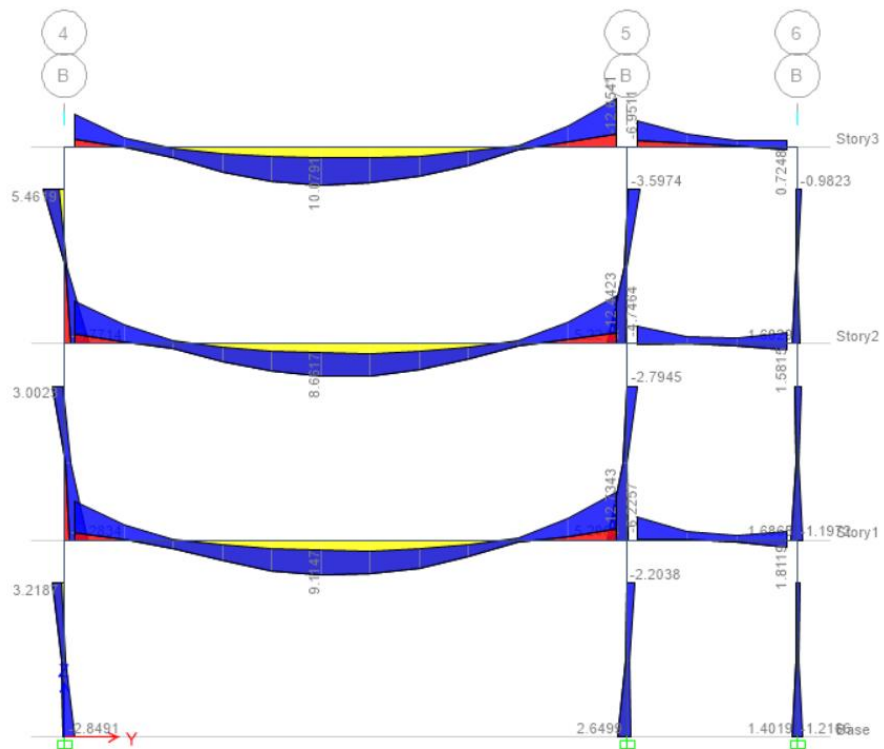


Figura 14. Diagrama de Momentos Eje C. Etabs v19,2020



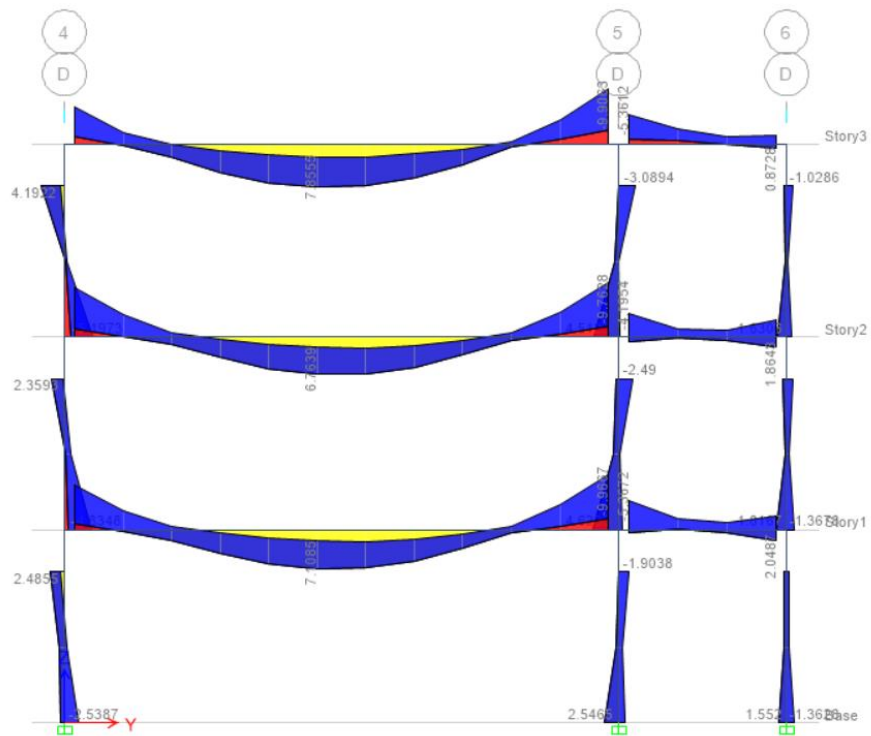


Figura 15. Diagrama de Momentos Eje D. Etabs v19,2020

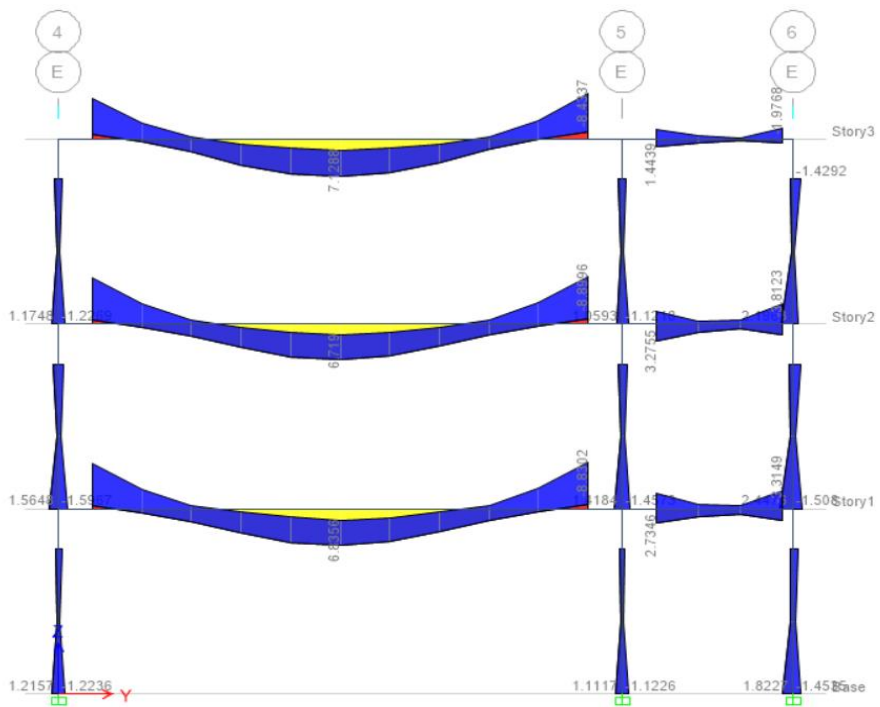


Figura 16. Diagrama de Momentos Eje E. Etabs v19,2020

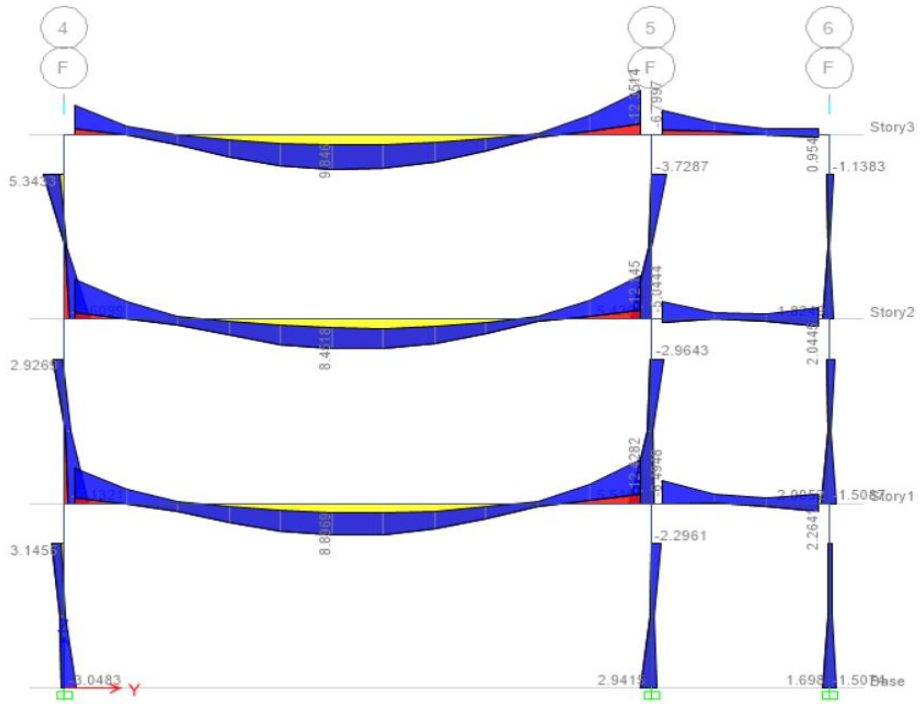


Figura 17. Diagrama de Momentos Eje F. Etabs v19.2020

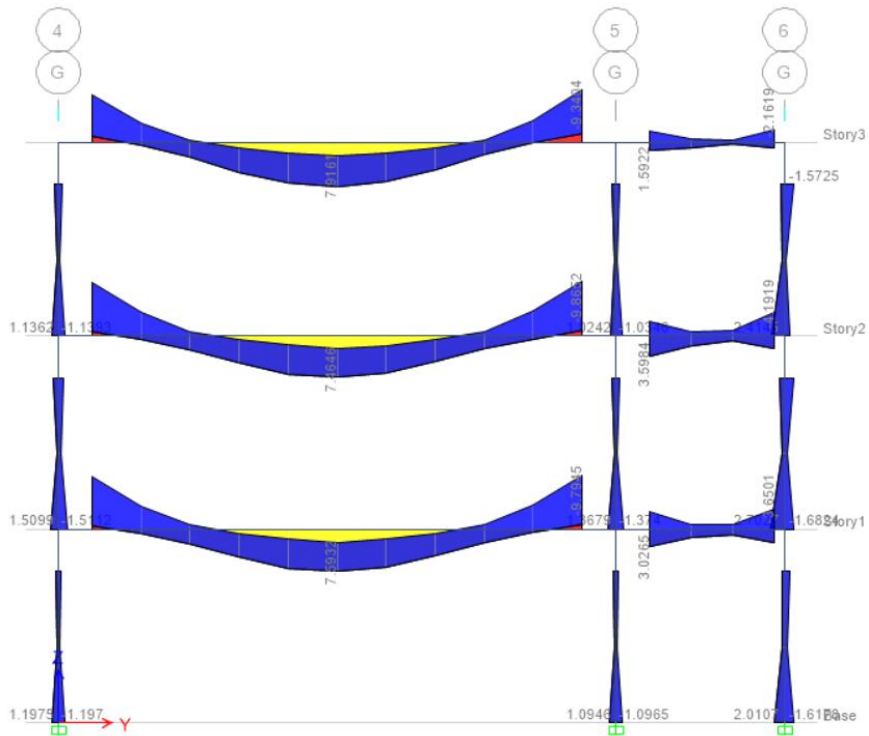


Figura 18. Diagrama de Momentos Eje G. Etabs v19, 2020

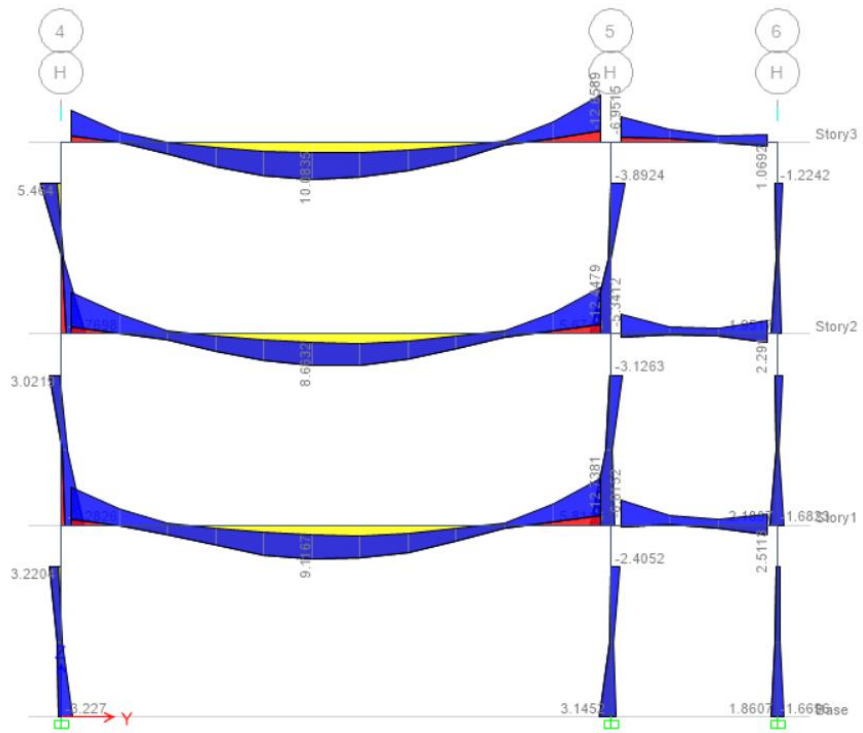


Figura 19. Diagrama de Momentos Eje H. Etabs v19,2020

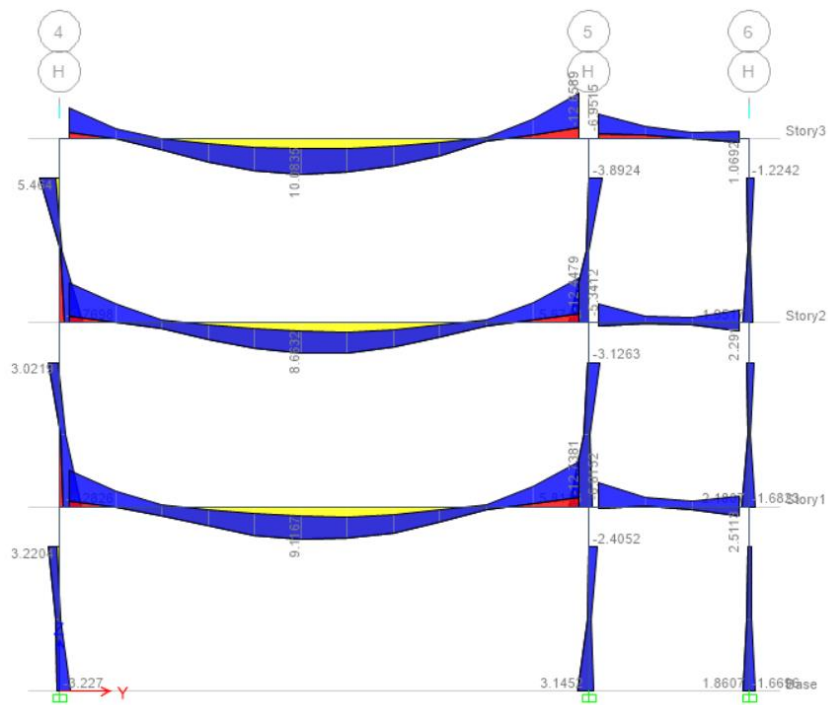


Figura 20. Diagrama de Momentos Eje I. Etabs v19, 2020

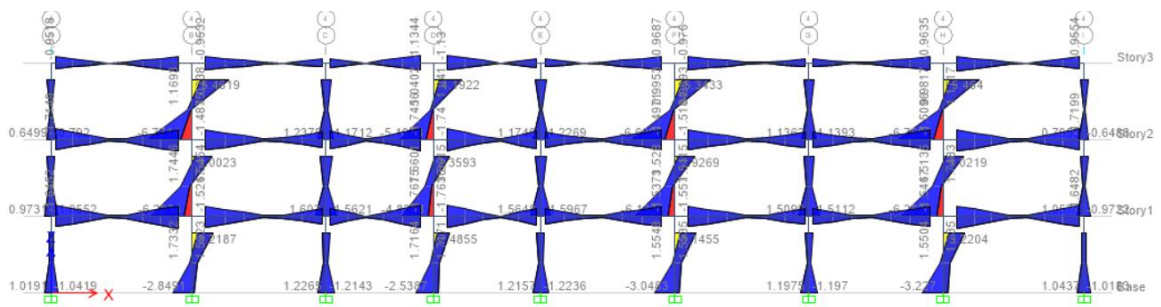


Figura 21. Diagrama de Momentos Eje 1. Etabs v19,2020

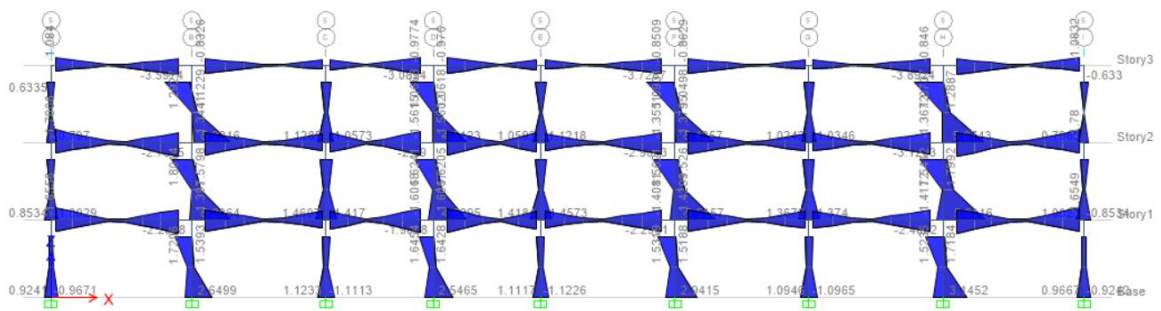


Figura 22. Diagrama de Momentos Eje 5. Etabs v19,2020

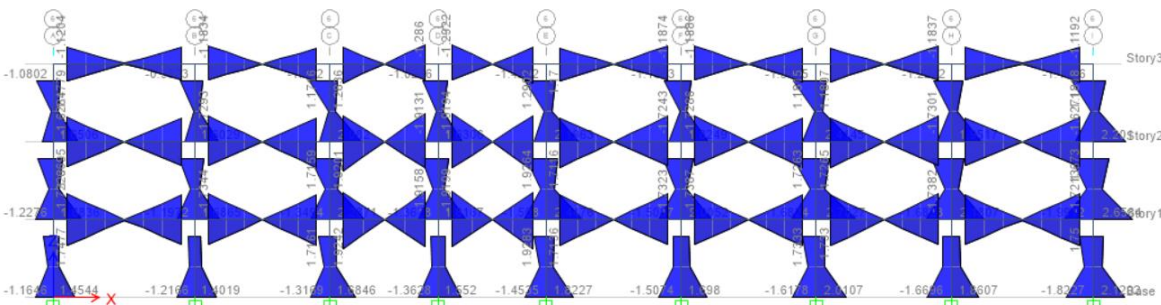


Figura 23. Diagrama de Momentos Eje 6. Etabs v19,2020

Para el diseño de los elementos de concreto armado se va usar los diagramas de momentos de la sección anterior y las áreas de acero colocadas en el proyecto real, con todo esto vamos a diseñar la estructura y verificar sus dimensiones, así como el área de acero.

Diseño de Vigas

**Tabla 3. Diseño en Concreto Armado Primer Piso**

Piso 1												
M Superior	M Inferior	Cuantia Inicial	Efecto Tension	a	Mn Tension	Mn Compresion	Acero Compresion	Efecto Compresion	Fluye?	Colocado Superior	Colocado Inferior	
tonf-m	tonf-m			cm			cm2					
0.1311	5.3275	0.00136	1	1.882	4.877	-4.73	minimo	2	si fluye	2	3	
0.809	2.4736	0.00136	1	1.882	4.877	-3.98	minimo	2	si fluye	2	3	
1.7368	0.6661	0.00136	1	1.882	4.877	-2.95	minimo	2	si fluye	2	3	
2.8251	0.1843	0.00136	1	1.882	4.877	-1.74	minimo	2	si fluye	2	3	
3.6822	0.8122	0.00136	1	1.882	4.877	-0.79	minimo	2	si fluye	2	3	
3.9889	1.2176	0.00136	1	1.882	4.877	-0.44	minimo	2	si fluye	2	3	
3.5891	0.8606	0.00136	1	1.882	4.877	-0.89	minimo	2	si fluye	2	3	
2.5961	0.2034	0.00136	1	1.882	4.877	-1.99	minimo	2	si fluye	2	3	
1.4321	0.6764	0.00136	1	1.882	4.877	-3.29	minimo	2	si fluye	2	3	
0.6139	2.6986	0.00136	1	1.882	4.877	-4.19	minimo	2	si fluye	2	3	
0.0933	5.6281	0.00136	1	1.882	4.877	-4.77	minimo	2	si fluye	2	3	
2.2504	2.2099	0.00136	1	1.882	4.877	-2.38	minimo	2	si fluye	2	3	
1.0611	0.7066	0.00136	1	1.882	4.877	-3.70	minimo	2	si fluye	2	3	
0.6792	0.583	0.00136	1	1.882	4.877	-4.12	minimo	2	si fluye	2	3	
1.8202	2.5547	0.00136	1	1.882	4.877	-2.85	minimo	2	si fluye	2	3	
1.9952	10.2511	0.00136	1	1.882	4.877	-2.66	minimo	2	si fluye	2	3	
0.1133	3.9968	0.00136	1	1.882	4.877	-4.75	minimo	2	si fluye	2	3	
2.1314	0.334	0.00136	1	1.882	4.877	-2.51	minimo	2	si fluye	2	3	
5.4673	1.0849	0.00136	1	1.882	4.877	1.20	0.509284269	2	si fluye	2	3	
7.9741	2.0734	0.00136	1	1.882	4.877	3.98	1.693524632	2	si fluye	2	3	
9.1147	2.6315	0.00136	1	1.882	4.877	5.25	2.232356832	2	si fluye	2	3	
8.8889	2.7592	0.00136	1	1.882	4.877	5.00	2.125686386	2	si fluye	2	3	
7.2969	2.1405	0.00136	1	1.882	4.877	3.23	1.373607776	2	si fluye	2	3	
4.3386	1.0097	0.00136	1	1.882	4.877	-0.06	minimo	2	si fluye	2	3	
0.5671	0.5514	0.00136	1	1.882	4.877	-4.25	minimo	2	si fluye	2	3	
1.0336	5.677	0.00136	1	1.882	4.877	-3.73	minimo	2	si fluye	2	3	
3.0578	12.7343	0.00136	1	1.882	4.877	-1.48	minimo	2	si fluye	2	3	
0.141	6.2257	0.00136	1	1.882	4.877	-4.72	minimo	2	si fluye	2	3	
0.3428	2.5031	0.00136	1	1.882	4.877	-4.50	minimo	2	si fluye	2	3	
0.5086	1.3594	0.00136	1	1.882	4.877	-4.31	minimo	2	si fluye	2	3	
1.8119	2.2642	0.00136	1	1.882	4.877	-2.86	minimo	2	si fluye	2	3	
0.733	8.3478	0.00136	1	1.882	4.877	-4.06	minimo	2	si fluye	2	3	
0.6162	3.6085	0.00136	1	1.882	4.877	-4.19	minimo	2	si fluye	2	3	
2.3476	0.6168	0.00136	1	1.882	4.877	-2.27	minimo	2	si fluye	2	3	
4.513	0.673	0.00136	1	1.882	4.877	0.14	0.058462274	2	si fluye	2	3	
6.2799	1.5814	0.00136	1	1.882	4.877	2.10	0.8931656	2	si fluye	2	3	
6.8357	2.1083	0.00136	1	1.882	4.877	2.72	1.155731737	2	si fluye	2	3	
6.1806	1.6401	0.00136	1	1.882	4.877	1.99	0.846255169	2	si fluye	2	3	
4.3144	0.7004	0.00136	1	1.882	4.877	-0.08	minimo	2	si fluye	2	3	
2.0156	0.6207	0.00136	1	1.882	4.877	-2.64	minimo	2	si fluye	2	3	
0.4011	3.8413	0.00136	1	1.882	4.877	-4.43	minimo	2	si fluye	2	3	
0.9794	8.6613	0.00136	1	1.882	4.877	-3.79	minimo	2	si fluye	2	3	
2.4859	2.6537	0.00136	1	1.882	4.877	-2.11	minimo	2	si fluye	2	3	
1.2863	0.7703	0.00136	1	1.882	4.877	-3.45	minimo	2	si fluye	2	3	
0.8613	0.6427	0.00136	1	1.882	4.877	-3.92	minimo	2	si fluye	2	3	

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 4. Diseño en Concreto Armado Segundo Piso**

Piso 2												
	M Superior tonf-m	M Inferior tonf-m	Cuantia Inicial	Efecto Tension	a economi cm	Mn Tension	Mn Compre	Acero Compresi cm2	Efecto Compr	Fluye?	Colocado Superior	Colocado Inferior
B1	2.3433	2.1059	0.00271	2	3.765	9.596	-6.99	minimo	2	si fluye	2	4
B1	1.4753	1.326	0.00271	2	3.765	9.596	-7.96	minimo	2	si fluye	2	4
B1	0.6073	0.5461	0.00271	2	3.765	9.596	-8.92	minimo	2	si fluye	2	4
B1	0.2338	0.2608	0.00271	2	3.765	9.596	-9.34	minimo	2	si fluye	2	4
B1	1.0137	1.1288	0.00271	2	3.765	9.596	-8.47	minimo	2	si fluye	2	4
B1	1.7936	1.9969	0.00271	2	3.765	9.596	-7.60	minimo	2	si fluye	2	4
B2	1.9005	1.8927	0.00271	2	3.765	9.596	-7.48	minimo	2	si fluye	2	4
B2	1.14	1.1354	0.00271	2	3.765	9.596	-8.33	minimo	2	si fluye	2	4
B2	0.3794	0.3782	0.00271	2	3.765	9.596	-9.17	minimo	2	si fluye	2	4
B2	0.3791	0.3811	0.00271	2	3.765	9.596	-9.17	minimo	2	si fluye	2	4
B2	1.1363	1.1416	0.00271	2	3.765	9.596	-8.33	minimo	2	si fluye	2	4
B2	1.8935	1.9022	0.00271	2	3.765	9.596	-7.49	minimo	2	si fluye	2	4
B3	2.0029	1.8487	0.00271	2	3.765	9.596	-7.37	minimo	2	si fluye	2	4
B3	1.202	1.1095	0.00271	2	3.765	9.596	-8.26	minimo	2	si fluye	2	4
B3	0.4011	0.3702	0.00271	2	3.765	9.596	-9.15	minimo	2	si fluye	2	4
B3	0.369	0.3998	0.00271	2	3.765	9.596	-9.19	minimo	2	si fluye	2	4
B3	1.1082	1.2008	0.00271	2	3.765	9.596	-8.36	minimo	2	si fluye	2	4
B3	1.8474	2.0017	0.00271	2	3.765	9.596	-7.54	minimo	2	si fluye	2	4
B4	1.9035	1.8896	0.00271	2	3.765	9.596	-7.48	minimo	2	si fluye	2	4
B4	1.1418	1.1335	0.00271	2	3.765	9.596	-8.33	minimo	2	si fluye	2	4
B4	0.3802	0.3774	0.00271	2	3.765	9.596	-9.17	minimo	2	si fluye	2	4
B4	0.3787	0.3814	0.00271	2	3.765	9.596	-9.17	minimo	2	si fluye	2	4
B4	1.1347	1.1431	0.00271	2	3.765	9.596	-8.33	minimo	2	si fluye	2	4
B4	1.8908	1.9047	0.00271	2	3.765	9.596	-7.49	minimo	2	si fluye	2	4
B5	2.0038	1.8501	0.00271	2	3.765	9.596	-7.37	minimo	2	si fluye	2	4
B5	1.2025	1.1103	0.00271	2	3.765	9.596	-8.26	minimo	2	si fluye	2	4
B5	0.4013	0.3705	0.00271	2	3.765	9.596	-9.15	minimo	2	si fluye	2	4
B5	0.3693	0.4	0.00271	2	3.765	9.596	-9.19	minimo	2	si fluye	2	4
B5	1.1091	1.2012	0.00271	2	3.765	9.596	-8.36	minimo	2	si fluye	2	4
B5	1.8488	2.0025	0.00271	2	3.765	9.596	-7.54	minimo	2	si fluye	2	4
B6	1.9028	1.8881	0.00271	2	3.765	9.596	-7.48	minimo	2	si fluye	2	4
B6	1.1414	1.1326	0.00271	2	3.765	9.596	-8.33	minimo	2	si fluye	2	4
B6	0.38	0.3771	0.00271	2	3.765	9.596	-9.17	minimo	2	si fluye	2	4
B6	0.3784	0.3813	0.00271	2	3.765	9.596	-9.18	minimo	2	si fluye	2	4
B6	1.1338	1.1427	0.00271	2	3.765	9.596	-8.34	minimo	2	si fluye	2	4
B6	1.8893	1.9041	0.00271	2	3.765	9.596	-7.50	minimo	2	si fluye	2	4
B7	2.0078	1.8501	0.00271	2	3.765	9.596	-7.36	minimo	2	si fluye	2	4
B7	1.2048	1.1103	0.00271	2	3.765	9.596	-8.26	minimo	2	si fluye	2	4
B7	0.4018	0.3705	0.00271	2	3.765	9.596	-9.15	minimo	2	si fluye	2	4
B7	0.3692	0.4012	0.00271	2	3.765	9.596	-9.19	minimo	2	si fluye	2	4
B7	1.109	1.2042	0.00271	2	3.765	9.596	-8.36	minimo	2	si fluye	2	4
B7	1.8487	2.0072	0.00271	2	3.765	9.596	-7.54	minimo	2	si fluye	2	4
B8	1.8429	1.877	0.00271	2	3.765	9.596	-7.55	minimo	2	si fluye	2	4
B8	1.0416	1.0611	0.00271	2	3.765	9.596	-8.44	minimo	2	si fluye	2	4
B8	0.2403	0.2451	0.00271	2	3.765	9.596	-9.33	minimo	2	si fluye	2	4

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 5. Diseño en Concreto Armado Tercer Piso**

Piso 3												
	M Superior tonf-m	M Inferior tonf-m	Cuantia Inicial	Efecto Tension	a economi cm	Mn Tension	Mn Compre	Acero Compresi cm2	Efecto Compr	Fluye?	Colocado Superior	Colocado Inferior
B1	1.7837	1.9694	0.00271	2	3.765	9.596	-7.61	minimo	2	si fluye	2	4
B1	1.1197	1.2267	0.00271	2	3.765	9.596	-8.35	minimo	2	si fluye	2	4
B1	0.4556	0.484	0.00271	2	3.765	9.596	-9.09	minimo	2	si fluye	2	4
B1	0.2587	0.2084	0.00271	2	3.765	9.596	-9.31	minimo	2	si fluye	2	4
B1	1.0014	0.8725	0.00271	2	3.765	9.596	-8.48	minimo	2	si fluye	2	4
B1	1.7441	1.5365	0.00271	2	3.765	9.596	-7.66	minimo	2	si fluye	2	4
B2	1.662	1.6608	0.00271	2	3.765	9.596	-7.75	minimo	2	si fluye	2	4
B2	0.9972	0.9966	0.00271	2	3.765	9.596	-8.49	minimo	2	si fluye	2	4
B2	0.3324	0.3324	0.00271	2	3.765	9.596	-9.23	minimo	2	si fluye	2	4
B2	0.3318	0.3324	0.00271	2	3.765	9.596	-9.23	minimo	2	si fluye	2	4
B2	0.9961	0.9972	0.00271	2	3.765	9.596	-8.49	minimo	2	si fluye	2	4
B2	1.6603	1.662	0.00271	2	3.765	9.596	-7.75	minimo	2	si fluye	2	4
B3	1.6074	1.7784	0.00271	2	3.765	9.596	-7.81	minimo	2	si fluye	2	4
B3	0.9647	1.0674	0.00271	2	3.765	9.596	-8.52	minimo	2	si fluye	2	4
B3	0.322	0.3565	0.00271	2	3.765	9.596	-9.24	minimo	2	si fluye	2	4
B3	0.3545	0.3208	0.00271	2	3.765	9.596	-9.20	minimo	2	si fluye	2	4
B3	1.0655	0.9635	0.00271	2	3.765	9.596	-8.41	minimo	2	si fluye	2	4
B3	1.7764	1.6062	0.00271	2	3.765	9.596	-7.62	minimo	2	si fluye	2	4
B4	1.6565	1.6592	0.00271	2	3.765	9.596	-7.76	minimo	2	si fluye	2	4
B4	0.9936	0.9952	0.00271	2	3.765	9.596	-8.49	minimo	2	si fluye	2	4
B4	0.3307	0.3312	0.00271	2	3.765	9.596	-9.23	minimo	2	si fluye	2	4
B4	0.3328	0.3322	0.00271	2	3.765	9.596	-9.23	minimo	2	si fluye	2	4
B4	0.9968	0.995	0.00271	2	3.765	9.596	-8.49	minimo	2	si fluye	2	4
B4	1.6608	1.6579	0.00271	2	3.765	9.596	-7.75	minimo	2	si fluye	2	4
B5	1.6094	1.7789	0.00271	2	3.765	9.596	-7.81	minimo	2	si fluye	2	4
B5	0.9659	1.0676	0.00271	2	3.765	9.596	-8.52	minimo	2	si fluye	2	4
B5	0.3225	0.3563	0.00271	2	3.765	9.596	-9.24	minimo	2	si fluye	2	4
B5	0.3549	0.321	0.00271	2	3.765	9.596	-9.20	minimo	2	si fluye	2	4
B5	1.0662	0.9644	0.00271	2	3.765	9.596	-8.41	minimo	2	si fluye	2	4
B5	1.7774	1.6078	0.00271	2	3.765	9.596	-7.62	minimo	2	si fluye	2	4
B6	1.6547	1.6584	0.00271	2	3.765	9.596	-7.76	minimo	2	si fluye	2	4
B6	0.9925	0.9949	0.00271	2	3.765	9.596	-8.49	minimo	2	si fluye	2	4
B6	0.3303	0.3313	0.00271	2	3.765	9.596	-9.23	minimo	2	si fluye	2	4
B6	0.3322	0.3319	0.00271	2	3.765	9.596	-9.23	minimo	2	si fluye	2	4
B6	0.9957	0.9942	0.00271	2	3.765	9.596	-8.49	minimo	2	si fluye	2	4
B6	1.6593	1.6564	0.00271	2	3.765	9.596	-7.75	minimo	2	si fluye	2	4
B7	1.6105	1.783	0.00271	2	3.765	9.596	-7.81	minimo	2	si fluye	2	4
B7	0.9662	1.0698	0.00271	2	3.765	9.596	-8.52	minimo	2	si fluye	2	4
B7	0.3219	0.3566	0.00271	2	3.765	9.596	-9.24	minimo	2	si fluye	2	4
B7	0.3567	0.3224	0.00271	2	3.765	9.596	-9.20	minimo	2	si fluye	2	4
B7	1.0699	0.9667	0.00271	2	3.765	9.596	-8.41	minimo	2	si fluye	2	4
B7	1.7832	1.611	0.00271	2	3.765	9.596	-7.61	minimo	2	si fluye	2	4
B8	1.622	1.5867	0.00271	2	3.765	9.596	-7.79	minimo	2	si fluye	2	4
B8	0.9317	0.9011	0.00271	2	3.765	9.596	-8.56	minimo	2	si fluye	2	4
B8	0.2415	0.2155	0.00271	2	3.765	9.596	-9.33	minimo	2	si fluye	2	4

Fuente: Elaboración Propia

Para el diseño de las vigas, se han tomado las fuerzas y su distribución espacial, más en concreto los momentos sobre todas las vigas del proyecto, las cuales se usan con las secciones de acero propuestos en el plano de la estructura, con ello se pudo verificar que el diseño es satisfactorio y no es necesario ningún tipo de reforzamiento en las vigas, estos cálculos son mostrados en las tablas anteriores de cálculos, los cuales se realizan sobre la estructura considerando todas sus fuerzas.

Para el diseño de las columnas se ha tomado las cargas que caen sobre cada una de las columnas del proyecto, considerando las combinaciones de carga que se pueden ver en la imagen:

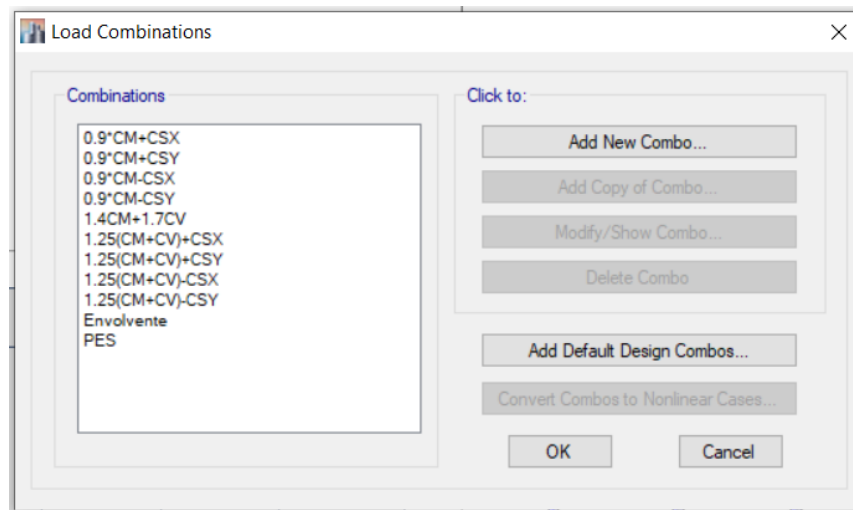


Figura 24. Combinaciones de carga. Etabs v19, 2020

Dichas combinaciones de carga funcionan de la mano con los diagramas de interacción de las secciones de concreto armado, los valores de carga axial y momento se colocarán en la gráfica del diagrama de interacción.

El diagrama de interacción hace uso de todas las combinaciones de carga, cada uno de estos a puntos, deben de quedar dentro de los diagramas de interacción.



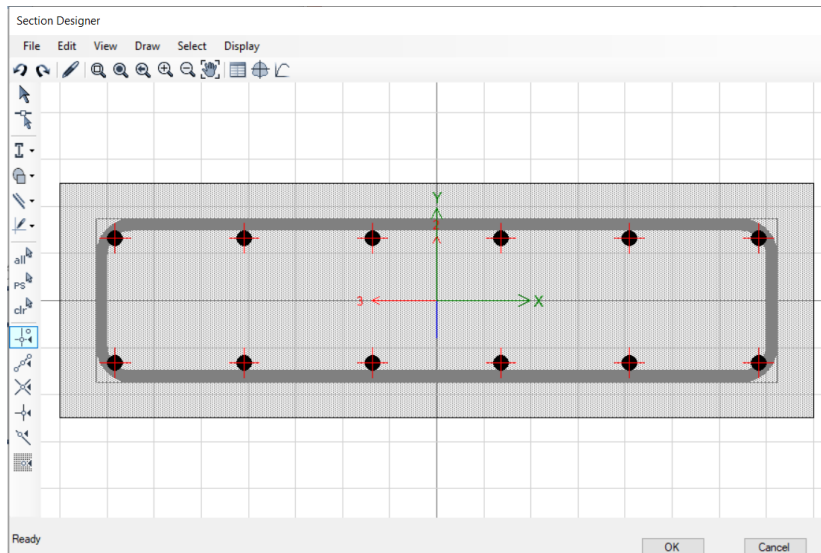


Figura 25. Sección de Columna. Etabs v19,2020

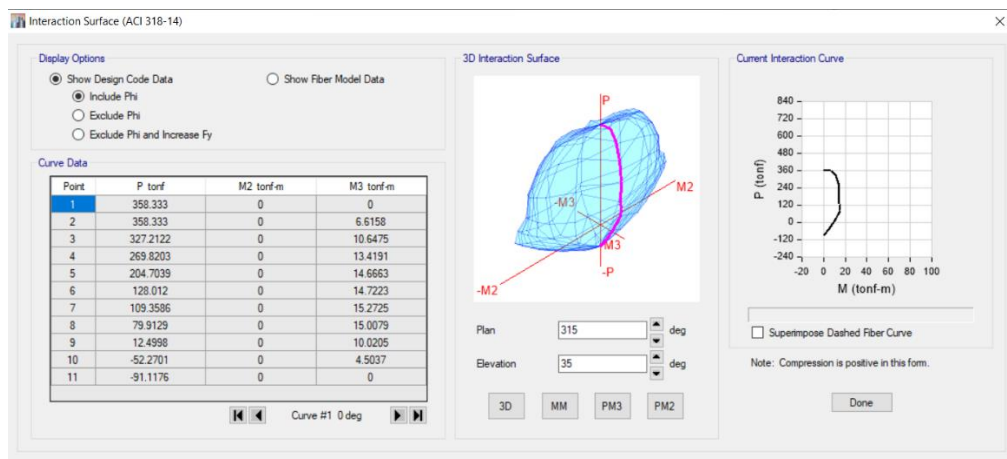


Figura 26. Diagrama de Interacción M33. Etabs v19, 2020

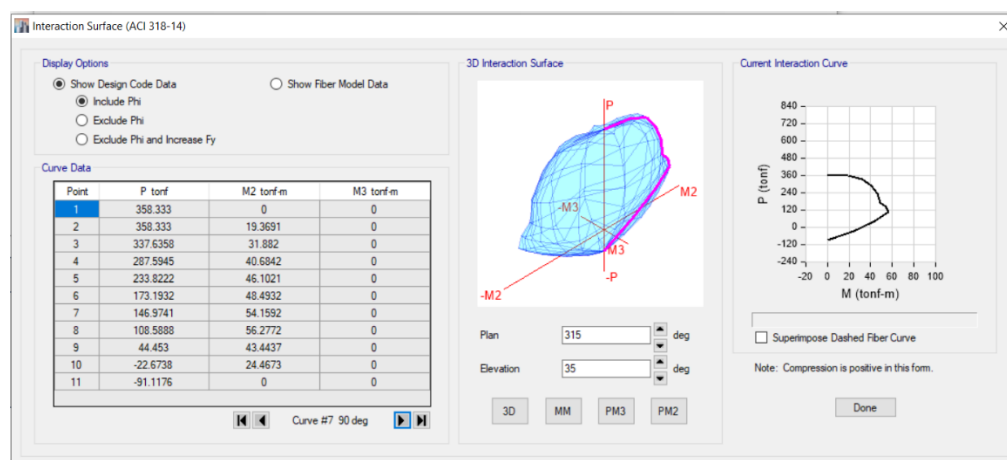


Figura 27. Diagrama de Interacción M22. Etabs v19,2020

Los puntos del diagrama de interacción son los siguientes:

Story	Column	Load Case/Combo	P	M2	M3
Story3	C1	1.4CM+1.7CV	9.2405	5.1016	0.2275
Story3	C1	1.25(CM+CV)+CSX	7.1554	4.0196	0.4273
Story3	C1	1.25(CM+CV)-CSX	7.8604	4.2705	0.797
Story3	C1	1.25(CM+CV)+CSY	6.4411	5.3554	0.2064
Story3	C1	1.25(CM+CV)-CSY	8.5747	2.9347	0.1634
Story3	C1	0.9*CM+CSX	2.5582	1.4815	0.5405
Story3	C1	0.9*CM-CSX	3.2633	1.7325	0.6838
Story3	C1	0.9*CM+CSY	1.8439	2.8174	0.0932
Story3	C1	0.9*CM-CSY	3.9776	0.3966	0.0502
Story3	C3	1.4CM+1.7CV	6.8929	4.1152	0.126
Story3	C3	1.25(CM+CV)+CSX	5.152	3.2703	0.5872
Story3	C3	1.25(CM+CV)-CSX	6.0489	3.4168	0.792
Story3	C3	1.25(CM+CV)+CSY	5.1607	3.6942	0.0235
Story3	C3	1.25(CM+CV)-CSY	6.0402	2.9929	0.1812
Story3	C3	0.9*CM+CSX	1.7228	1.223	0.6499
Story3	C3	0.9*CM-CSX	2.6197	1.3695	0.7293
Story3	C3	0.9*CM+CSY	1.7315	1.6469	0.0392
Story3	C3	0.9*CM-CSY	2.611	0.9456	0.1186
Story3	C4	1.4CM+1.7CV	11.7084	7.4433	0.0588
Story3	C4	1.25(CM+CV)+CSX	9.3542	6.0143	1.2375
Story3	C4	1.25(CM+CV)-CSX	9.672	6.0811	1.1419
Story3	C4	1.25(CM+CV)+CSY	9.0701	6.4135	0.1852
Story3	C4	1.25(CM+CV)-CSY	9.9561	5.6819	0.0895
Story3	C4	0.9*CM+CSX	3.5292	2.3113	1.2083
Story3	C4	0.9*CM-CSX	3.8471	2.378	1.1712
Story3	C4	0.9*CM+CSY	3.2452	2.7105	0.1559

Figura 28. Puntos de las Combinaciones de cargas.

**Tabla 6. Diagrama de Interacción M3**

Diagrama M3		
P tonf	M2 ton-m	M3 ton-m
358.333	0	0
358.333	0	6.6158
327.2122	0	10.6475
269.8203	0	13.4191
204.7039	0	14.6663
128.012	0	14.7223
109.3586	0	15.2725
79.9129	0	15.0079
12.4998	0	10.0205
-52.2701	0	4.5037
-91.1176	0	0

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 7. Diagrama de Interacción M2**

Diagrama M2		
P tonf	M2 ton-m	M3 ton-m
358.333	0	0
358.333	19.3691	0
337.6358	31.882	0
287.5945	40.6842	0
233.8222	46.1021	0
173.1932	48.4932	0
146.9741	54.1592	0
108.5888	56.2772	0
44.453	43.4437	0
-22.6738	24.4673	0
-91.1176	0	0

Fuente: Elaboración Propia

Estos puntos sobre las columnas son bastantes y deben ser usados para verificar los cálculos de las secciones de concreto armado de las columnas, para poder identificar que posibles combinaciones de carga no cumplan con el diseño de la sección, en base a esto es que se calcula la sección de concreto armado, la cual cuenta con las dimensiones y el acero colocado en los planos del proyecto.

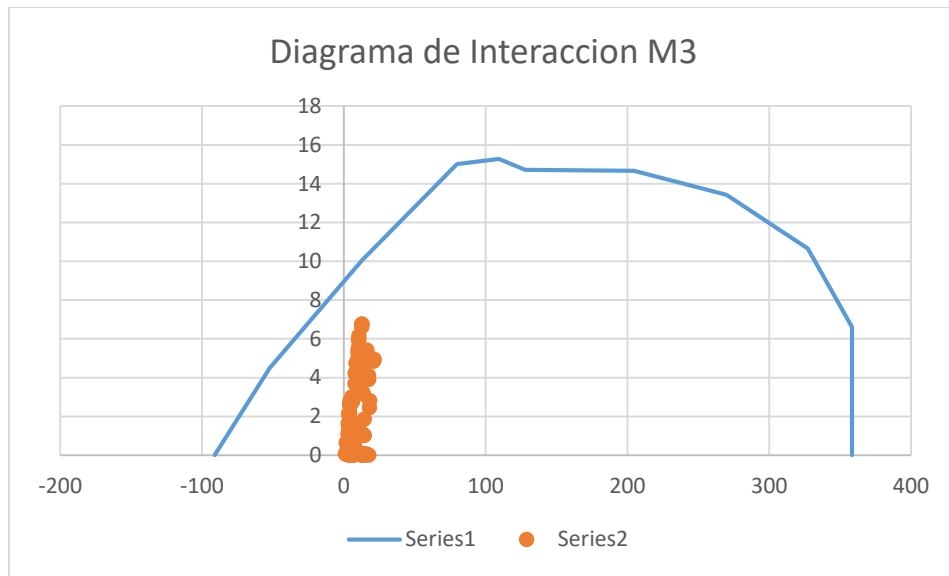


Figura 29. Diagrama de Interacción en la dirección M3.

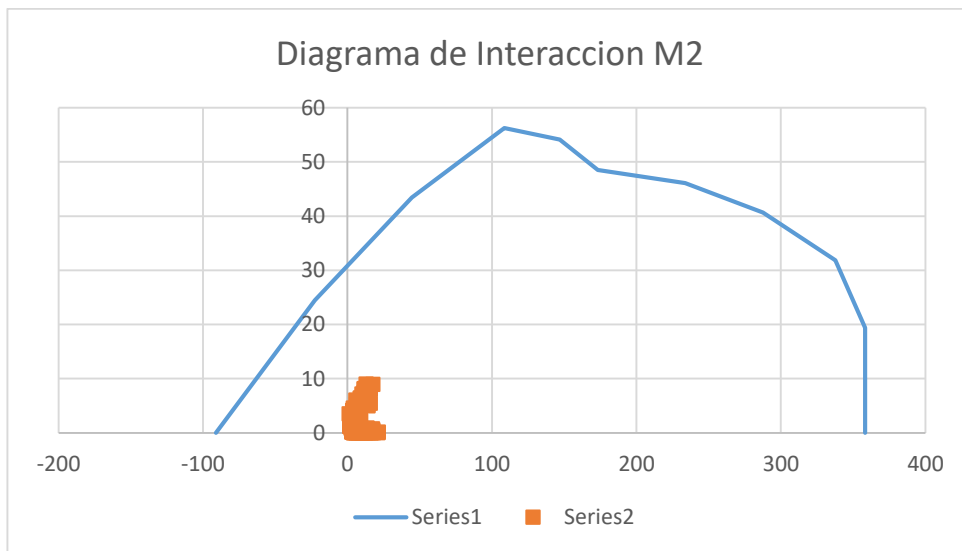


Figura 30. Diagrama de Interacción en la dirección M.

Para el diseño de la losa se ha usado SAFE, con el cual se puede verificar los niveles de deformación y esfuerzo que caen sobre el cimiento, estos valores serán usados para colocar una dimensión y área de acero en los elementos.

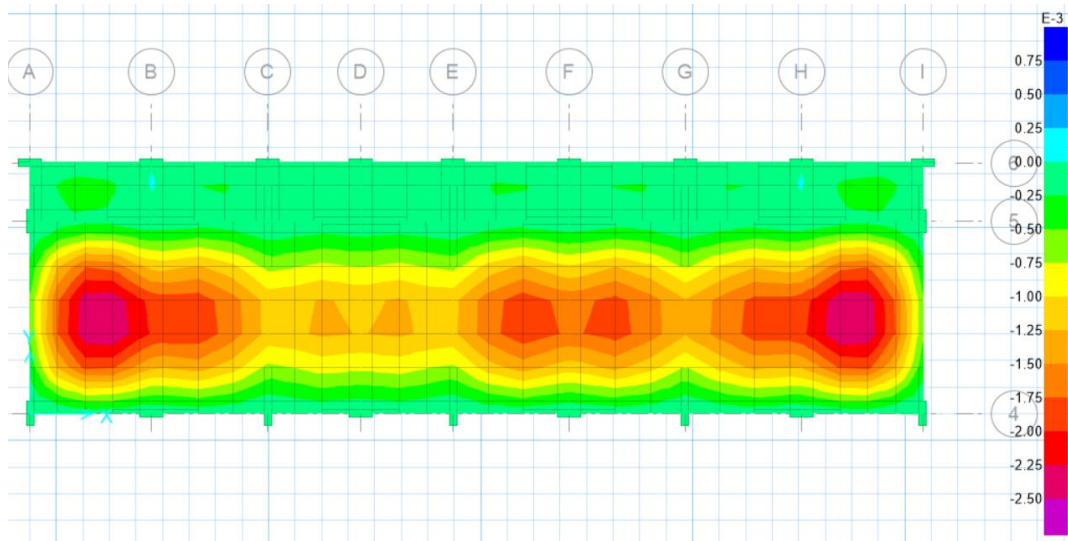


Figura 31. Deformación por cargas de Gravedad. Etabs v19,2020

Se puede ver que las luces grandes dan deformaciones considerables, ello se va verificar en el diseño en concreto, para controlar estas deformaciones, es necesario aumentar el área de acero.

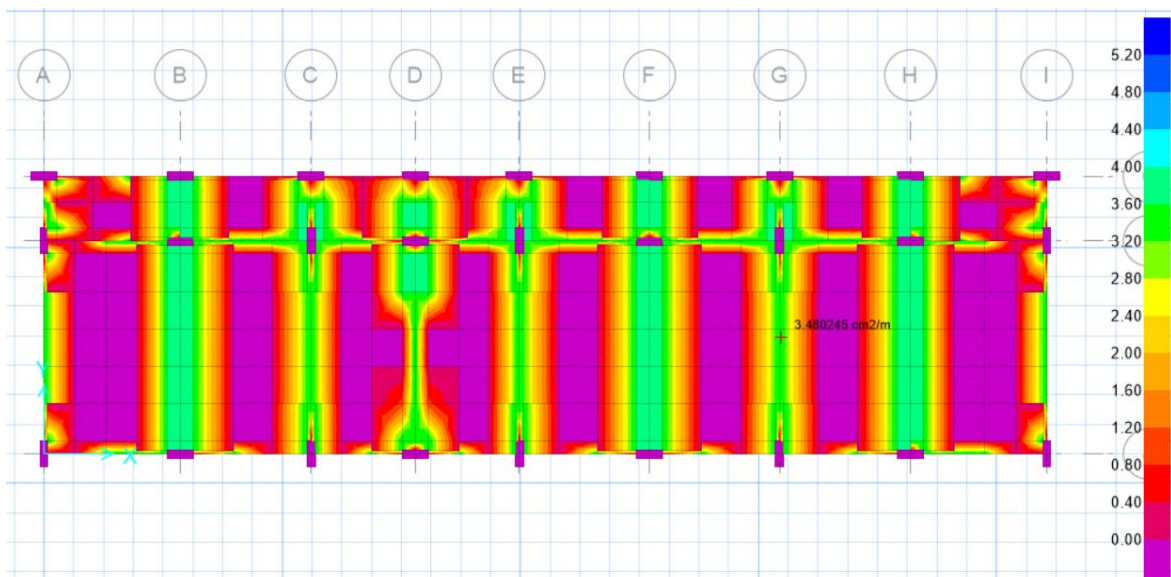


Figura 32. Áreas de Acero Superior. Etabs v19, 2020

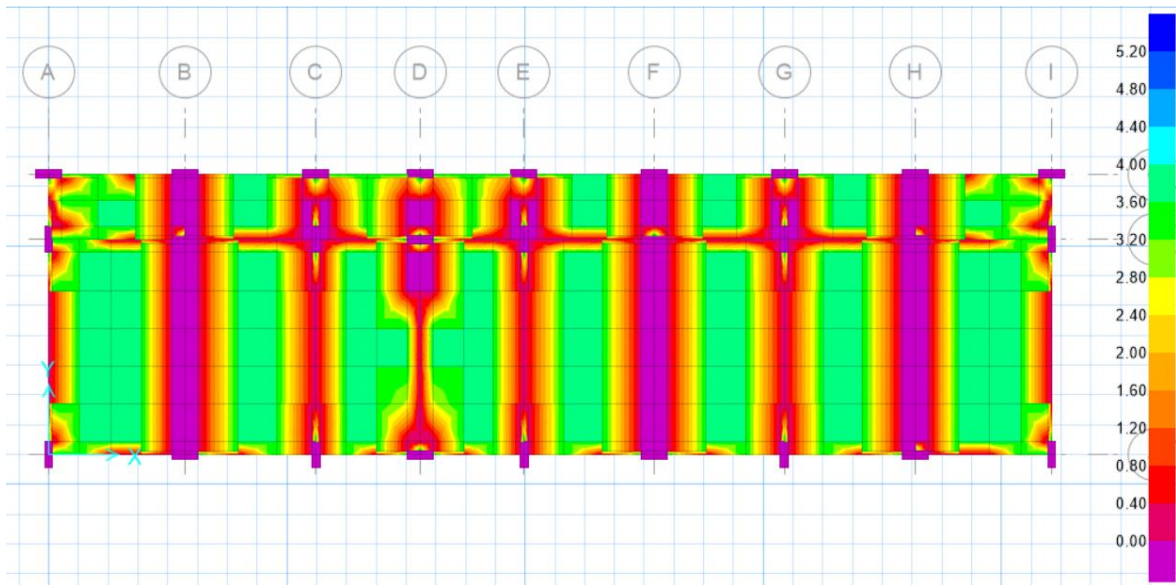


Figura 33. Áreas de acero inferior. Etabs v19,2020

En ello se puede verificar que el área de acero de  $\frac{1}{2}$  es suficiente.

Para el Diseño del cimiento se va usar SAFE, considerando las dimensiones del cimiento mostrado en los planos, los cuales deben soportar las cargas sísmicas y de gravedad.

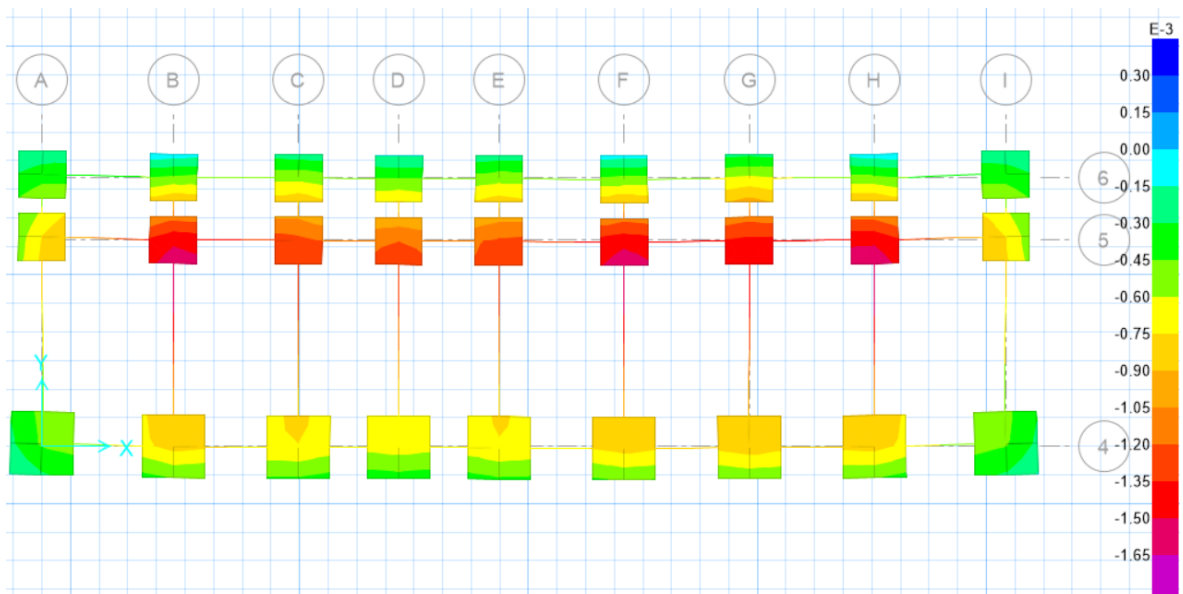


Figura 34. Asentamientos por cargas de gravedad. Etabs v19, 2020

En base a estos asentamientos se va usar las cargas de diseño para calcular las áreas de acero en los elementos.

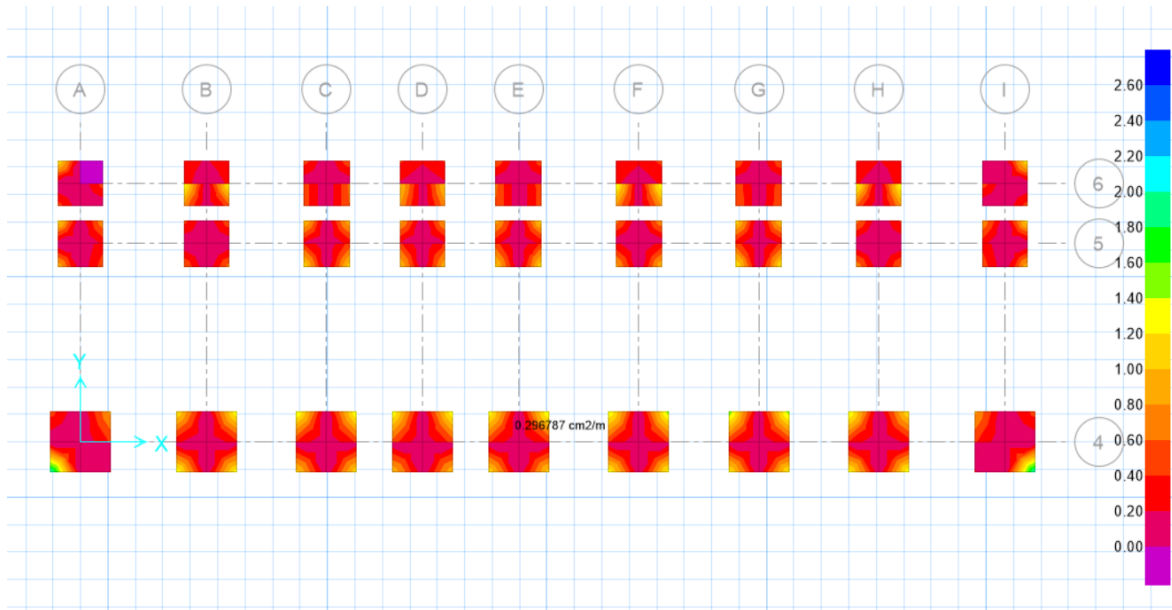


Figura 35. Cimiento con acero distribuido Capa Superior. Etabs v19,2020



Figura 36. Cimiento con acero distribuido Capa Inferior. Etabs v19,2020

Donde se puede ver que la capa superior y a capa inferior cuentan con poco requerimiento de acero, el acero propuesto de 5/8 cada 20cm, es suficiente, el cual a su vez muchas veces es una cantidad de acero algo superior al mínimo.

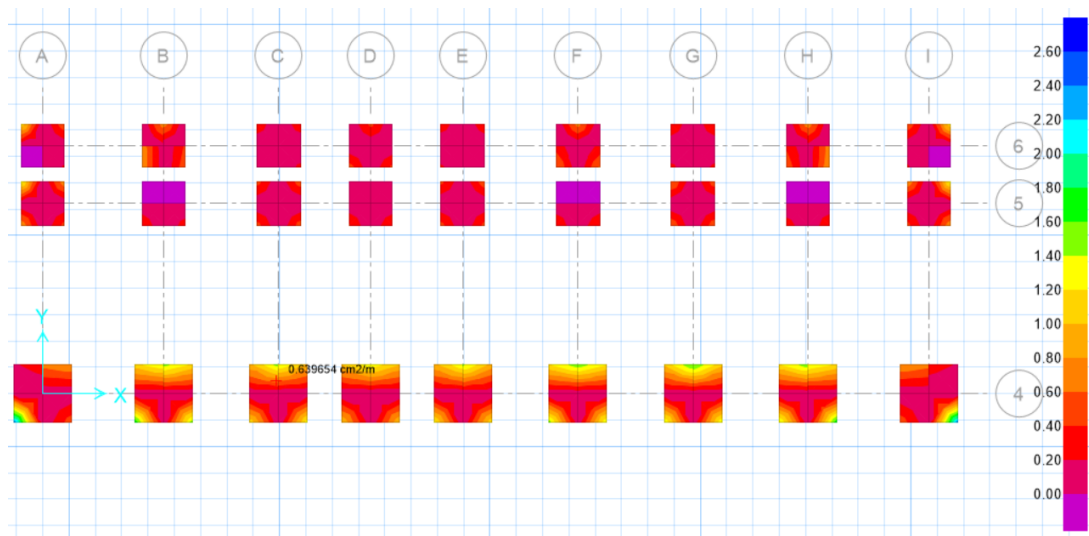


Figura 37. Cimiento con acero distribuido Capa Superior. Etabs v19,2020

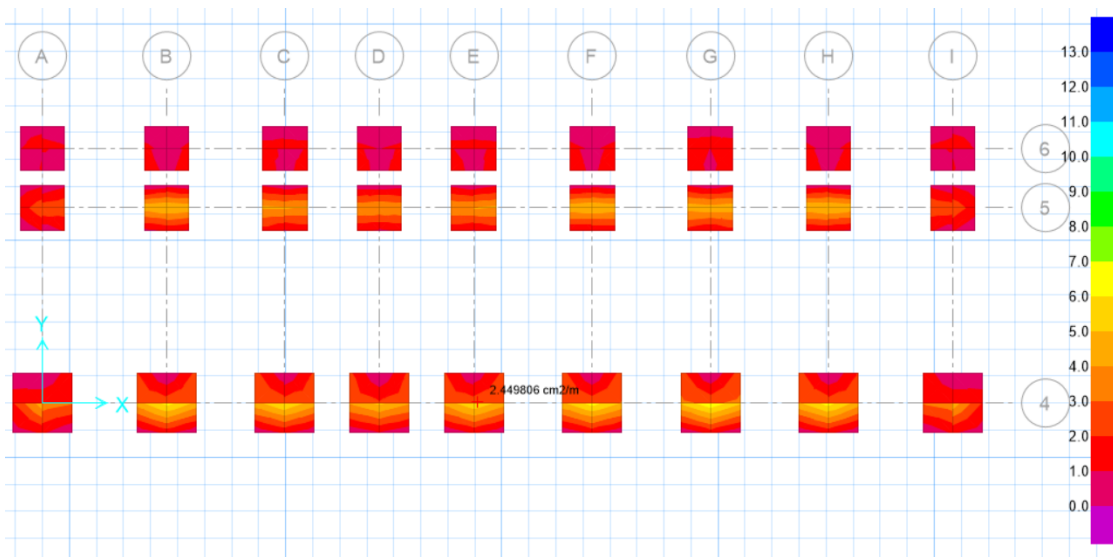


Figura 38. Cimiento con acero distribuido Capa. Etabs v19,2020

Con ello podemos verificar que el cimiento soporta de manera correcta las cargas, el acero de 5/8 cada 20cm, en ambas direcciones cumple con el funcionamiento.

En base a todo esto se propondrá ahora los parámetros para el análisis no lineal el cual se verá desde dos puntos de vista, el primero usando la norma convencional



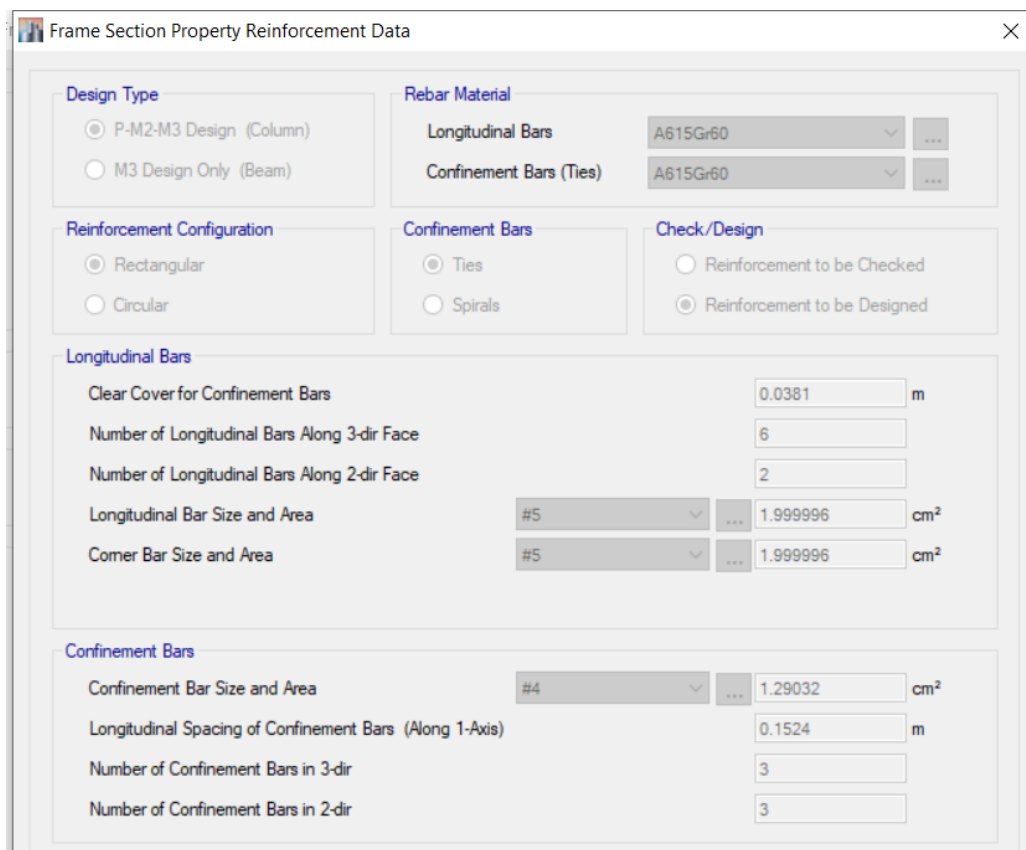
de concreto armado E0.60, la segunda en base a la modificación usando la ecuación de confinamiento dada por Restrepo.

### Curva de Desempeño Norma E0.60

Para poder definir las rotulas plásticas en cada uno de los elementos según la norma E0.60, deben de colocar el refuerzo por corte en base a la norma E0.60, este refuerzo por corte parte en base a los momentos hiperestáticos e isostáticos en los costados de las vigas, los cuales sumados dan el nivel de cortante al cual es sometido en una falla rotulada.

De estas dos componentes la única componente que es afectada por la nueva estimación es la componente del momento resistente de la sección, la componente referente a cargas de gravedad sobre la viga no es afectada y permanece igual.

Como nuestra estructura es existente, se debe colocar las áreas de acero transversal en todos los elementos, estas áreas de acero se colocan en:



Section	Property	Value	Unit
Design Type	<input checked="" type="radio"/> P-M2-M3 Design (Column)		
	<input type="radio"/> M3 Design Only (Beam)		
Rebar Material	Longitudinal Bars	A615Gr60	
	Confinement Bars (Ties)	A615Gr60	
Reinforcement Configuration	<input checked="" type="radio"/> Rectangular		
	<input type="radio"/> Circular		
Confinement Bars	<input checked="" type="radio"/> Ties		
	<input type="radio"/> Spirals		
Check/Design	<input type="radio"/> Reinforcement to be Checked		
	<input checked="" type="radio"/> Reinforcement to be Designed		
Longitudinal Bars	Clear Cover for Confinement Bars	0.0381	m
	Number of Longitudinal Bars Along 3-dir Face	6	
	Number of Longitudinal Bars Along 2-dir Face	2	
	Longitudinal Bar Size and Area	#5	1.999996 cm <sup>2</sup>
	Corner Bar Size and Area	#5	1.999996 cm <sup>2</sup>
	Confinement Bars		
Confinement Bar Size and Area	#4	1.29032 cm <sup>2</sup>	
Longitudinal Spacing of Confinement Bars (Along 1-Axis)	0.1524	m	
Number of Confinement Bars in 3-dir	3		
Number of Confinement Bars in 2-dir	3		

Figura 39: Áreas de Acero y Área transversal. Etabs v19, 2020

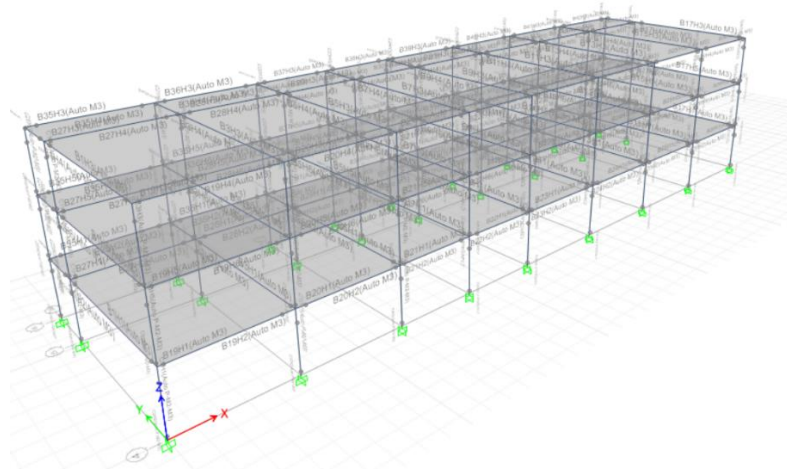


Figura 40. Asignación de Rotulas plásticas. Etabs v19, 2020

En base a estos refuerzos por corte es que se coloca las rotulas plásticas en cada uno de los elementos, como en este caso no es necesario modificar el diseño real, dado que esta fuerza realizado en base a las secciones ya reas existentes, no se modifica el refuerzo por corte, en la siguiente sección se va modificar el refuerzo por corte.

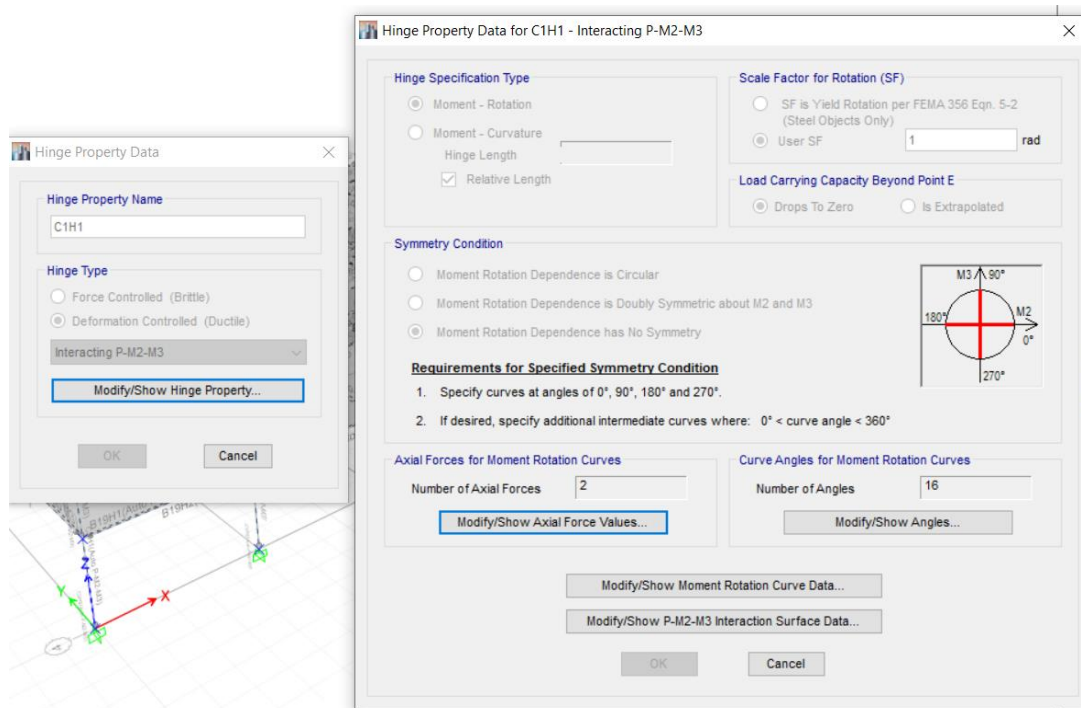


Figura 41. Rotula Plástica de Columna. Etabs v19, 2020

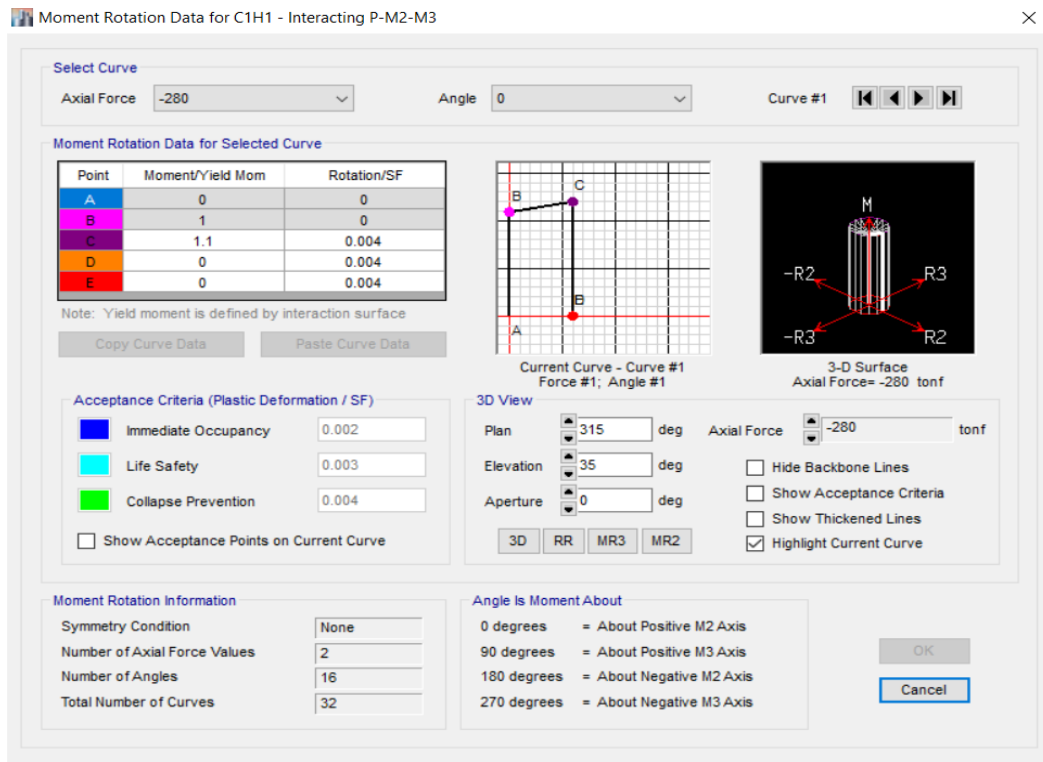


Figura 42. Diagrama de Momento Rotación Columnas. Etabs v19, 2020

Para columnas de concreto armado se usan varios diagramas de momento rotación, en base a la dirección en la que se está analizando, propiamente en este caso se tienen solo 2 direcciones se puede ver 5 etiquetas en este diagrama momento rotación, la aproximación de los diagramas momento rotación esta dado por 3 curvas lineares, considerando cada punto como un límite de daño, relacionados a ocupación inmediata, seguridad de vida, prevención de colapso, mientras la columna vaya tomando rotación se va ir actualizando el punto donde este plastificando, de tal manera que se controle este nivel de daño.

Para las vigas se tiene un efecto similar, este trabaja en un solo eje, ello es lo que lo diferencia del caso anterior, también hace uso del refuerzo transversal, longitudinal y de la sección, en base a ello es que se aproxima el momento usando 3 líneas, este diagrama es llamado diagrama de momento curvatura.

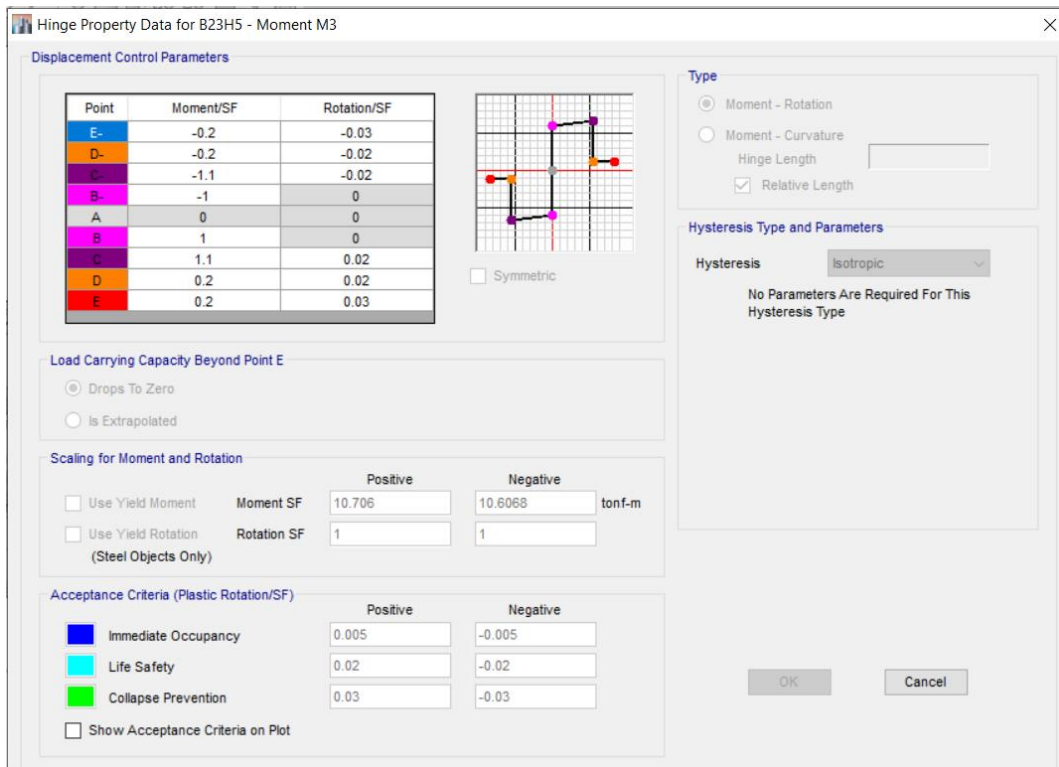


Figura 43. Diagrama de Momento Curvatura. Etabs v19, 2020

Se puede ver como de la misma manera las rotulas definidas por momento curvatura usando el acero y la sección de concreto se basan en líneas rectas, cada uno de estos puntos también cuenta con limites, como los de ocupación inmediata, seguridad de vida y prevención de colapso.

Estas rotulas se definen para cada uno de los elementos, colocados en la cara de la viga a 0.05 de posición relativa del costado y 0.95 de posición relativa del costado contrario en posición relativa, finalmente las rotulas de todos los elementos dan este comportamiento no lineal, el cual se va estudiar usando un patrón de cargas laterales.

Se hará un análisis basado en el control del desplazamiento, monitorizando el último piso unos 30cm como máximo, se puede llegar a valores más grandes, pero no son aplicables ni posiblemente reales valores tan grandes de desplazamiento lateral.

El procedimiento utilizado para realizar los análisis push over se da en base a primero la colocación de toda la carga de gravedad a un nivel de servicio, lo cual implica 100% de CM y 25% de CV, lo que finalmente se traduce en un caso inicial de carga sostenido sobre la estructura.

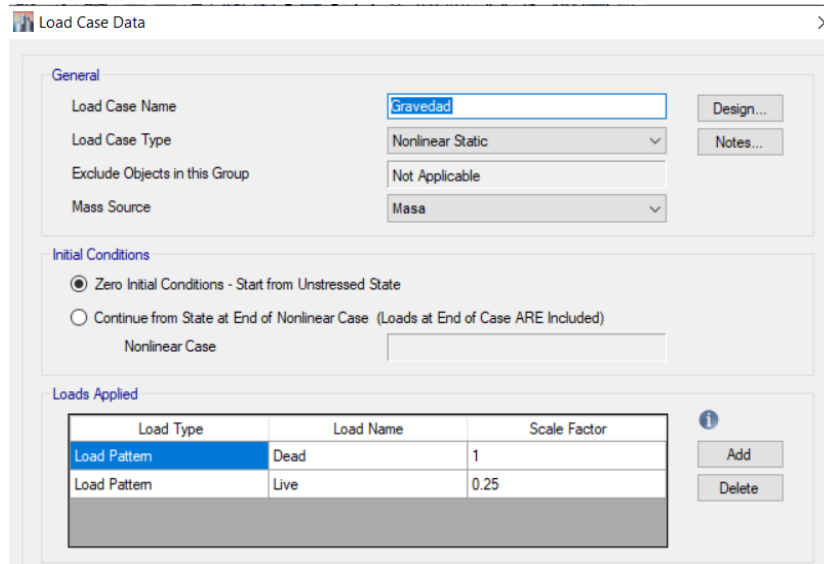


Figura 44. Cargas de gravedad. Etabs v19, 2020

Partiendo de las cargas de gravedad se puede aplicar las cargas laterales, para ello se hará uso de las cargas laterales del sismo estático, las cuales van aplicando fuerzas laterales en la dirección de estudio, estas deformaciones laterales van degradando la estructura y llevándola al estado inelástico mientras cada una de las rotulas va desarrollando plasticidad.

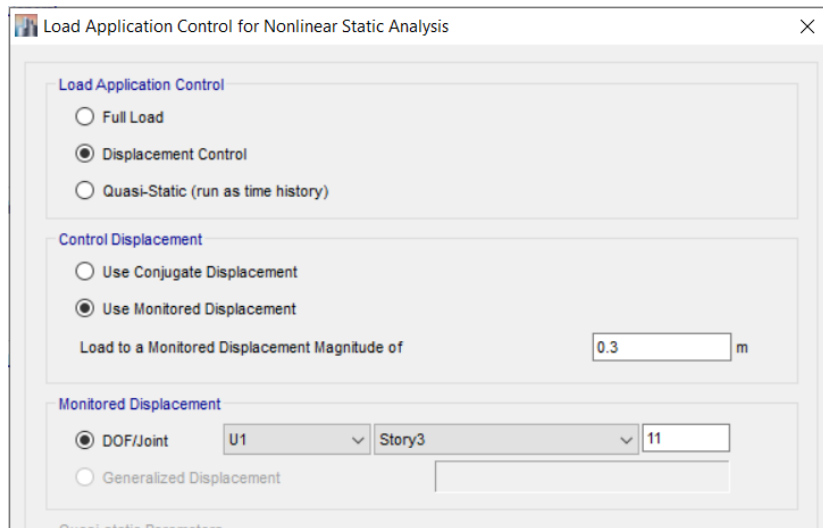


Figura 45. Control de Desplazamientos en X. Etabs v19, 2020

El control se realiza de manera gradual, mientras este desarrolla un máximo de 30cm de ladeo lateral, finalmente se hace un gráfico de la forma de falla obtenida, en base a esta se puede proponer algunas mejoras, para poder reforzar la forma de degradación de daño o zonas fusibles que tenga el proyecto.

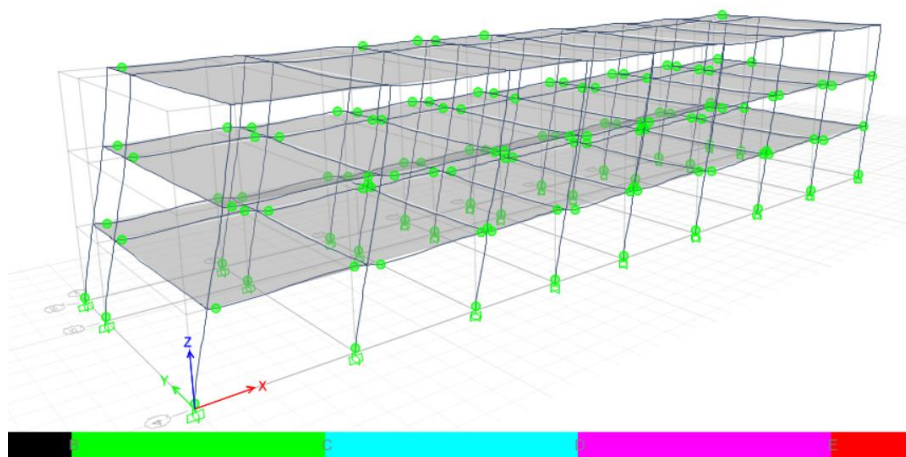


Figura 46. Degradación lateral para el paso 12. Etabs v19, 2020

Como se puede ver se está formando rotulas en las vigas de todos los niveles y columnas del primer nivel, ello hasta ahora es producto de un buen diseño en concreto armado, estudiando los pasos siguientes podemos ver que se cuenta con buena capacidad lateral, todas las rotulas se encuentran con poco daño, esto se

debe tratar a que la estructura fue diseñada usando el sismo R=1, dado que es un colegio.

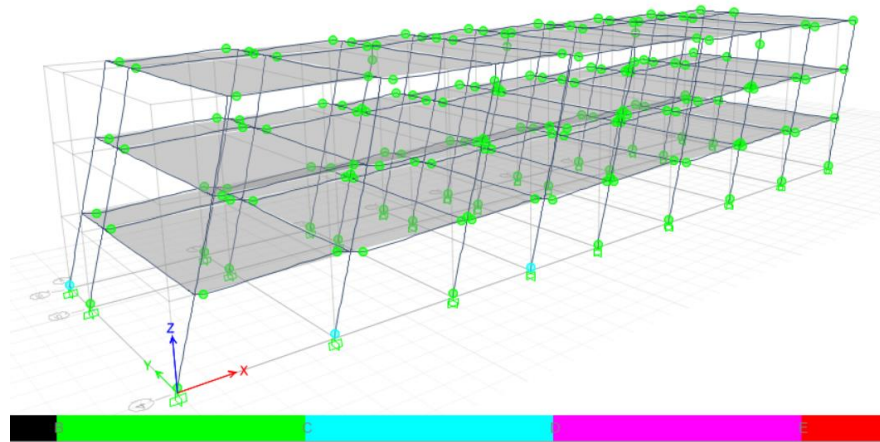


Figura 47. Rotulas de deformación Paso Final d=30cm. Etabs v19, 2020

Habiendo verificado el paso anterior se procede a verificar el push over en la dirección Y, la cual es la más débil.

Para la dirección Y podemos ver como las rotulas se van formando en las vigas de todos los pisos y las columnas del primer piso, lo cual es acorde a un diseño correcto, para el caso de los pisos siguientes en los pasos que se desarrollan luego se va tener el siguiente mecanismo de falla.

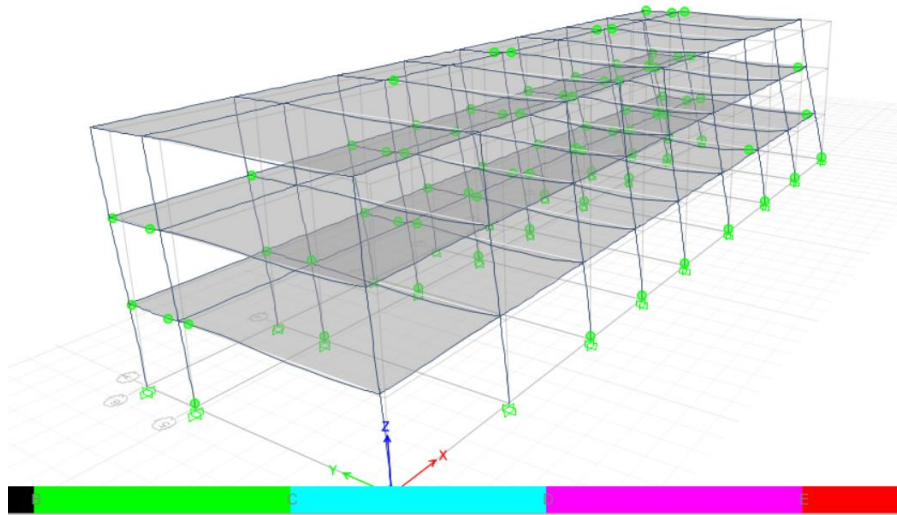


Figura 48. Mecanismo de falla paso 12. Etabs v19, 2020

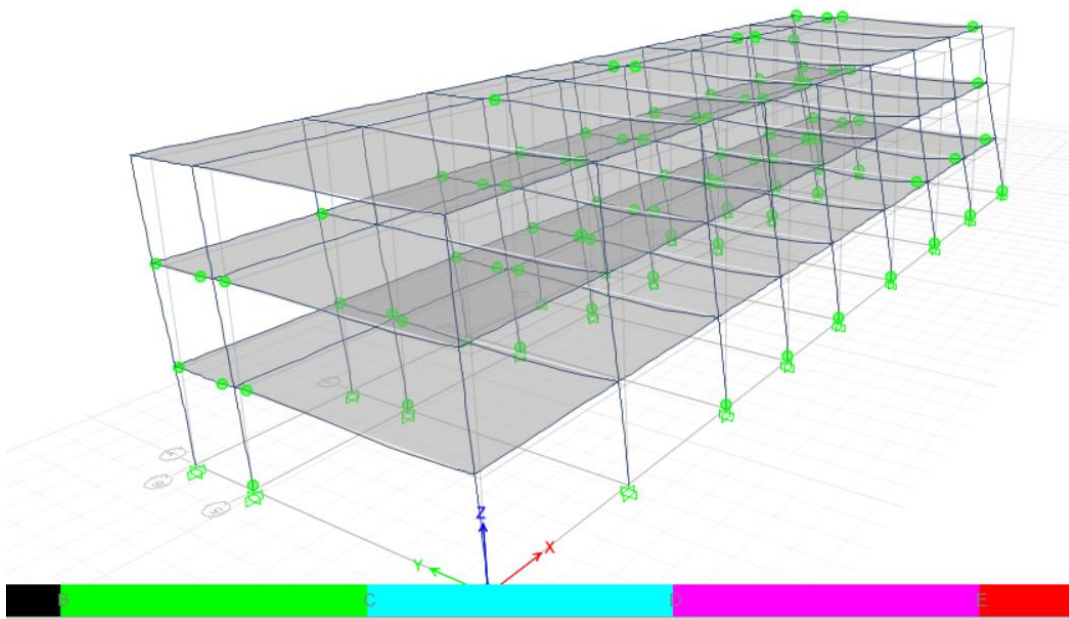


Figura 49. Mecanismos de falla Y paso final. Etabs v19, 2020

Como se puede ver también para el caso de las fuerzas sísmicas, no se tiene un deterioro de la sección pronunciado, por lo que podemos decir que la estructura se encuentra con buen comportamiento sísmico actualmente y no es necesario realizar algún tipo de reforzamiento, todo según la teoría del E0.60, la cual estima el momento en base a una ecuación distinta al caso del paper.



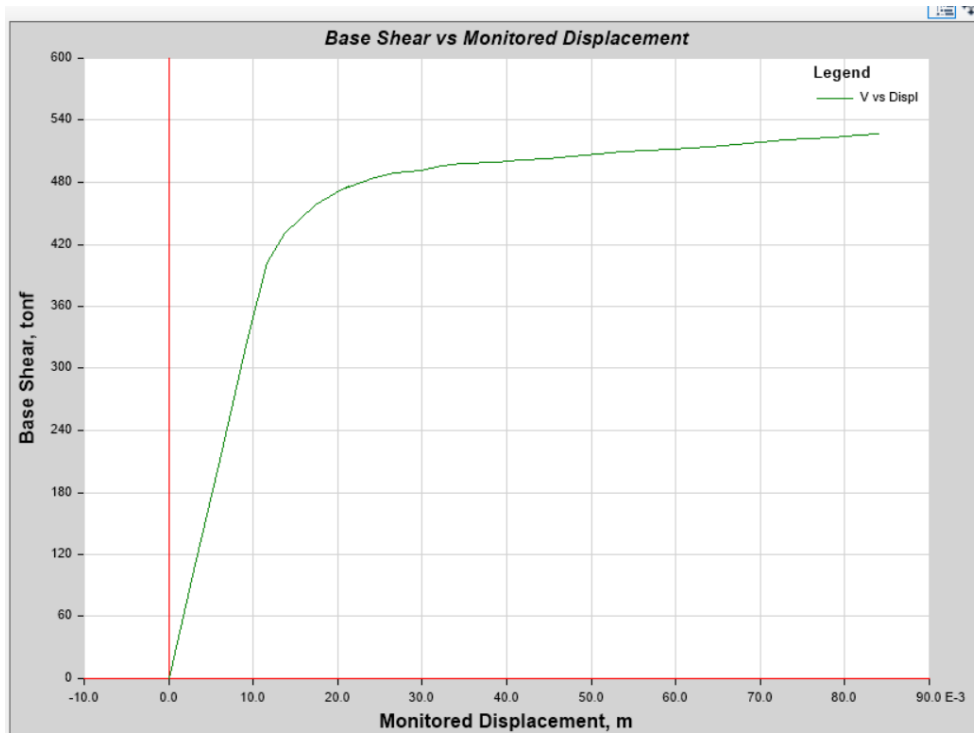


Figura 50. Curva Pushover Dirección X. Etabs v19, 2020

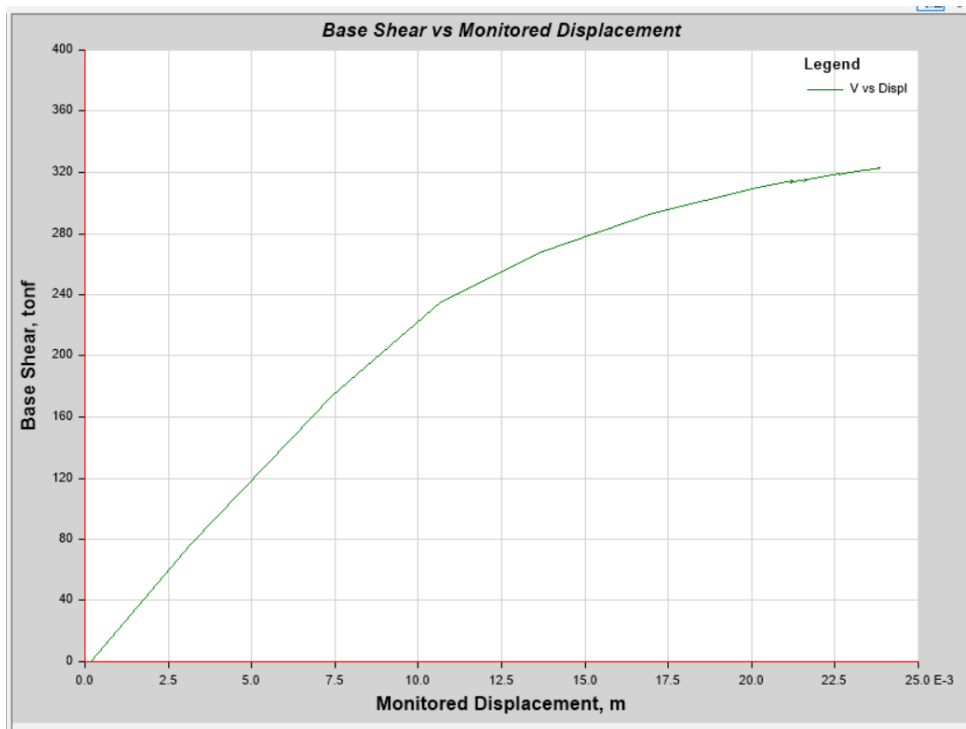


Figura 51. Curva de Pushover Dirección Y. Etabs v19, 2020

Como se puede ver que la dirección en Y la capacidad lateral es más baja, dado que no se cuenta con muchas columnas.

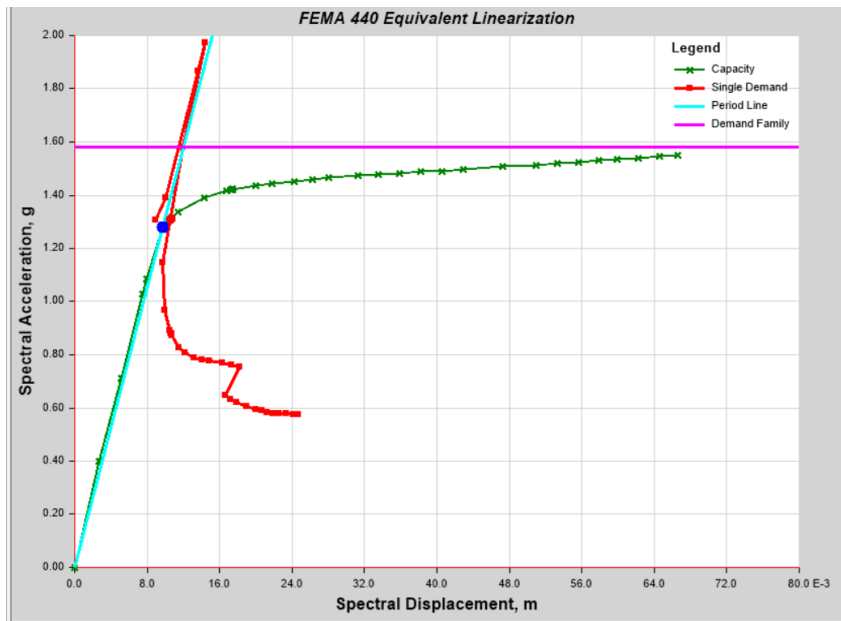


Figura 52. Punto de Desempeño X FEMA. Etabs v19, 2020

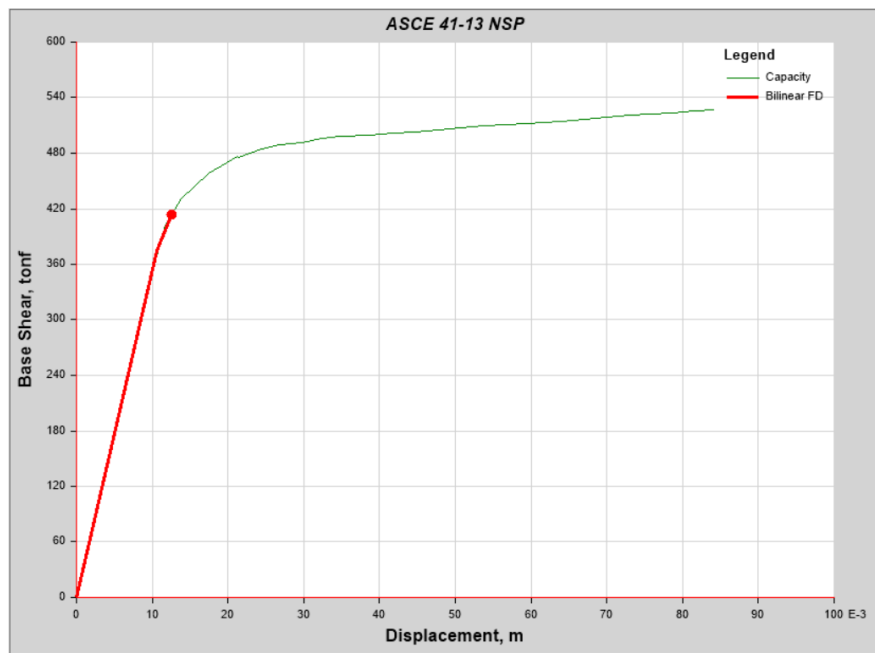


Figura 53. Punto de Desempeño X ASCE. Etabs v19, 2020

### **3.5. Método de Análisis**

Los métodos de análisis consisten en métodos no lineales, los cuales deben ser calibrados con resultados de ensayos y expresiones de la norma, estas ecuaciones intentan estimar los resultados de la variación de las propiedades del concreto en el tiempo, lo cual es lo que origina la curva de capacidad y su variación, también se hará uso de límites y recomendaciones de concreto armado de la norma E0.60.

### **3.6. Aspectos Éticos**

Para poder desarrollar la tesis se consideraron los siguientes aspectos éticos:

Respeto por la propiedad intelectual.

Se ha referenciado todos los textos y conceptos tomados de diferentes autores, así como las gráficas y tablas respectivas.

Honestidad.

Se ha realizado cada una de las pruebas considerando los resultados sin haber sido alterados de ninguna forma, se consideró que cada uno de estos cálculos son propios y cumplen con la finalidad de la tesis.

Responsabilidad Social.

Se evaluó los efectos que pueden tener sobre la sociedad los resultados, así como que las pruebas no afecten de ninguna manera el medio social.

## **IV.RESULTADOS**

Para el cálculo del punto de desempeño se va usar el método del FEMA, el cual usa el espectro de diseño u otro espectro con el cual se quiera evaluar la estructura, con ello se encuentra el siguiente punto de desempeño.

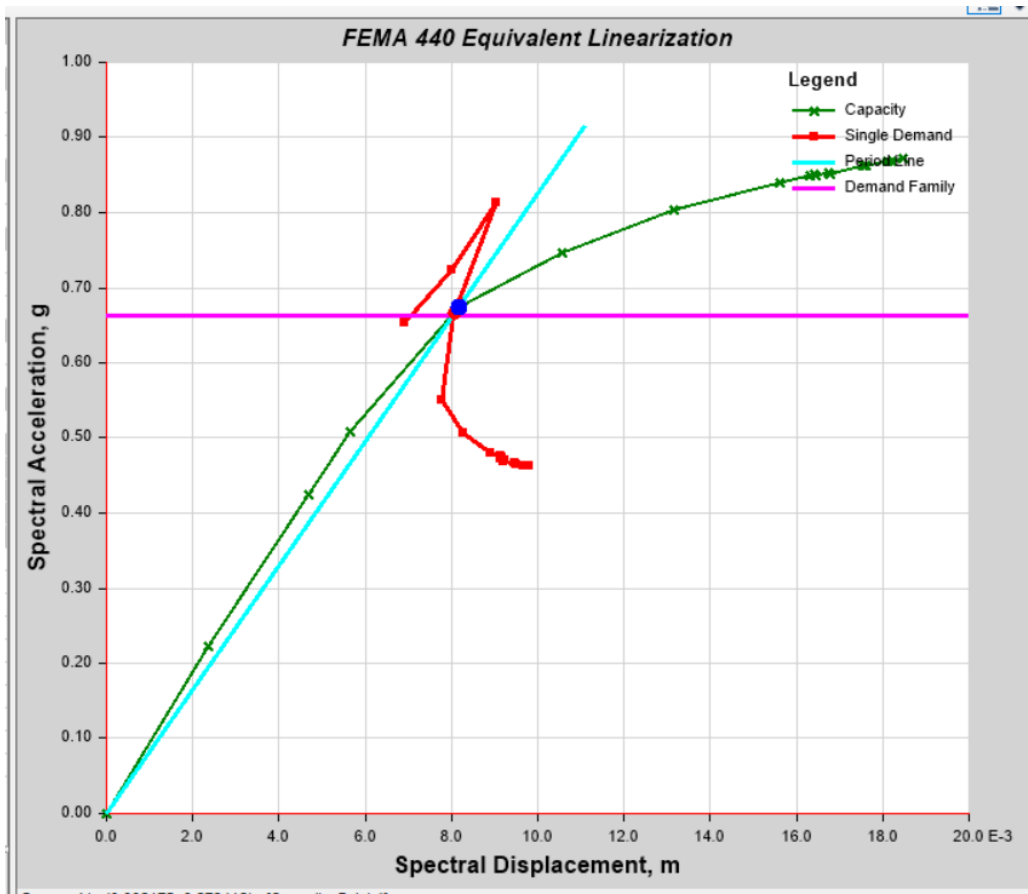


Figura 54. Curva de Capacidad Método FEMA Dirección Y. Etabs v19, 2020

Para la dirección en X, el punto de desempeño para el sismo a nivel de diseño es de 1.25cm, con un 413.44 tonf para el método del ASCE, para el método del FEMA da un valor de 1.165cm con un cortante de  $M \cdot 1.336$ , se puede ver que los valores son similares, con ello el valor de ductilidad es de  $8.4/1.25$  lo que da un valor de 6.72, la sobre resistencia es de  $526.999/413.44$ , dando un valor de 1.27, finalmente el R sísmico aplicado es de  $1.27 \cdot 6.72 = 8.56$  para el método ASCE, valor que es más grande que el valor propuesto por la norma de 8, ello también nos demuestra que la estructura tienen un diseño correcto, para el método del FEMA se obtiene un valor de 1.13cm como punto de desempeño, con un cortante de  $1.34 \cdot M$ , con una ductilidad de  $6.65/0.9718 = 6.84$ , y una sobre resistencia de  $1.55/1.28$ , lo que da una sobre resistencia de 1.21, dando un R de reducción sísmica de 8.28.

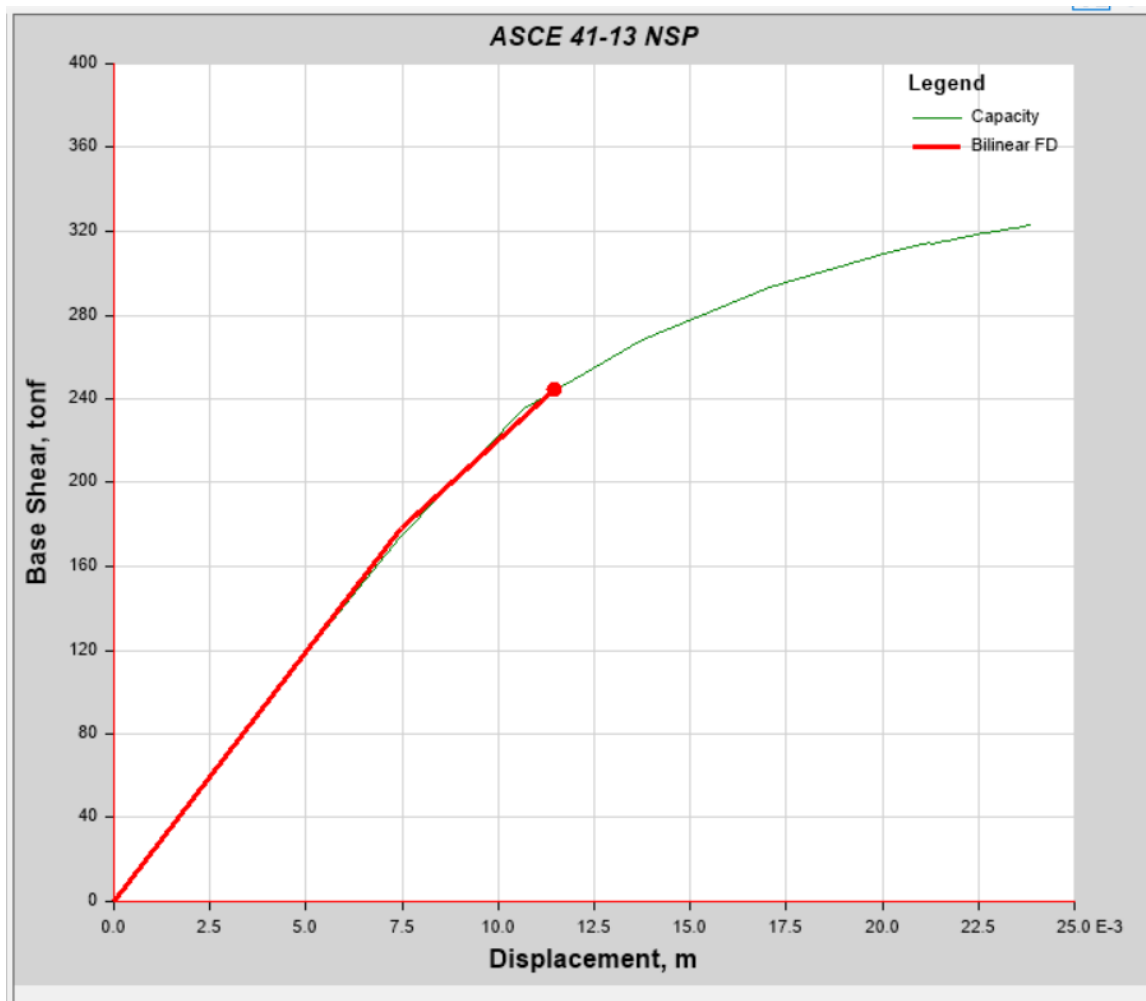


Figura 55. Curva de Capacidad Método ASCE Dirección Y. Etabs v19, 2020

Para la dirección en Y se tiene un punto de desempeño de 0.88cm, para el cortante se tiene un valor de  $0.673 \cdot M$ , con una ductilidad de  $1.85/0.566=3.26$  y una sobre resistencia de  $0.8721/0.508=1.716$ , lo que da un R de resistencia de 5.59, dicho valor no es muy bueno para una estructura que usa un R 8 de base, sin embargo, pasa las verificaciones de desplazamiento, según el FEMA.

Para las verificaciones del ASCE se tiene un punto de desempeño de 1.14cm, con un cortante de 244.25 tonf, para el cálculo de la ductilidad se tiene  $2.39/0.7459=3.20$ , con un valor de cortante de  $323.2/178.16=1.81$ , dando un valor de R de 5.85, lo cual es un valor muy cercano al otro método, sin embargo, se puede ver como se usaron fuerzas para el diseño convencional, no se tomaron como referencia los desplazamientos en gran manera.

Procedemos a evaluar las otras estructuras en base a estos mismos criterios, tales como el punto de desempeño y los valores de cortante aceptados, junto con sus respectivas deformaciones.

#### Curva de Desempeño Restrepo

Para poder aplicar la ecuación de estimación en base a datos experimentales se tiene que modificar también las combinaciones de carga o los momentos resistentes que generan las secciones de concreto, respecto al caso convencional de la norma E0.60, dado que el momento real obtenido por medición en el tiempo es casi 2 veces más grande que los momentos en estado nuevo de la edificación, es por ello que se debe de modificar el refuerzo por corte, la sección transversal con el área de acero y otros parámetros.

Para ello vamos a modificar las combinaciones de carga según el valor obtenido de momento o de ratio de momento con respecto al valor nominal de la norma E0.60, en base a ello se obtuvo un valor de 2 con respecto al valor inicial.

Para este caso también se han armado las rotulas del proyecto, solo que se está usando los valores de cortante y el refuerzo estimado por la ecuación de Restrepo, el cual ronda dentro de 2 a 3 veces el valor nominal estimado por la norma E0.60, con lo que se armó la curva de capacidad estructural en ambos sentidos X y Y.

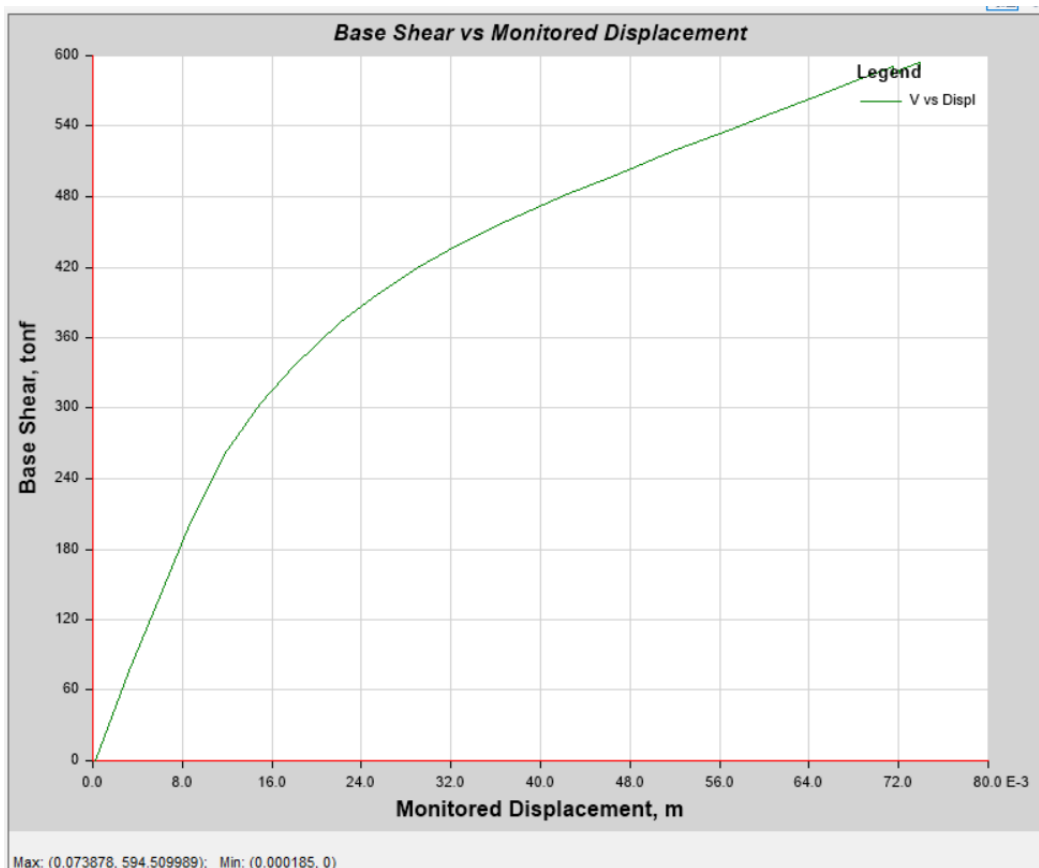


Figura 56. Curva de Capacidad X. Etabs v19, 2020

Figura 57. Curva de Capacidad Y. Etabs v19, 2020

Los resultados muestran para el pushover en X según el FEMA un valor de ductilidad del  $7.27/0.8766=8.29$  de ductilidad con punto de desempeño de 1.12cm para un cortante de  $1.44 \cdot M$ , la sobre resistencia es de  $3.2/1.2=2.66$ , dando un R de reducción de casi 22.05, para el método de ASCE7 el punto de desempeño da un valor de 1.256 cm, para la ductilidad se obtiene un valor de  $9.26/1.10=8.41$  con una sobre resistencia de  $969.02/452.98=2.13$  obteniendo un R de reducción de 17.99, para la dirección Y se obtiene.

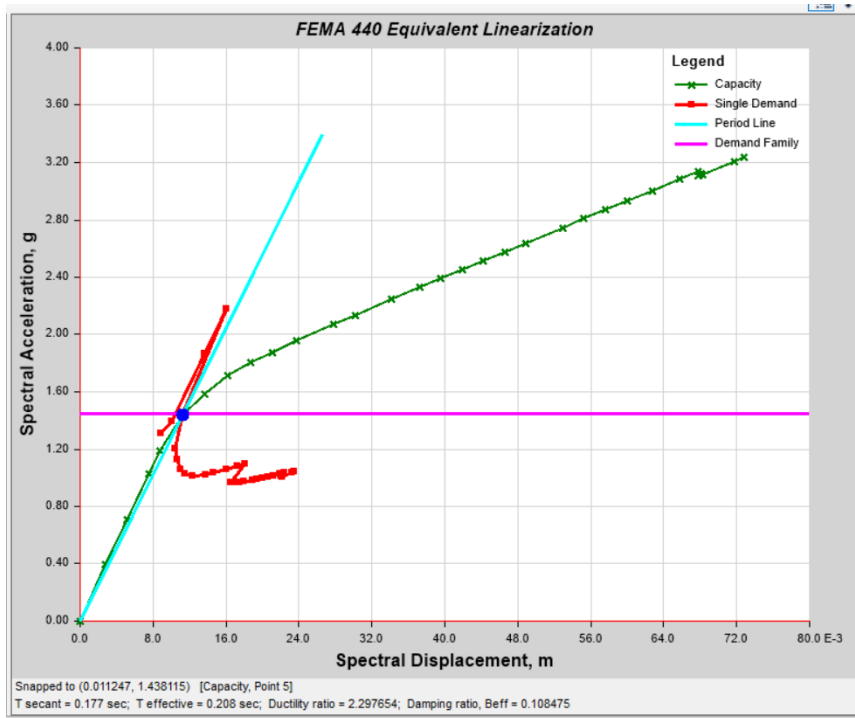


Figura 58. Punto de Desempeño en X FEMA. Etabs v19, 2020

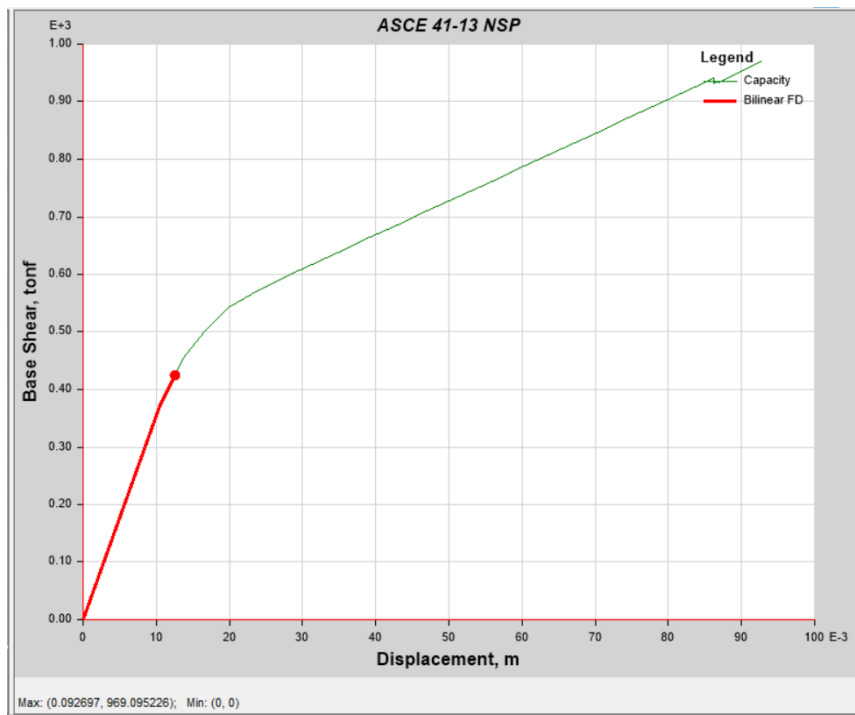


Figura 59. Punto de Desempeño en X ASCE. Etabs v19, 2020



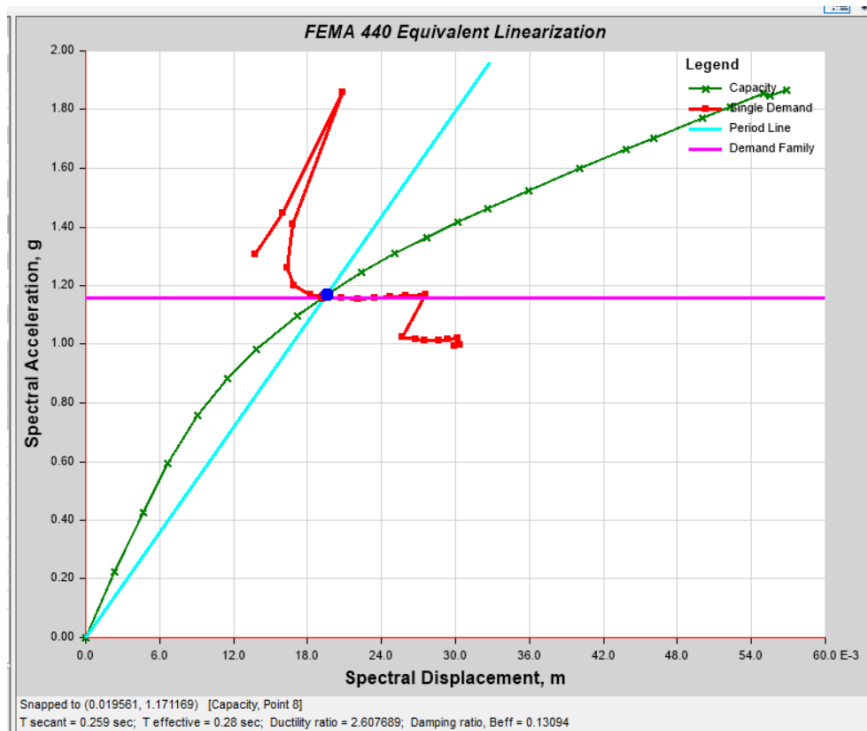


Figura 60. Punto de Desempeño Y FEMA. Etabs v19, 2020

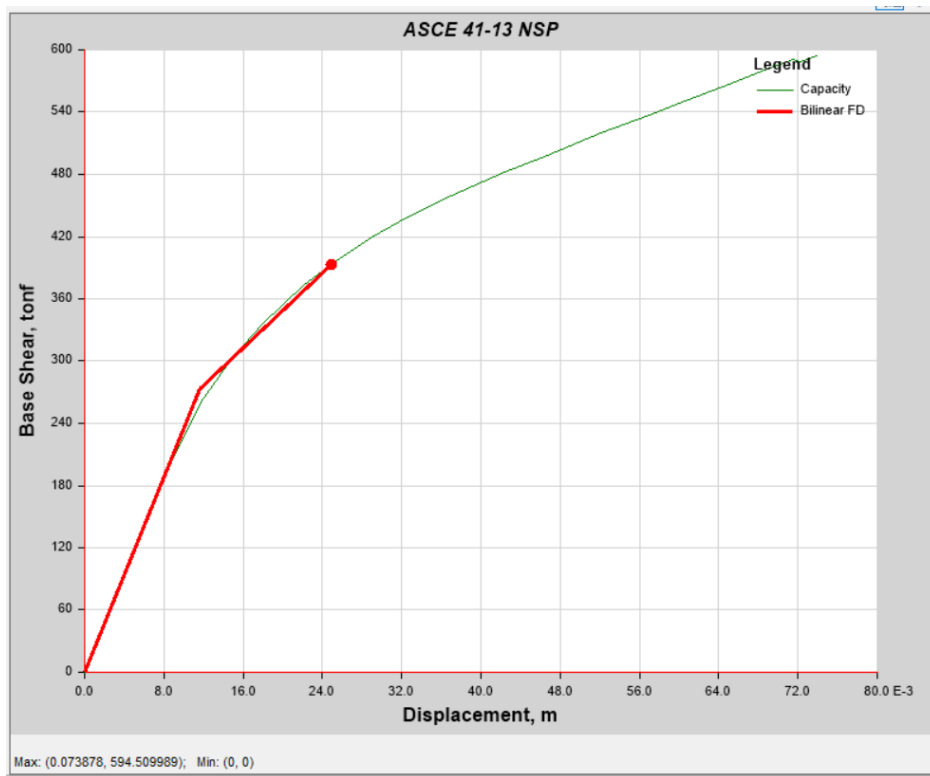


Figura 61. Punto de Desempeño Y ASCE. Etabs v19, 2020

Para la dirección en Y los resultados son, punto de desempeño según el método del FEMA 1.90cm, para la ductilidad se tiene  $5.68/0.90=6.31$ , para la sobre resistencia se tiene  $1.86/0.76= 2.447$ , lo que da un R de reducción de 15.44, para el método del ASCE se tiene unos valores de 2.48cm de punto de desempeño, para la ductilidad se tiene un valor de  $7.38/1.16=6.36$ , para la sobre resistencia da un valor de  $594.5/273=2.177$ , lo cual da un R de reducción de 13.85.

#### 4.1 Resultados Estadísticos

DUCTILIDAD: Para el caso de ductilidad se han obtenido los siguientes datos:

Tabla 8. Ductilidad

HIPOTESIS ESPEC. 2 :	DUCTILIDA D				
RNE	DIRECCION X	DIRECCIO N Y	RESTREP O	DIRECCIO N X	DIRECCIO N Y
FEMA	6.84	3.26	FEMA	8.41	6.31
ASCE	6.72	3.2	ASCE	8.29	6.36

Fuente: Elaboración Propia

Realizando la prueba de normalidad

Tabla 9. Normalidad

Prueba de Shapiro Wilk			
		RNE	RESTREPO
N		4	4
Parámetros normales <sup>a,b</sup>	Media	5,0050	7,3425
	Desv.	2,05033	1,16457
	Desviación		
Máximas diferencias extremas	Absoluto	,303	,301
	Positivo	,303	,301
	Negativo	-,299	-,292
Estadístico de prueba		,303	,301
Sig. asintótica(bilateral)		. <sup>c,d</sup>	. <sup>c,d</sup>
a. La distribución de prueba es normal.			
b. Se calcula a partir de datos.			
c. Corrección de significación de Lilliefors.			
d. La significación no se puede calcular porque la suma de las ponderaciones de casos es menor que 5.			

Fuente: Elaboración Propia

Realizando la prueba de Shapiro Wilk a cada muestra, se observa que presentan distribución normal.

Pruebas t de Student para dirección x

**Tabla 10.** Prueba de T de Student para dirección x ductilidad

	<b>Dirección X RNE</b>	<b>Dirección X RESTREPO</b>
Media	6.78	8.35
Varianza	0.0072	0.0072
Observaciones	2	2
Varianza agrupada	0.0072	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	2	
Estadístico t	- 18.50262744	
P(T<=t) una cola	0.001454137	
Valor crítico de t (una cola)	2.91998558	
P(T<=t) dos colas	<b>0.002908275</b>	
Valor crítico de t (dos colas)	4.30265273	

Fuente: Elaboración Propia

Se observa que existen diferencias significativas entre ambos métodos.

Por lo tanto, la hipótesis específica que dice que “Existen diferencias significativas entre la aplicación del método de momento probable de la curva de capacidad y la evaluación de la ductilidad en la dirección X del comportamiento estructural en las edificaciones del C.E.I. Jose Antonio de Sucre Yanahuara-Arequipa.”, se acepta debido a que el p-valor es inferior al nivel de significancia del 5%.

Prueba T de Student para dirección y

**Tabla 11.** Prueba T de Student para dirección y ductilidad

	<b>Dirección Y RNE</b>	<b>Dirección Y RESTREPO</b>
Media	3.23	6.335
Varianza	0.0018	0.00125
Observaciones	2	2
Varianza agrupada	0.001525	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	2	
Estadístico t	- 79.51090244	
P(T<=t) una cola	7.90703E-05	
Valor crítico de t (una cola)	2.91998558	
P(T<=t) dos colas	<b>0.000158141</b>	
Valor crítico de t (dos colas)	4.30265273	

Fuente: Elaboración Propia

Se observa que existen diferencias significativas entre ambos métodos.

Por lo tanto, la hipótesis específica que dice que “Existen diferencias significativas entre la aplicación del método de momento probable de la curva de capacidad y la evaluación de la ductilidad en la dirección Y del comportamiento estructural en las edificaciones del C.E.I. Jose Antonio de Sucre Yanahuara-Arequipa.”, se acepta debido a que el p-valor es inferior al nivel de significancia del 5%.

## PUNTO DE DESEMPEÑO

Para el caso del punto de desempeño se han obtenido los siguientes datos:

**Tabla 12. Punto de Desempeño**

HIPOTESIS ESPEC. 3 :	PUNTO DE DESEMPEÑO				
RNE	DIRECCION X	DIRECCION Y	RESTREPO	DIRECCION X	DIRECCION Y
FEMA	1.165	1.14	FEMA	1.12	1.9
ASCE	1.25	0.88	ASCE	1.256	2.48

Fuente: Elaboración Propia

Pruebas t de Student para dirección x

**Tabla 13. Prueba de T de Student para dirección x punto de desempeño**

<b>Prueba t de Student para medias de dos muestras emparejadas</b>		
	<b>DIRECCION X</b>	<b>DIRECCION X</b>
	<b>RNE</b>	<b>RESTREPO</b>
Media	1.2075	1.188
Varianza	0.0036125	0.009248
Observaciones	2	2
Coeficiente de correlación de Pearson	1	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	1	
Estadístico t	0.764705882	
P(T<=t) una cola	0.292192463	
Valor crítico de t (una cola)	6.313751515	
P(T<=t) dos colas	0.584384926	
Valor crítico de t (dos colas)	12.70620474	

Fuente: Elaboración Propia

Se observa que existen diferencias significativas entre ambos métodos.

Por lo tanto, la hipótesis específica que dice que “Existen diferencias significativas entre la aplicación del método de momento probable de la curva de capacidad y la evaluación del punto de desempeño en la dirección X del comportamiento estructural en las edificaciones del C.E.I. Jose Antonio de Sucre Yanahuara-Arequipa.”, se acepta debido a que el p-valor es inferior al nivel de significancia del 5%.

Prueba T de Student para dirección y

**Tabla 14. Prueba T de Student para dirección y punto de desempeño**

<b>Prueba t de Student para medias de dos muestras emparejadas</b>		
	<b>DIRECCION Y</b>	<b>DIRECCION Y</b>
	<b>RNE</b>	<b>RESTREPO</b>
Media	1.01	2.19
Varianza	0.0338	0.1682
Observaciones	2	2
Coeficiente de correlación de Pearson	-1	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	1	
Estadístico t	-2.80952381	
P(T<=t) una cola	0.108846011	
Valor crítico de t (una cola)	6.313751515	
P(T<=t) dos colas	0.217692021	
Valor crítico de t (dos colas)	12.70620474	

Fuente: Elaboración Propia

Se observa que existen diferencias significativas entre ambos métodos.

Por lo tanto, la hipótesis específica que dice que “Existen diferencias significativas entre la aplicación del método de momento probable de la curva de capacidad y la evaluación del punto de desempeño en la dirección Y del comportamiento estructural en las edificaciones del C.E.I. Jose Antonio de Sucre Yanahuara-Arequipa.”, se acepta debido a que el p-valor es inferior al nivel de significancia del 5%.

## SOBRE RESISTENCIA

Para el caso de la sobre resistencia se han obtenido los siguientes datos:

**Tabla 15. Sobre resistencia**

HIPOTESIS ESPEC. 4:	SOBRE RESISTENCIA				
RNE	DIRECCION X	DIRECCION Y	RESTREPO	DIRECCION X	DIRECCION Y
FEMA	1.21	1.716	FEMA	2.13	2.45
ASCE	1.27	1.81	ASCE	2.66	2.18

Fuente: Elaboración Propia

Pruebas t de Student para dirección x

**Tabla 16. Prueba de T de Student para dirección x sobre resistencia**

Prueba t de Student para medias de dos muestras emparejadas		
	DIRECCION X	DIRECCION X
	RNE	RESTREPO
Media	1.24	2.395
Varianza	0.0018	0.14045
Observaciones	2	2
Coeficiente de correlación de Pearson	1	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	1	
Estadístico t	-4.914893617	
P(T<=t) una cola	0.063892222	
Valor crítico de t (una cola)	6.313751515	
P(T<=t) dos colas	0.127784444	
Valor crítico de t (dos colas)	12.70620474	



Fuente: Elaboración Propia

Se observa que existen diferencias significativas entre ambos métodos.

Por lo tanto, la hipótesis específica que dice que “Existen diferencias significativas entre la aplicación del método de momento probable de la curva de capacidad y la evaluación de la sobre resistencia en la dirección x del comportamiento estructural en las edificaciones del C.E.I. Jose Antonio de Sucre Yanahuara-Arequipa.”, se acepta debido a que el p-valor es inferior al nivel de significancia del 5%.

Prueba T de Student para dirección y

**Tabla 17:** Prueba T de Student para dirección y sobre resistencia

<b>Prueba t de Student para medias de dos muestras emparejadas</b>		
	<b>DIRECCION Y</b>	<b>DIRECCION Y</b>
	<b>RNE</b>	<b>RESTREPO</b>
Media	1.763	2.315
Varianza	0.004418	0.03645
Observaciones	2	2
Coefficiente de correlación de Pearson	-1	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	1	
Estadístico t	-3.032967033	
P(T<=t) una cola	0.10137729	
Valor crítico de t (una cola)	6.313751515	
P(T<=t) dos colas	0.202754579	
Valor crítico de t (dos colas)	12.70620474	

Fuente: Elaboración Propia

Se observa que existen diferencias significativas entre ambos métodos.

Por lo tanto, la hipótesis específica que dice que “Existen diferencias significativas entre la aplicación del método de momento probable de la curva de capacidad y la evaluación de la sobre resistencia en la dirección y del comportamiento estructural

en las edificaciones del C.E.I. Jose Antonio de Sucre Yanahuara-Arequipa.”, se acepta debido a que el p-valor es inferior al nivel de significancia del 5%.

## **V.DISCUSIÓN**

En la investigación *Cyclic Shear and Flexural Behavior of L- and T-Columns*, paper presentado en el Journal del ACI por Yu-Chen Ou y An-Nhien Truong en el 2019, se estudia el movimiento cíclico de columnas de forma L y T, las cuales hasta la fecha son de las menos estudiadas por la literatura, dada la naturaleza más caótica que tienen, las partes perpendiculares a la sección principal siempre han sido el problema de cómo estos elementos no cuentan con toda su sección elástica, es por ello que se puede decir que el comportamiento cíclico es más difícil de predecir, las secciones de columnas no rectangulares incluso no cuentan con expresiones para definir su ductilidad en base a diagramas momento rotación, es por ello que su estudio es importante, en este proyecto se puede ver como la predicción del comportamiento estructural es complicado y debe de ser propuesto considerando un modelo tri lineal como soporte, lo cual implica un costo computacional elevado aparte que se quiere realizar un análisis tiempo historia, esto tiene contraste con lo que se sugiere en el documento de soporte.

En la investigación *Comparative performance evaluation of RC frame structures using direct displacement-based design method and force-based design method*, paper presentado en el Asian Journal of Civil Engineering por Anurag Sharma en el 2020, se presenta el diseño basado en desplazamientos, comparado con el diseño basado en fuerzas, en este caso podemos decir que el método basado en fuerzas es el disponible y utilizado por la mayoría de las normas internacionales como un método extra de diseño, en el caso del Perú, sin embargo no se cuenta con un código para el diseño por desplazamientos, actualmente se está poniendo más énfasis en reforzar el diseño por fuerzas, por ello la evaluación del desempeño estructural también está en base a las fuerzas y no en base a los desplazamientos, esta misma limitación es lo que se encontró en el desarrollo del proyecto, una correcta verificación de desplazamientos se da cuando el diseño también es basado en desplazamientos.

En la tesis Diseño estructural por desempeño sísmico de un edificio de 5 pisos en el distrito de Asencion, provincia de Huancavelica, por Jack Arthur Mayhua Huaman, presentado en el año 2019, se propone verificar una estructura haciendo análisis no lineal estático, sin embargo se puede ver que la estructura es regularmente asimétrica e irregular, en estos casos a diferencia de la propuesta en dicha tesis nosotros proponemos que se usen análisis no lineales dinámicos y no análisis no lineales estáticos, dada la naturaleza que tiene el problema, con ello se propone finalmente modificar las propiedades de la sección de concreto armado a propiedades no lineales completas, para poder hallar toda la historia de deformaciones, fuerzas y localización del daño en la estructura.

En la tesis Evaluación del desempeño estructural y la afectación de la estructura por sismo de un edificio estructurado a base de mdl del condominio ciudad verde 4ta etapa, lima 2021, presentada por David Ananias Chavez Obregon, en el año 2021, se propone solo una base para poder controlar el desplazamiento de las edificaciones, ello tiene un problema dado que no se puede controlar totalmente una sección de concreto en base a su deformación, lo cual es distinto a las secciones de acero, las primeras tienen un alto grado de aleatoriedad en su deformación no lineal, finalmente se propone como conclusión final en la tesis, realizar diseño basados en desplazamientos y no controlar las edificaciones en base a fuerzas, ni diseñarlas de esa manera, dado que este tipo de diseño tiene una naturaleza elástica, diseñar con el desplazamiento modifica y muchas veces hace innecesario el uso de análisis no lineales finales para verificar el desplazamiento de las edificaciones u otro tipo de problemas.

## **VI. CONCLUSIONES**

- Las diferencias que existen entre el RNE y el método de Momento Probable, respecto al comportamiento estructural en la edificación, radican en el refuerzo por cortante, el cortante de diseño aumenta, lo cual es consecuencia de que la ecuación de Restrepo aproxima de mejor manera el momento resistente de una sección de concreto, considerando su efecto en el tiempo, lo cual se ve reflejado en un aumento de la capacidad a flexión de hasta casi 3 veces, en el proyecto de diseño, en el diseño en concreto armado, se pudo ver como dichos factores estaban en el

intervalo de 2 a 3 veces, sin embargo cada uno de los resultados deberá ser usado para reforzar por cortante considerando el efecto de cortante estático e hiperestático.

- Existen diferencias significativas entre la aplicación del método de momento probable de la curva de capacidad y la evaluación de la ductilidad del comportamiento estructural en la edificación del C.E.I. Jose Antonio de Sucre Yanahuara-Arequipa., según los resultados de la ductilidad empleando la prueba t de Student si existen diferencias significativas ya que el p valor es inferior al nivel de significancia de 5 % y el valor crítico, modificando su valor resultante primero en la dirección X 6.84 y 6.72 según el método de FEMA y ASCE respectivamente, para la dirección Y se tiene un valor de 3.26 para el método FEMA, para el método ASCE se tiene un valor de 3.20, todo para el método convencional de la norma E0.60, para la propuesta de Restrepo en la dirección X se tiene un valor de 8.29 según el método del ASCE, para el método del FEMA se tiene un valor de 8.41, para la dirección Y se tiene un valor según el FEMA se tiene un valor de 6.31, según el ASCE un valor de 6.36, como se puede ver los valores aumentaron de 6.84 a 8.29 y de 6.72 a 8.41, lo mismo para la dirección en Y, se tiene aumentos similares esto implica que el estimar las secciones existentes con la ecuación de Restrepo, para edificaciones existentes implica que estas resistan más de manera teórica, es por ello que su principal utilidad se vería la estimación de estructuras nuevas y no de existentes, por otro lado también se puede confiar demasiado en las estimaciones teóricas, dado que podemos no reforzar una estructura de manera correcta o necesaria.
- Existen diferencias significativas entre la aplicación del método de momento probable de la curva de capacidad y la evaluación del punto de desempeño del comportamiento estructural en la edificación del C.E.I. Jose Antonio de Sucre Yanahuara-Arequipa, según los resultados del punto de desempeño empleando la prueba t de Student si existen diferencias significativas ya que el p valor es inferior al nivel de significancia de 5 % y el valor crítico, debido a que dichos valores aumentan, para la dirección X según la norma E0.60 convencional se tiene un valor de 1.25cm para el método del ASCE, para el método del FEMA se tiene un valor de 1.165cm, para la dirección en Y se tiene un valor de 0.88cm según ASCE, para el FEMA se tiene un valor de 1.14cm, en cambio para la ecuación de Restrepo se

tiene un estimado en la dirección X de 1.12cm para el método FEMA, para el ASCE 1.256cm, en la dirección Y se tiene unos desplazamientos de 1.90cm, para el método ASCE se tiene un valor de 2.48cm, con lo que podemos observar que se asigna una mejor capacidad al usar el método por Restrepo, esto por aumentar el cortante de diseño de los estribos, así como el momento nominal por la ecuación.

- Existen diferencias significativas entre la aplicación del método de momento probable de la curva de capacidad y la evaluación de la sobre resistencia del comportamiento estructural en la edificación del C.E.I. Jose Antonio de Sucre Yanahuara-Arequipa, según los resultados de la sobre resistencia empleando la prueba t de Student si existen diferencias significativas ya que el p valor es inferior al nivel de significancia de 5 % y el valor crítico, para la determinación de la sobre resistencia se tiene un valor de en la dirección X de 1.27 según el método ASCE para el método FEMA se tiene un valor de 1.21, para la dirección en Y se tiene un valor de 1.716 según el método del FEMA, para el método ASCE se tiene un valor de 1.81, para el método de Restrepo se tiene un valor en la dirección X de 2.66, según el método del ASCE, para el método del FEMA se tiene un valor de 2.13, en la dirección Y se tiene un valor de 2.45 según el método del FEMA y para el método del ASCE se tiene un valor de 2.18, en resumen podemos ver como la sobre resistencia también aumento, en ambos casos se tiene estimaciones distintas para la misma estructura, considerando según Restrepo que la estructuras tienen una mayor capacidad a la del método convencional.
- Para poder determinar las zonas de fallas para el reforzamiento del C.E.I. Jose Antonio de Sucre Yanahuara-Arequipa, en aplicación del método del momento probable se ha usado el método de análisis no lineal elástico Push Over, determinando los puntos de capacidad usando el método ASCE y FEMA, donde se pudo identificar que no hay puntos vulnerables para un sismo a nivel de diseño, en base a ello podemos decir que no es necesario un reforzamiento estructural.

## VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda estudiar el diseño de edificaciones nuevas en base a el RNE y el método de Momento Probable, para poder identificar el grado de disminución o aumento de sobre resistencia, ductilidad, punto de desempeño y otros parámetros no lineares.
- Se recomienda estudiar el parámetro de ductilidad en edificaciones diseñadas con el método del momento probable dado por Restrepo, esto porque estima el momento de una manera significativamente diferente al método convencional de la norma E0.60, con ello evaluar su incorporación o modificación de la ecuación de flexión de concreto armado.
- Se recomienda realizar experimentos de laboratorio para el análisis dinámico o estático no linear, dado que el problema actual no es la estimación del momento, sino el grado de similitud que tiene las estimaciones teóricas por las ecuaciones de Momento probable de Restrepo y la norma E0.60.
- La sobre resistencia en ciertas estructuras llega a aumentar debido a la estimación mayor del momento probable, esto nos lleva a estudiar también edificaciones con el método del momento probable, pero considerando refuerzo por corte usando la norma E0.60, lo cual va diferenciar y genere falta de confinamiento en elementos de concreto armado.
- Se recomienda monitorizar la estructura, para poder evaluar el comportamiento real, dado que las ecuaciones analísticas son solo una herramienta para la aproximación real del fenómeno, efecto que si tocan los sensores para el caso de monitoreos.

## REFERENCIAS

- Paz, M., & Leigh, W. (2004). Structural Dynamics. En W. L. Mario Paz, *Structural Dynamics*. New York: Kluwer Academic Publishers.
- A Manchalwar, S. B. (2019). *Optimization of metallic damper location for seismic response control*. Journal of Vibration Engineering.
- A Rahmzadeh, A. I. (2018). *Study of replaceable energy dissipators for self-centering structures*. National Conference.
- ABANTO, T. (2017). Analisis y diseño de edificaciones de albañilería. Lima: San Marcos.
- Aguiar, R. (2016). *Aisladores de base elastomericos y FPS*. Sangolquí, Ecuador: Comisión Editorial de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.
- Alcantara, K., & Nalvarrete, C. (2016). *DESEMPEÑO ESTRUCTURAL APLICANDO LA NORMA ATC 40 PARA EL REFORZAMIENTO DEL PABELLON MONOBLOCK DEL INSTITUTO NACIONAL DE SALUD DEL NIÑO (BREÑA-LIMA)*. Lima: Universidad San Martin de Porres.
- American Concrete Institute. (2019). *Building Code Requirements (ACI 318-19)*. doi:10.14359/51716937
- Arman, I. (2020). *Pre-stressed Concrete Manual Computer Applications : Computer Applications on SAP200, ETABS and SAFE*. Palestina: Kindle.
- Ashwin, A. S. (2020). Seismic Retrofit of Structures Using Hybrid. *ASCE*.
- Awad, R. R. (2012). Análisis y diseño sísmico de edificios. En R. R. Awad, *Análisis y diseño sísmico de edificios* (págs. 43-45). Medellín, Colombia: Universidad EAFIT.
- Baena, G. (2017). *Metodología de la investigación* (3ra Edición ed.). Mexico: Patria.
- Bravo, C. (2016). Implementación de aislamiento sísmico elastomérico en edificios altos y esbeltos de acero estructural. *Tesis (ingeniero civil)*. Universidad Católica La Santísima Concepción, Chile.
- Canta, J. (2018). *Gestión de proyectos bajo el enfoque PMI-PMBOK y los plazos de liquidación de los proyectos Cash Qali Warma promovidos por FONCODES, PERU, 2017*. Lima: Escuela de Posgrado de la Universidad Ricardo Palma.
- Chavez, D. (2021). *Evaluación del desempeño estructural y la afectación de la estructura por sismo de un edificio estructurado a base de MDL del Condominio Ciudad Verde 4ta etapa, Lima 2021*. Lima: Universidad Privada del Norte.
- Cheng, F. Y. (2005). Matrix Analysis of Structural Dynamics. En F. Y. Cheng, *Matrix Analysis of Structural Dynamics* (págs. 180,380). New York: Marcel Dekker.
- Choque, J., & Luque, E. (2019). *Análisis estático no lineal y evaluación del desempeño sísmico de un edificio de 8 niveles diseñado con la norma E.030*. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín.
- Christian Ricardo Gavilanes Sarmiento, C. X. (2018). *DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE ACERO CON DISIPADORES VISCOELÁSTICOS*. Ecuador: UNIVERSIDAD DE CUENCA.

- Cisneros, N. J., & Fretel, J. J. (2019). Diseño Sismorresistente de un Edificio de Ocho Pisos Incorporando Disipadores de Fluido Viscoso en el Sector Villa Esperanza, Distrito de San Antonio de Jicamarca, Huarochirí, 2019. *Tesis (ingeniero civil)*. Universidad Cesar Vallejo, Lima.
- Dynamic, I. S. (2007). *Aislamiento sísmico para edificios y puentes*. Nevada, United States of America: Dynamic Isolation Systems Inc.
- Gawronski, W. K. (2004). Advanced Structural Dynamics and Active Control of Structures. En W. K. Gawronski, *Advanced Structural Dynamics and Active Control of Structures*. New York: Springer.
- Genatios, C., & Lafuente, M. (2016). *Introducción al uso de aisladores y disipadores en estructuras*. Caracas: Banco de Desarrollo de América Latina.
- Gomez, S. I. (2007). *Análisis Sísmico Moderno*. Mexico: Trillas de C.V.
- GONZÁLEZ, S. G. (2018). Comparación entre técnicas de modelado. 33-41.
- Guendelman, T. (2014). *Análisis Estático y dinámico de estructuras*. Chile: Universidad de La Serena.
- Guerrero, G., & Guerrero, M. (2020). *Metodología de la investigación serie integral por competencias*. Tijuana: Patria.
- Harmsen, T. (2019). *Diseño estructuras de concreto armado*. Peru: Alpha.
- Hernandez, M. (2018).
- HERNÁNDEZ, R. F. (2013). Metodología de la Investigación.
- Hernandez, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. España: Mc Graw Hill.
- Hernandez, R., Fernandez, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ta Edición ed.). España: Mc Graw Hill.
- Hibbeler, R. (2019). *Structural Analysis in SI Units*. España: Pearson.
- Huaypaya, R. (2017). *Evaluación de los indicadores de comportamiento sísmico de edificios con sistema aperturado a través del método estático no lineal*. Lima: Universidad Ricardí Palma.
- Huiming, C., & Jiulin, B. (2022). Loading protocols for seismic performance evaluation of buckling-restrained braces in RC frames. *Journal of Building Engineering*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.103522>.
- I Nuzzo, D. L. (2019). *Experimental and analytical characterization of steel shear links for seismic energy dissipation*. Engineering .
- Institution of Structural Engineers. (1985). *Manual for the design of reinforced concrete building structures*. United Kingdom: Institution of Structural Engineers.
- Institution of Structural Engineers. (2002). *Manual for the design of reinforced concrete building structures* (2da Edición ed.). UK: Institution of Structural Engineers.
- Japan Meteorological Agency. (01 de 04 de 2022). *The Seismological Bulletin of Japan*. Obtenido de <https://www.jma.go.jp/jma/en/Publications/publications.html>
- Jinkoo Kim, M. S. (2020). *Seismic Retrofit of Structures Using Hybrid Steel Slit-Viscoelastic Dampers*. EEUU: ASCE.
- Kassimali, A. (2015). *Structural Analysis*. Mexico: Cengage Learning.
- Korafí, E. (2019). Análisis sísmico comparativo del diseño del hospital de Pacasmayo con aislamiento elastomérico LRB, y aislamiento pendular fps-triple. *Tesis(ingeniero civil)*. Universidad Nacional del Santa, Chimbote.
- L Micheli, A. A. (2019). *Performance-based design with life-cycle cost assessment for damping systems integrated in wind excited tall buildings*. Engineering Structures.
- L Song, X. S. (2019). *Numerical study of the self-centering prestressed concrete pier with external energy dissipators*. MATEC.



- Lerma, H. (2016). *Metodología de la Investigación Propuesta, anteproyecto y proyecto*. Bogotá: Ecoe.
- Lindeburg, M. (2018). *PPI PE Civil Reference Manual, 16th Edition, A Comprehensive Civil Engineering Review Book*. EEUU: PPI, a Kaplan Company.
- Lopez , P., & Fachelli, S. (2015). *Metodología de la investigación social cuantitativa*. Barcelona, España: Universitat Autònoma de Barcelona.
- Lopez, A., Alvarez, C., & Villareal, E. (2017). SEISMIC SOURCES MIGRATION ALONG THE PACIFIC RING OF FIRE. *La granja*, 144-155.
- Lucen , J. E., & Samokic, Y. A. (2018). Análisis y diseño estructural comparativo de un edificio de concreto armado de diez pisos con bases fija y aislada. *Tesis (Ingeniero civil)*. Pontifica Universidad Católica del Perú, Lima.
- MA Fathali, S. V. (2020). *Optimum performance-based design of eccentrically braced frames*. Elsevier.
- Manuel, Borja S. (2012). *Metodología de la Investigación Científica para Ingenieros* (6 edición ed.). Chiclayo, Venezuela .
- Marin, E. (2019). Análisis comparativo de la respuesta dinámica entre una estructura sísmicamente aislada con aisladores LRB (lead rubber bearing) vs una estructura convencional. *Tesis (ingeniero civil)*. Universidad de Santander, Bucaramanga.
- Martinez, Q. (18 de 09 de 2017). *Teorías que marcaron el estudio científico de los sismos*. Obtenido de UNAM: <http://ciencia.unam.mx/leer/647/teorias-que-marcaron-el-estudio-cientifico-de-los-sismos>
- Mayhua, J. (2018). *DISEÑO ESTRUCTURAL POR DESEMPEÑO SISMICO DE UN EDIFICIO DE 5 PISOS EN EL DISTRITO DE ASCENSION PROVINCIA DE HUANCAVELICA*. Huancayo: Universidad Continental.
- McCormac, J. C. (2007). STRUCTURAL ANALYSIS. En J. C. McCormac, *STRUCTURAL ANALYSIS* (págs. 9-20). United States of America: Wiley.
- Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación LAS RUTAS CUANTITATIVA, CUALITATIVA Y MIXTA*. Lima: McGraw Hill Interamericana.
- Mosley, B., Bungey, J., & Hulse, R. (2007). *Reinforced Concrete Design to eurocode*. New York: PALGRAVE MACMILLAN.
- Ñaipas, H., Valdivia, M., Palacios, J., & Romero, H. (2018). *Metodología de la Investigación cuantitativa-cualitativa*. Bogotá: ediciones de la u.
- Ñaupas , H., Valdivia, M., Palacios, J., & Romero, H. (2018). *Metodología de la investigación cuantitativa - cualitativa y redaccion de tesis* (5ta Edición ed.). Bogotá: Ediciones de la U.
- Paz, M. (2021). *Dinámica Estructural - Teoría y cálculo*. Barcelona, España: Reverte.
- Pelaez, A. M. (2020). Comentarios Norma Peruana E0.30 Diseño Sismorresistente. En A. M. Pelaez, *Comentarios Norma Peruana E0.30 Diseño Sismorresistente* (págs. 14-17). Lima: Sencico.
- Perez, N. A., & Vasquez, M. J. (2016). Diseño de aisladores sísmicos de base para edificio de oficinas de 10 niveles con sistema estructural de pórticos rígidos de concreto reforzado. *Tesis (ingeniero civil)*. Universidad Centroamericana, Nicaragua.
- Quiroz, L. (2016). *Análisis y Diseño de Edificaciones con ETABS*. Lima, Peru: Macro EIRL.
- Reglamento Nacional de Edificaciones. (2019, 06 de Noviembre). *E0.31 Aislamiento Sísmico*. Diario Oficial El Peruano. Obtenido de <https://busquedas.elperuano.pe/download/url/decreto-supremo-que-aprueba-la-norma-tecnica-e031-aislamie-decreto-supremo-n-030-2019-vivienda-1823291-2>

- Reglamento Nacional de Edificaciones. (2019, 11 de febrero). *E0.30 Diseño sismorresistente*. El Peruano. Obtenido de [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/299950/d289856\\_opt.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/299950/d289856_opt.pdf)
- Restrepo, J. I., & Rodriguez, M. E. (2013). On the Probable Moment Strength of Reinforced Concrete. *ACI STRUCTURAL JOURNAL TECHNICAL PAPER*, 681-688.
- Riddell, C., & Hidalgo, O. (2018). *Diseño Estructural* (6ta Edición ed.). Chile: UC.
- Rios, R. R. (2017). *Metodología para la investigación y redacción*. España: Servicios Académicos Intercontinentales S.L.
- Ruiz, P. W. (2017). Análisis y diseño de edificios con aisladores sísmicos de péndulo friccional doble y triple. *Tesis (Ingeniero Civil)*. Pontificia universidad católica del Perú, Lima.
- S Auyeung, A. A. (2019). *Performance-based design of bridge piers under vehicle collision*. Engineering Structures.
- S Gholizadeh, M. D. (2020). *A new Newton metaheuristic algorithm for discrete performance-based design optimization of steel moment frames*. Elsevier.
- S Yang, Y. L. (2021). *Novel Hierarchical Energy Dissipation Systems for Seismic Protection of Buildings*. Journal of Earthquake.
- S Zarinkamar, M. P. (2021). *The top enablers and barriers of seismic technology adoption in construction*.
- Shekhar, S. (2018). Seismic Isolation Devices. *Journal of Civil Engineering and Environmental Technology*, 338.
- Sin, A. (2009). *Norma E.060 concreto armado*. Lima: Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción.
- Tapia, F. (2018). *Engineering Research Methods*. GRIN Verlag.
- Tavera, H. (2014). *Evaluación del peligro asociado a los sismos y efectos secundarios en Perú*. Lima, Peru: Instituto Geofísico del Perú.
- Tavera, H. (2017). *Peligros geodinámicos en la ciudad de Arequipa Cercado y zonas aledañas*. Lima, Peru: Vértice Consultores Gráficos SAC.
- Torracchi C, Caparó E, & Pariona M. (2019). ¿Cómo plantear las variables de una investigación?: Operacionalización de las variables. *Odontología Activa Revista Científica*, 4(1), 15-20.
- V Mokarram, M. B. (2018). *An improved multi-objective optimization approach for performance-based design of structures using nonlinear time-history analyses*. Elsevier.
- Villareal, G., & Oviedo, R. (2016). *Diseño Sismorresistente de edificaciones con disipadores de energía*. Lima: Oviedo Ingeniería.
- Villaverde, R. (2009). *Fundamental Concepts of Earthquake Engineering*. Bosa Roca, United States: CRC Press Inc.
- Worden, K., & Tomlinson, G. (2001). Nonlinearity in Structural Dynamics. En G. R. K Worden, *Nonlinearity in Structural Dynamics*. UK: Iop.

**ANEXOS**

## Anexo 1. Operacionalización de Variables

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADOR	ESCALA DE MEDICION
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE :</b> E APLICACIÓN DEL METODO DE MOMENTO PROBABLE	Es la máxima resistencia a la flexión teórica que se puede calcular para la sección crítica de un miembro. (Restrepo & Rodriguez, 2013).	Evaluacion del Momento real en una seccion de concreto armado, el cual tambien aumento con el tiempo.(Restrepo & Rodriguez, 2013).	ARQUITECTURA	Dimensiones del proyecto	METRO
			SISTEMA ESTRUCTURAL	Rigidez	TONF/M
<b>VARIABLE DEPENDIENTE :</b> EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL EN LA EDIFICACION	Evaluación del comportamiento estructural en la edificación y de las distintas partes que la componen frente a fuerzas externas, la relación matemática que existe entre las fuerzas generalizadas y los desplazamientos generalizados son conocidas como relaciones constitutivas. (Kassimali, 2015)	Determinado del punto de desempeño estructural, ductilidad, sobre resistencia, valores que sirven para poder calificar el comportamiento estructural total de una estructura. (Kassimali, 2015)	Ductilidad	Relacion de deformacion de fluencia/ deformacion ultima	TONF/M
			Punto de Desempeño	Intercepto Demanda Capacidad	METRO
			Sobre Resistencia	Relacion Fuerza de fluencia/Fuerza máxima	TONF/TONF
			Zonas de Falla	Deformacion plastica concentrada	METRO

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 2. Matriz de Consistencia.

Matriz de consistencia									
Análisis comparativo de la aplicación del RNE y el método de momento probable, respecto al comportamiento estructural en la edificación del C.E.I. Jose Antonio de Sucre Yanahuara-Arequipa, 2022									
Autor: RIMACHE CORNEJO SAUL DANIEL									
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES		DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	ESCALA	TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACION
Problema General:	Objetivo general:	Hipótesis general:							
¿Qué diferencias significativas existen entre la aplicación del método de momento probable de la curva de capacidad y la evaluación del comportamiento estructural en la edificación del C.E.I. Jose Antonio de Sucre Yanahuara-Arequipa?	Identificar las diferencias significativas entre la aplicación del método de momento probable de la curva de capacidad y la evaluación del comportamiento estructural en la edificación del C.E.I. Jose Antonio de Sucre Yanahuara-Arequipa	La aplicación del método de momento probable de la curva de capacidad y la evaluación del comportamiento estructural en la edificación del C.E.I. Jose Antonio de Sucre Yanahuara-Arequipa, cuentan con diferencias significativas.	INDEPENDIENTE	Aplicación del método de momento probable	Arquitectura	Dimensiones del proyecto	Planos de Arquitectura	METRO	Tipo de investigación: Aplicada (Mendoza, 2018)  Enfoque de investigación: Cuantitativo (Lerma, 2018)  El diseño de la investigación No experimental (Mendoza, 2018)  El nivel de la investigación: Comparativo, Prospectivo (Tapia, 2018)  Población: Edificaciones de Concreto Armado antiguas en la región Arequipa (Lerma, 2016)  Muestra: C.E.I. Jose Antonio de Sucre, Arequipa (Ñaipas, Valdivia, Palacios, & Romero, 2018)  Muestreo: No aleatorio, Pabellón A (Tapia, 2018)
					Sistema Estructural	Rigidez	Analisis Estructural	TONF/M	
Problemas Especificos:	Objetivos específicos:	Hipótesis específicas:							
¿Que diferencias existe entre el RNE y el método de Momento Probable, respecto al comportamiento estructural en las edificaciones del C.E.I. Jose Antonio de Sucre Yanahuara-Arequipa?	Determinar qué diferencias existe entre el RNE y el método de Momento Probable, respecto al comportamiento estructural en las edificaciones del C.E.I. Jose Antonio de Sucre Yanahuara-Arequipa.		DEPENDIENTE	Evaluación del comportamiento estructural en la edificación					
¿Qué diferencias significativas existen entre la aplicación del método de momento probable de la curva de capacidad y la evaluación de la ductilidad del comportamiento estructural en la edificación del C.E.I. Jose Antonio de Sucre Yanahuara-Arequipa?	Identificar las diferencias significativas entre la aplicación del método de momento probable de la curva de capacidad y la evaluación de la ductilidad del comportamiento estructural en la edificación del C.E.I. Jose Antonio de Sucre Yanahuara-Arequipa	Existen diferencias significativas entre la aplicación del método de momento probable de la curva de capacidad y la evaluación de la ductilidad del comportamiento estructural en la edificación del C.E.I. Jose Antonio de Sucre Yanahuara-Arequipa.			Ductilidad	Relacion de deformación de fluencia/ deformación última	Analisis No Lineal	METRO/METRO	
¿Qué diferencias significativas existen entre la aplicación del método de momento probable de la curva de capacidad y la evaluación del punto de desempeño del comportamiento estructural en la edificación del C.E.I. Jose Antonio de Sucre Yanahuara-Arequipa?	Identificar las diferencias significativas entre la aplicación del método de momento probable de la curva de capacidad y la evaluación del punto de desempeño del comportamiento estructural en la edificación del C.E.I. Jose Antonio de Sucre Yanahuara-Arequipa	Existen diferencias significativas entre la aplicación del método de momento probable de la curva de capacidad y la evaluación del punto de desempeño del comportamiento estructural en la edificación del C.E.I. Jose Antonio de Sucre Yanahuara-Arequipa.			Punto de Desempeño	Intercepto Demanda Capacidad	Analisis No Lineal	METRO	
¿Qué diferencias significativas existen entre la aplicación del método de momento probable de la curva de capacidad y la evaluación de la sobre resistencia del comportamiento estructural en la edificación del C.E.I. Jose Antonio de Sucre Yanahuara-Arequipa?	Identificar las diferencias significativas entre la aplicación del método de momento probable de la curva de capacidad y la evaluación de la sobre resistencia del comportamiento estructural en la edificación del C.E.I. Jose Antonio de Sucre Yanahuara-Arequipa	Existen diferencias significativas entre la aplicación del método de momento probable de la curva de capacidad y la evaluación de la sobre resistencia del comportamiento estructural en la edificación del C.E.I. Jose Antonio de Sucre Yanahuara-Arequipa.			Sobre Resistencia	Relacion Fuerza de fluencia/Fuerza máxima	Analisis No Lineal	TONF/TONF	
¿Como determinar las zonas de fallas para el reforzamiento del C.E.I. Jose Antonio de Sucre Yanahuara-Arequipa, en aplicación del método del momento probable?	Determinar las zonas de fallas para el reforzamiento del C.E.I. Jose Antonio de Sucre Yanahuara-Arequipa, en aplicación del método del momento probable				Zonas de Falla	Deformación plástica concentrada	Analisis No Lineal	METRO	

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 3. Certificado de validez de contenido de instrumento y datos

### INFORME DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

#### I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: **Ing° Ambrocio Mamani Cutipa**  
 Institución donde labora : **INEGEOP E. I. R. Ltda.**  
 Especialidad : **Jefe Responsable de Laboratorio.**  
 Instrumento de validación : **Ensayo de Esclerómetro, determinación de Capacidad Portante.**  
 Autor del instrumento : **Bach. Rimache Cornejo Saul Daniel**  
 Tesis : **Análisis comparativo de la aplicación del RNE y el momento probable en el C.E.I. Jose Antonio de Sucre Arequipa, 2022.**

#### 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 instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: Evaluación del comportamiento estructural en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento refleja vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológica innovación y legal inherente a la variable: Evaluación del comportamiento estructural.					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto 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 variable 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 cada dimensión de la variable: Evaluación del comportamiento estructural.					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
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						<b>50</b>

(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

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



AMBROCIO MAMANI CUTIPA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 41104  
 JEFE RESPONSABLE DE LABORATORIO

05 de julio del 2022

## INFORME DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

### I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: RAÚL HUDYANI LONDOÑO  
 Institución donde labora : MUNICIPALIDAD PROVINCIA DE CONCHIS  
 Especialidad : ESTRUCTURISTA  
 Instrumento de validación : Análisis y Cálculo Estructural, ETABS.  
 Autor del instrumento : Rimache Cornejo Saul Daniel  
 Tesis : Análisis comparativo de la aplicación del RNE y el momento probable en el C.E.I. Jose Antonio de Sucre Arequipa, 2022.

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	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 instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: <u>COMP. EST.</u> en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento refleja vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológica innovación y legal inherente a la variable: <u>COMP. ESTRUC.</u>					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto 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 variable 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 cada dimensión de la variable: <u>COMP. ESTRUC.</u>					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
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						<b>50</b>

(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

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

11 de JULIO del 2022

  
 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
 CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO  
 Ing. CIP Raúl Hudyani Londoño  
 INGENIERO CIVIL  
 152806

## Anexo 4. Carta de presentacion

### CARTA DE PRESENTACIÓN

ING. Ambrocio, MAMANI CUTIPA

#### PRESENTE:

Asunto: Validación de instrumentos

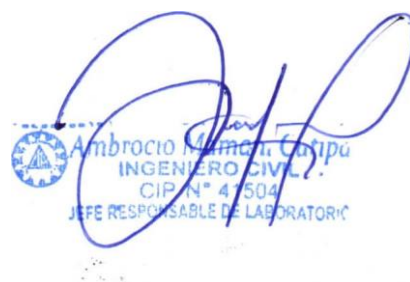
Nos es muy grato comunicamos con usted para expresarle nuestros saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante de la UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, requerimos validar los instrumentos con los cuales recogeremos la información necesaria para poder desarrollar nuestra investigación y con lo cual optaremos el Título de ingeniería Civil.

El título de nuestro proyecto de investigación es: "Análisis comparativo de la aplicación del RNE y el momento probable en el C.E.I. José Antonio de Sucre Arequipa, 2022." y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención. hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

El expediente de validación. que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentacion.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de Operacionalización de la variable.
- Certificado de validez de contenido de instrumentos.

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecer por la atención que dispense a la presente.



Ambrocio Mamani Cutipa  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 41504  
JEFE RESPONSABLE DE LABORATORIO



## **Anexo 5. Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones**

### 1.1. VARIABLE DEPENDIENTE

#### 1.1.1. VARIABLE: V1- EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL EN LA EDIFICACION

Evaluación del comportamiento estructural en la edificación y de las distintas partes que la componen frente a fuerzas externas, la relación matemática que existe entre las fuerzas generalizadas y los desplazamientos generalizados son conocidas como relaciones constitutivas (Kassimali, 2015).

#### 1.1.2. Dimensiones de la variable:

##### Dimensión 1.- DUCTILIDAD

Está definido como la capacidad de incursionar en la no linealidad de estructuras con grandes deformaciones, sin pérdidas considerables de rigidez y de la resistencia, para lograr esta ductilidad es necesario detallar las estructuras de concreto armado, además de detallar las conexiones, elementos y otros elementos, en el caso de estructuras de acero, es más fácil poder determinar la ductilidad de los elementos, se tiene niveles aceptables de ductilidad en los elementos estructurales, por ejemplo las estructuras de pórticos se espera que desarrollen niveles de 7 a 8 veces la deformación del inicio de la fluencia del elemento (S Auyeung, 2019).

##### Dimensión 2.- PUNTO DE DESEMPEÑO

El punto de desempeño está calificado como el nivel al que se llega de deformación, para un nivel de aceleración sísmica, este punto de desempeño nos indica el nivel de daño que obtiene la estructura, además de clasificar el comportamiento estructural, dentro de unos niveles de daño aceptable, para poder calcular el punto de desempeño es necesario definir un nivel de demanda de desplazamiento, con ello un sismo, el cual servirá para poder determinar este punto de desempeño, llevando una transformación de coordenadas entre el espectro y la curva de desempeño, para finalmente obtener el punto de desempeño (MA Fathali, 2020).

### Dimensión 3.- SOBRE RESISTENCIA

La sobre resistencia es el aumento de la curvatura en la curva de desempeño sobre el nivel horizontal de la curva, este nivel siempre está dado aproximadamente por 1.5 veces o menos, está relacionado con la rigidez de la estructura, la cual puede reducirse al aumentar la rigidez, también puede variar bastante , mucho autores recomiendan hacer uso de un nivel de ductilidad mayor al nivel de sobre resistencia, esto porque la sobre resistencia es fácilmente vencida en la deformación de la estructura, dado que el aumento de resistencia es mucho menor comparado con el nivel de deformación, así tampoco se recomienda tomar demasiada ductilidad para los elementos estructurales (L Micheli, 2019).

### Dimensión 4.- ZONAS DE FALLA

Se habla de las zonas de falla cuando se produce una situación estructural que no cumple con las condiciones necesarias, de manera óptima para la cual fue diseñada. (Hibbeler, 2019)

### 1.2. VARIABLE INDEPENDIENTE: APLICACIÓN DEL METODO DE MOMENTO PROBABLE

Aplicación del método de momento probable, es la máxima resistencia a la flexión teórica que se puede calcular para la sección crítica de un miembro. (Lindeburg, 2018)



## Anexo 6. Resultado de ensayos



Laboratorio de Mecánica de Suelos  
Concreto y Materiales  
Servicios de Control de Calidad

TESISTA : Saul Daniel Rimache Cornejo

TESIS : Análisis Comparativo de la Aplicación del RNE y el Momento Probable en el C.E.I. José Antonio de Sucre Arequipa, 2022

UBICACIÓN : C.E.I. Jose Antonio de Sucre, Distrito de Yanahuara, Provincia Arequipa, Departamento de Arequipa

FECHA : Junio del 2022

CALICATA : C-01

COORDENADAS : WGS 84

ESTE 228551.47

NORTE 8186862.15

REALIZADO : M.A.D.

### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - CLASIFICACION DE SUELOS

( ASTM D422 / ASTM D 2487 / MTC E204 )


ANALISIS GRANULOMETRICO ( ASTM D422 / ASTM D 2487 / MTC E204 )					CLASIFICACION DEL SUELO	
MALLA (Abertura)		%	%	%	S.U.C.S. (ASTM D 2487)	GM
PLG.	mm.	RETENIDO	ACUMULADO	PASANTE	Grava limosa con arena	
					AASHTO (ASTM D3282)	A-1-b (0)
					Excelente a bueno como subgrado	
3"	75.000	0.00	0.00	100.00	Peso inicial del suelo 28451.00	
2 1/2"	63.000	0.00	0.00	100.00	Peso de la fracción 738.48	
2"	50.000	5.27	5.27	94.73	D <sub>60</sub>	6.40
1 1/2"	38.100	3.81	9.08	90.92	D <sub>30</sub>	0.29
1"	25.000	5.14	14.22	85.78	D <sub>15</sub>	
3/4"	19.000	6.72	20.94	79.06	Cu	
1/2"	12.500	6.98	27.93	72.07	Cc	
3/8"	9.500	6.19	34.12	65.88	Lim Liquido (ASTM D4318)	0.00
N° 4	4.750	9.03	43.14	56.86	Lim Plastico (ASTM D4318)	0.00
N° 10	2.000	6.87	50.01	49.99	Indice de Plasticidad	0.00
N° 20	0.850	7.17	57.18	42.82	% Humedad (ASTM D2216)	12.44
N° 40	0.425	5.71	62.89	37.11	GRAVA (%)	43.14
N° 50	0.300	6.87	69.76	30.24	ARENA (%)	32.04
N° 100	0.149	4.02	73.78	26.22	FINOS (%)	24.81
N° 200	0.074	1.41	75.19	24.81		
< 200		0.0	75.2	24.8		

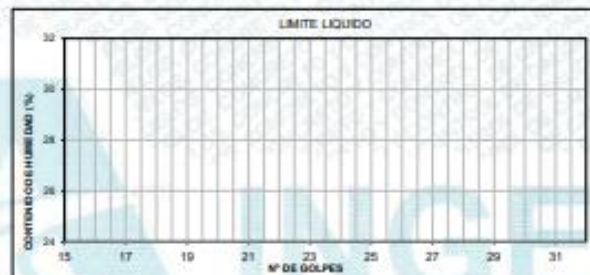


INGEOP EIRL		
TECNICO LAB	JEFE RESPONSABLE	REVISION
Nombre y firma:	Nombre y 	Nombre y firma

**TESISTA** : Saul Daniel Rimache Cornejo  
**TESIS** : Análisis Comparativo de la Aplicación del RNE y el Momento Probable en el C.E.I. José Antonio de Sucre Arequipa, 2022  
**UBICACIÓN** : C.E.I. José Antonio de Sucre, Distrito de Yanahuara, Provincia Arequipa, Departamento de Arequipa  
**FECHA** : Junio del 2022  
**COORDENADAS** : WGS 84 ESTE 228551.47 NORTE 8186862.15  
**CALICATA** : C-01  
**REALIZADO** : M.A.D.

**LIMITES DE CONSISTENCIA**  
 (ASTM D 4318/ AASHTO T 89/ MTC E 110,111)

LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318)			
DESCRIPCION	UNIDAD	ENSAYO	OBSERVACIONES
RECIPIENTE N°	N°	<b>NP</b>	
N° DE GOLPES	N°		
RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	grs		
RECIPIENTE + SUELO SECO	grs		
PESO DEL RECIPIENTE	grs		
PESO DE AGUA	grs		
PESO DEL SUELO SECO	grs		
% DE HUMEDAD	%		



LIMITE PLASTICO (ASTM D4318)					
DESCRIPCION	UNIDAD	MUESTRA 01	MUESTRA 02	PROMEDIO	OBSERVACIONES
RECIPIENTE N°	N°	<b>NP</b>			
RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	grs				
RECIPIENTE + SUELO SECO	grs				
PESO DEL RECIPIENTE	grs				
PESO DE AGUA	grs				
PESO DEL SUELO SECO	grs				
% DE HUMEDAD (Limite Plástico)	%				

LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICIDAD
NP	NP	NP

INGEOP EIRL		
TECNICO LAB	JEFE RESPONSABLE	REVISIÓN
Nombre y firma:	Nombre y firma:  Saul Daniel Rimache Cornejo Ingeniero Civil M. de Ingeniería de Geotecnia	Nombre y firma:

TESISISTA : Saul Daniel Rimache Cornejo

 TESIS : Análisis Comparativo de la Aplicación del RNE y el Momento Probable en el C.E.I. José Antonio de Sucre  
 Arequipa, 2022

UBICACIÓN : C.E.I. José Antonio de Sucre, Distrito de Yanahuara, Provincia Arequipa, Departamento de Arequipa

FECHA : Junio del 2022

CALICATA : C-01

COORDENADAS : WGS 84

ESTE 228551.47

NORTE 8186862.15

REALIZADO : M.A.D.

**CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS**  
 (ASTM D 2216 / AASHTO T 86 / MTC E 108)

HUMEDAD NATURAL				
DESCRIPCION	UNIDAD	M-01	M-02	PROMEDIO
RECIPIENTE	N°			
RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	gr.	265.0	278.3	
RECIPIENTE + SUELO SECO	gr.	235.7	247.5	
PESO DEL RECIPIENTE	gr.			
PESO DEL AGUA	gr.	29.3	30.8	
PESO DEL SUELO SECO	gr.	235.7	247.5	
% DE HUMEDAD	%	12.45	12.43	12.44



INGEOP EIRL		
TECNICO LAB	JEFE RESPONSABLE	REVISIÓN
Nombre y firma:	Nombre y firma: 	Nombre y firma:



**TESISTA** : Saul Daniel Rimache Cornejo

**TESIS** : Análisis Comparativo de la Aplicación del RNE y el Momento Probable en el C.E.I. José Antonio de Sucre Arequipa, 2022

**UBICACIÓN** : C.E.I. José Antonio de Sucre, Distrito de Yanahuara, Provincia Arequipa, Departamento de Arequipa

**FECHA** : Junio del 2022

**CALICATA** : C-01

**COORDENADAS** : WGS 84

ESTE 228551.47

NORTE 8186862.15

**REALIZADO** : M.A.D.

**ENSAYOS PARA DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD RELATIVA**

DENSIDAD MÍNIMA NORMA ASTM D4254				
Prueba N°	---	1	2	
Peso de Molde	---	269	269	
Volumen de Molde	(cm3)	5571	5571	
Peso de Molde + Suelo Suelto	(g)	9954	9962	
Peso de Suelo Suelto	(g)	9685	9693	PROMEDIO
Densidad Mínima	(g/cm3)	1.738	1.740	1.739

DENSIDAD MÁXIMA NORMA : ASTM D4253				
Peso de la Muestra Húmeda + Molde	(g)	11384	11375	
Peso del Molde	(g)	6799	6799	
Peso de la Muestra Húmeda (1) - (2)	(g)	4585	4576	
Volumen del Molde	(cm3)	2128	2128	PROMEDIO
Peso Volumetrico Humedo	(gr/cm3)	2.15	2.15	2.152
Contenido de Humedad	%	8.69	8.20	
Peso Volumetrico Seco	(gr/cm3)	1.982	1.978	1.980

DENSIDAD NATURAL : NORMA ASTM D5030				
Peso de Material Extraído	(g)			
Contenido de Humedad	(%)			
Volumen de Agua Utilizado	(cm3)			
Densidad Húmeda	(g/cm3)			PROMEDIO
Densidad Seca	(g/cm3)			

DENSIDAD MÍNIMA (ASTM D4254)	1.739 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD MÁXIMA (ASTM D4253)	1.980 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD NATURAL (ASTM D5030)	1.855 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD RELATIVA (ASTM D4254)	51.2 %

## INGEOP EIRL

TECNICO LAB	JEFE RESPONSABLE	REVISIÓN
Nombre y firma:	Nombre y firma:  Saul Daniel Rimache Cornejo Ingeniero Civil Ingeniería, Geotecnia y Control de Calidad Arequipa - Perú	Nombre y firma:

TESIS : Análisis Comparativo de la Aplicación del RNE y el Momento Probable en el C.E.I. José Antonio de Sucre Arequipa, 2022

UBICACIÓN : C.E.I. José Antonio de Sucre, Distrito de Yanahuara, Provincia Arequipa, Departamento de Arequipa

TESISTA : Saul Daniel Rimache Cornejo



FECHA : Junio del 2022

Calicata : C-01

Técnica de Investigación : Calicata  
cotas referencia : Nivel del Terreno  
Nivel : m.s.n.m.  
Prospección : Manual

Coordenadas : ESTE 2285147 NORTE 81868215  
Dimensiones Calicata : Largo 1.50 m Ancho 0.90 m  
Profundidad Final : 2.00 m  
Nivel Freático : Se Encontró

**PERFIL ESTRATIGRAFICO NORMA (ASTM D2488)**

PROFUNDIDAD (METROS)	COTA (m.s.n.m.)	ESTRATO	SIMBOLO GRAFICO	CLASIFICACION (S.U.C.S./AASHTO)	DESCRIPCION DEL SUELO	MUESTRA		
						TIPO	N°	PROF.
0.00	0.00							
		1		SM	Conformado por arena limosa, no presenta plasticidad, de compacidad media, el estrato presenta una coloración de color beige.			0.00 a 0.40
0.50		2		GM A-1-b (0)	Conformado por grava mal graduada (Hormigon), el estrato presenta un LL N.P. y I.P. N.P. de alta compacidad, de color marron oscuro. Se encontro la presencia de nivel de aguas freaticas hasta la profundidad prospectada.		1	0.40 a 2.00
1.00								
1.40								
1.50								
2.00								
2.50								
3.00								

Observaciones:

INGEOP EIRL		
TECNICO LAB	JEFE RESPONSABLE	REVISIÓN
Nombre y firma:	Nombre y firma: 	Nombre y firma:

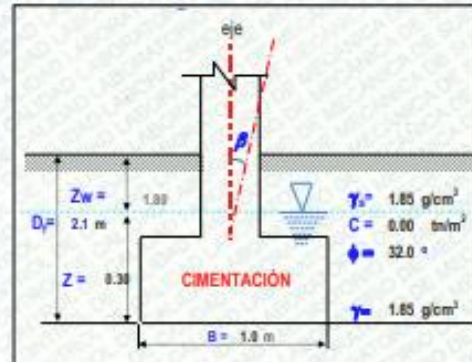


**TESISTA** : Saul Daniel Rimache Cornejo  
**TESIS** : Análisis Comparativo de la Aplicación del RNE y el Momento Probable en el C.E.I. José Antonio de Sucre Arequipa, 2022  
**UBICACIÓN** : C.E.I. José Antonio de Sucre, Distrito de Yanahuara, Provincia Arequipa, Departamento de Arequipa  
**FECHA** : Junio del 2022

DATOS GENERALES DE LA CALICATA			
Muestra	: C-01	N = 8,186,862.15	REALIZADO M.A.D.
Tipo de Suelo	GM	E = 228,551.47	FECHA : Junio del 2022
CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO CIMENTACION CUADRADA, RECTANGULAR O CIRCULAR			

**LEYENDA:**

Cohesión	C =	0.00 tn/m <sup>2</sup>
Angulo de fricción	φ =	32.00 °
Tipo de falla	B	
Peso unitario del suelo sobre el nivel de fundación	γ <sub>s</sub> =	1.85 tn/m <sup>3</sup>
Peso unitario del suelo bajo el nivel de fundación	γ =	1.85 tn/m <sup>3</sup>
Ancho de la cimentación	B =	1.00 m
Largo de la cimentación	L =	1.00 m
Profundidad de la cimentación	D <sub>f</sub> =	2.10 m
Inclinación de la carga	β =	0.00 °
Factor de seguridad	FS =	3.00
Nivel de aguas freáticas NAF	Z <sub>w</sub> =	1.80 m
Peso específico del suelo saturado	γ <sub>sat</sub> =	2.01 tn/m <sup>3</sup>
Peso específico del agua	γ <sub>w</sub> =	1.00 tn/m <sup>3</sup>
Cota terreno		m.s.n.m.
Cota cimentación		m.s.n.m.



CORRECCION RECOMENDADA POR TERZAGHI	
Correccion de angulo de fricción $\phi' = \text{Arctan}\left(\frac{2}{3} \tan \phi\right)$	Correccion de cohesion $C' = \frac{2}{3} C$

Calculando los factores de capacidad de carga y forma:

Factores de capacidad de carga	Factores de forma	
N <sub>c</sub> = 17.588	S <sub>c</sub> = 1.473	f <sub>c</sub> = 0.600
N <sub>q</sub> = 8.327	S <sub>q</sub> = 1.417	f <sub>q</sub> = 1.250
N <sub>γ</sub> = 7.771	S <sub>γ</sub> = 0.600	f <sub>γ</sub> = 1.721

Factores de profundidad	Factores de inclinación
d <sub>c</sub> = 1.451	i <sub>c</sub> = 1.000
d <sub>q</sub> = 1.355	i <sub>q</sub> = 1.000
d <sub>γ</sub> = 1.000	i <sub>γ</sub> = 1.000

$$q_{tu} = \frac{1}{3} B [\gamma_{sat} - \gamma_w] N_c (f_c) (d_c) (i_c) + [z_w \gamma + Z (\gamma_{sat} - \gamma_w)] (N_q) (f_q) (d_q) (i_q)$$

Reemplazando en la formula se tiene  $q_u = 40.172 \text{ Tn/m}^2$

Finalmente

Capacidad última de carga  $q_u = 4.017 \text{ Kg/cm}^2$

Se tiene finalmente:

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

Con factor de seguridad FS = 2.5

Capacidad admisible de carga = 1.61 Kg/cm<sup>2</sup>



Saul Daniel Rimache Cornejo  
C.E.I. José Antonio de Sucre  
Distrito de Yanahuara, Provincia Arequipa, Departamento de Arequipa

TESISTA : Saul Daniel Rimache Cornejo

TESIS : Análisis Comparativo de la Aplicación del RNE y el Momento Probable en el C.E.I. José Antonio de Sucre Arequipa, 2022

UBICACIÓN : C.E.I. José Antonio de Sucre, Distrito de Yanahuara, Provincia Arequipa, Departamento de Arequipa

FECHA : Junio del 2022

CALICATA : C-02

COORDENADAS : WGS 84

ESTE 228579.33

NORTE 8186859.51

REALIZADO : M.A.D.

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - CLASIFICACION DE SUELOS**

( ASTM D422 / ASTM D 2487 / MTC E204 )

ANALISIS GRANULOMETRICO ( ASTM D422 / ASTM D 2487 / MTC E204 )					CLASIFICACION DEL SUELO	
MALLA (Abertura)		%	%	%	S.U.C.S. (ASTM D 2487)	GM
PLG.	mm.	RETENIDO	ACUMULADO	PASANTE	Grava limosa con arena	
					AASHTO (ASTM D3282)	A-1-b (0)
					Excelente a bueno como subgrado	
3"	75.000	0.00	0.00	100.00	Peso inicial del suelo 28291.00	
2 1/2"	63.000	0.00	0.00	100.00	Peso de la fracción 636.91	
2"	50.000	5.36	5.36	94.64	D <sub>10</sub>	7.93
1 1/2"	38.100	3.74	9.10	90.90	D <sub>30</sub>	0.63
1"	25.000	5.19	14.29	85.71	D <sub>10</sub>	
3/4"	19.000	7.11	21.41	78.59	Cu	
1/2"	12.500	6.98	28.39	71.61	Cc	
3/8"	9.500	6.24	34.63	65.37	Lim Liquido (ASTM D4318)	0.00
N° 4	4.750	16.28	50.90	49.10	Lim Plastico (ASTM D4318)	0.00
N° 10	2.000	7.56	58.47	41.53	Indice de Plasticidad	0.00
N° 20	0.850	8.12	66.58	33.42	% Humedad (ASTM D2216)	8.49
N° 40	0.425	6.58	73.16	26.84	GRAVA (%)	59.90
N° 50	0.300	4.80	77.96	22.04	ARENA (%)	33.03
N° 100	0.149	4.26	82.22	17.78	FINOS (%)	16.07
N° 200	0.074	1.72	83.93	16.07		
< 200		0.0	83.9	16.1		



INGEOP EIRL		
TECNICO LAB	JEFE RESPONSABLE	REVISIÓN
Nombre y firma:	Nombre y 	Nombre y firma

**TESISTA** : Saul Daniel Rimache Cornejo

**TESIS** : Análisis Comparativo de la Aplicación del RNE y el Momento Probable en el C.E.I. José Antonio de Sucre Arequipa, 2022

**UBICACIÓN** : C.E.I. José Antonio de Sucre, Distrito de Yanahuara, Provincia Arequipa, Departamento de Arequipa

**FECHA** : Junio del 2022


**CALICATA** : C-02

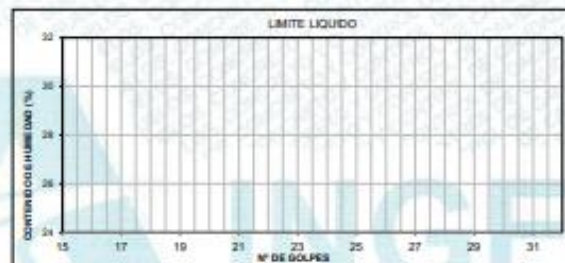
**COORDENADAS** : WGS 84 ESTE 228579.33

NORTE 8186859.51

**REALIZADO** : M.A.D.

**LIMITES DE CONSISTENCIA**  
 (ASTM D 4318/ AASHTO T 89/ MTC E 110,111)

LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318)			
DESCRIPCION	UNIDAD	ENSAYO	OBSERVACIONES
RECIPIENTE N°	N°	<b>NP</b>	
N° DE GOLPES	N°		
RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	grs		
RECIPIENTE + SUELO SECO	grs		
PESO DEL RECIPIENTE	grs		
PESO DE AGUA	grs		
PESO DEL SUELO SECO	grs		
% DE HUMEDAD	%		



LIMITE PLASTICO (ASTM D4318)					
DESCRIPCION	UNIDAD	MUESTRA 01	MUESTRA 02	PROMEDIO	OBSERVACIONES
RECIPIENTE N°	N°	<b>NP</b>			
RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	grs				
RECIPIENTE + SUELO SECO	grs				
PESO DEL RECIPIENTE	grs				
PESO DE AGUA	grs				
PESO DEL SUELO SECO	grs				
% DE HUMEDAD (Limite Plástico)	%				

LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICIDAD
NP	NP	NP

INGEOP EIRL		
TECNICO LAB	JEFE RESPONSABLE	REVISIÓN
Nombre y firma:	Nombre y firma:  Saul Daniel Rimache Cornejo Ingeniero Civil C.O.E. N° 12114 Arequipa, Perú	Nombre y firma:

TESISTA : Saul Daniel Rimache Cornejo

TESIS : Análisis Comparativo de la Aplicación del RNE y el Momento Probable en el C.E.I. José Antonio de Sucre  
Arequipa, 2022

UBICACIÓN : C.E.I. José Antonio de Sucre, Distrito de Yanahuara, Provincia Arequipa, Departamento de Arequipa

FECHA : Junio del 2022

CALICATA : C-02

COORDENADAS : WGS 84

ESTE 228579.33

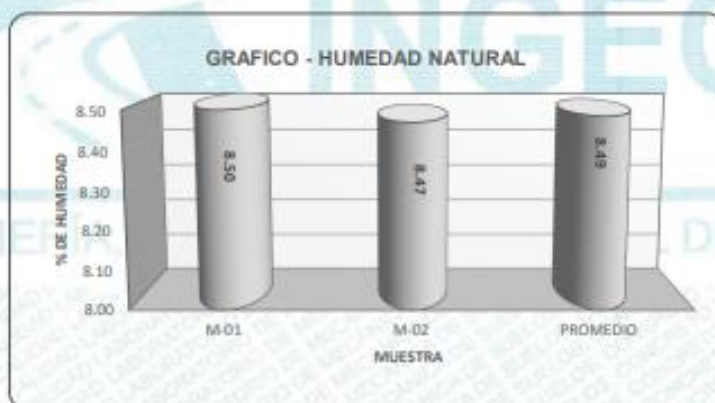
NORTE 8186859.51

REALIZADO : M.A.D.

**CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS**

(ASTM D 2216 / AASHTO T 86 / MTC E 108)

HUMEDAD NATURAL				
DESCRIPCION	UNIDAD	M-01	M-02	PROMEDIO
RECIPIENTE	N°			
RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	gr.	354.6	315.2	
RECIPIENTE + SUELO SECO	gr.	326.8	290.6	
PESO DEL RECIPIENTE	gr.			
PESO DEL AGUA	gr.	27.8	24.6	
PESO DEL SUELO SECO	gr.	326.8	290.6	
% DE HUMEDAD	%	8.50	8.47	8.49



INGEOP EIRL		
TECNICO LAB	JEFE RESPONSABLE	REVISIÓN
Nombre y firma:	Nombre y firma:  Saul Daniel Rimache Cornejo Ingeniero Civil en Geotecnia C.O.P. 1024 Arequipa, Perú	Nombre y firma:

**TESISTA** : Saul Daniel Rimache Cornejo

**TESIS** : Análisis Comparativo de la Aplicación del RNE y el Momento Probable en el C.E.I. José Antonio de Sucre Arequipa, 2022

**UBICACIÓN** : C.E.I. Jose Antonio de Sucre, Distrito de Yanahuara, Provincia Arequipa, Departamento de Areq

**FECHA** : Junio del 2022

**CALICATA** : C-02

**COORDENADAS** : WGS 84

ESTE 228579.33

NORTE 8186859.51

**REALIZADO** : M.A.D.

**DENSIDAD EN CAMPO POR EL MÉTODO DEL CONO DE ARENA**

NORMAS: MTC E 117 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-1556 y AASHTO T-191

DATOS DE LA ARENA	
Tipo de Arena utilizada:	Cuarzo
Peso Unitario de la Arena (gr/cm <sup>3</sup> ) =	1.44 gr/cm <sup>3</sup>

DATOS DEL ENSAYO	
Número de Cono	1
Peso del Frasco + Cono antes de usarlo (gr)	7035.00
Peso del Frasco + Cono después de usarlo (gr)	3118.00
Peso del Suelo Húmedo (gr)	3487.00
Peso de la Arena Utilizada, hueco + cono (gr)	3917.00
Peso de la Arena en el Cono (gr)	1504.00
Peso de la Arena en el Hueco (gr)	2413.00
Volumen del Hueco (cm <sup>3</sup> )	1675.69
Densidad Natural Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.08

CONTENIDO DE HUMEDAD	
Peso de Capsula (gr)	-
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	254.30
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	233.58
Peso del Agua (gr)	20.72
Peso de la Muestra Seca (gr)	233.58
Contenido de Humedad	8.87%

**DENSIDAD NATURAL HUMEDA = 2.08 gr/cm<sup>3</sup>**
**DENSIDAD NATURAL SECA = 1.91 gr/cm<sup>3</sup>**
**INGEOP EIRL**

TECNICO LAB	JEFE RESPONSABLE	REVISIÓN
Nombre y firma:	Nombre y firma:  Saul Daniel Rimache Cornejo C.I. 10522441 Ing. Civil - Geotecnia y Control de Calidad	Nombre y firma:

**TESISTA** : Saul Daniel Rimache Cornejo

**TESIS** : Análisis Comparativo de la Aplicación del RNE y el Momento Probable en el C.E.I. José Antonio de Sucre Arequipa, 2022

**UBICACIÓN** : C.E.I. Jose Antonio de Sucre, Distrito de Yanahuara, Provincia Arequipa, Departamento de Arequipa

**FECHA** : Junio del 2022

**CALICATA** : C-02

**COORDENADAS** : WGS 84

ESTE 228579.33

NORTE 8186659.51

**REALIZADO** : M.A.D.

**ENSAYOS PARA DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD RELATIVA**

DENSIDAD MÍNIMA NORMA ASTM D4254				
Prueba N°	---	1	2	
Peso de Molde	---	269	269	
Volumen de Molde	(cm <sup>3</sup> )	5571	5571	
Peso de Molde + Suelo Suelto	(g)	10024	10018	
Peso de Suelo Suelto	(g)	9755	9749	PROMEDIO
Densidad Mínima	(g/cm <sup>3</sup> )	1.751	1.750	1.750

DENSIDAD MÁXIMA NORMA : ASTM D4253				
Peso de la Muestra Húmeda + Molde	(g)	11546	11524	
Peso del Molde	(g)	6799	6799	
Peso de la Muestra Húmeda (1) - (2)	(g)	4747	4725	
Volumen del Molde	(cm <sup>3</sup> )	2128	2128	PROMEDIO
Peso Volumetrico Humedo	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.23	2.22	2.226
Contenido de Humedad	%	8.69	8.20	
Peso Volumetrico Seco	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.052	2.043	2.048

DENSIDAD NATURAL : NORMA ASTM D5030				
Peso de Material Extraído	(g)			
Contenido de Humedad	(%)			
Volumen de Agua Utilizado	(cm <sup>3</sup> )			
Densidad Húmeda	(g/cm <sup>3</sup> )			PROMEDIO
Densidad Seca	(g/cm <sup>3</sup> )			

DENSIDAD MÍNIMA (ASTM D4254)	1.750 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD MÁXIMA (ASTM D4253)	2.048 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD NATURAL (ASTM D5030)	1.911 g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD RELATIVA (ASTM D4254)	58.0 %

**INGEOP E.I.R.L.**

TECNICO LAB	JEFE RESPONSABLE	REVISIÓN
Nombre y firma:	Nombre y firma:  Saul Daniel Rimache Cornejo INGENIERO EN GEOTECNIA C.O.T. 10104 Acreditación N° 146010101	Nombre y firma:

**TESIS** : Análisis Comparativo de la Aplicación del RNE y el Momento Probable en el C.E.I. José Antonio de Sucre Arequipa, 2022

**UBICACIÓN** : C.E.I. José Antonio de Sucre, Distrito de Yanahuara, Provincia Arequipa, Departamento de Arequipa

**TESISTA** : Saul Daniel Rimache Cornejo

**FECHA** : Junio del 2022

**Calicata** : C-02

**Técnica de Investigación** : Calicata

**Coordenadas** : ESTE 228579.33

NORTE 8198859.51

**cotas referencia** : Nivel del Terreno

**Dimensiones Calicata** : Largo 1.50 m

Ancho 0.90 m

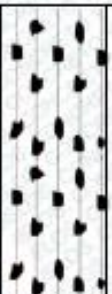

**Nivel** : m.s.n.m.

**Profundidad Final** : 2.00 m

**Prospección** : Manual

**Nivel Freático** : Se Encuentro

**PERFIL ESTRATIGRAFICO NORMA (ASTM D2488)**

PROFUNDIDAD (METROS)	COTA (m.s.n.m.)	ESTRATO	SIMBOLO GRAFICO	CLASIFICACION (S.U.C.S./AASHTO)	DESCRIPCION DEL SUELO	MUESTRA		
						TIPO	N°	PROF.
0.00	0.00							
0.50		1		SM	Conformado por arena limosa, no presenta plasticidad, de compactidad media, el estrato presenta una coloracion de color beige.			0.00 a 0.90
1.00								
1.40		2		GM A-1-b (0)	Conformado por grava mal graduada (Hormigon), el estrato presenta un LL N.P. y I.P. N.P. de alta compactidad, de color marron oscuro. Se encontro la presencia de nivel de aguas freaticas hasta la profundidad prospectada.		1	0.90 a 2.00
1.50								
2.00								
2.50								
3.00								

**Observaciones:**

INGEOP EIRL

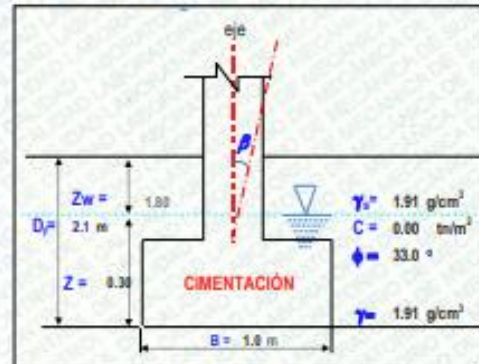
TECNICO LAB	JEFE RESPONSABLE	REVISIÓN
Nombre y firma	Nombre y firma 	Nombre y firma

**TESISTA** : Saul Daniel Rimache Cornejo  
**TESIS** : Análisis Comparativo de la Aplicación del RNE y el Momento Probable en el C.E.I. José Antonio de Sucre Arequipa, 2022  
**UBICACIÓN** : C.E.I. José Antonio de Sucre, Distrito de Yanahuara, Provincia Arequipa, Departamento de Arequipa  
**FECHA** : Junio del 2022

DATOS GENERALES DE LA CALICATA			
Muestra	: C-02	N = 8,186,859.51	REALIZADO M.A.D.
Tipo de Suelo	GM	E = 228,579.33	FECHA : Junio del 2022
CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO CIMENTACION CUADRADA, RECTANGULAR O CIRCULAR			

**LEYENDA:**

Cohesión	C = 0.00 tn/m <sup>2</sup>
Angulo de fricción	φ = 33.00 °
Tipo de falla	B
Peso unitario del suelo sobre el nivel de fundación	γ <sub>s</sub> = 1.91 tn/m <sup>3</sup>
Peso unitario del suelo bajo el nivel de fundación	γ = 1.91 tn/m <sup>3</sup>
Ancho de la cimentación	B = 1.00 m
Largo de la cimentación	L = 1.00 m
Profundidad de la cimentación	D <sub>f</sub> = 2.10 m
Inclinación de la carga	β = 0.00 °
Factor de seguridad	FS = 3.00
Nivel de aguas freáticas NAF	Z <sub>w</sub> = 1.80 m
Peso específico del suelo saturado	γ <sub>sat</sub> = 2.08 tn/m <sup>3</sup>
Peso específico del agua	γ <sub>w</sub> = 1.00 tn/m <sup>3</sup>
Cota terreno	m.s.n.m.
Cota cimentación	m.s.n.m.



**CORRECCION RECOMENDADA POR TERZAGHI**

Correccion de angulo de fricción $\varphi' = \text{Arctan}\left(\frac{2}{3} \tan \varphi\right)$	Correccion de cohesion $C' = \frac{2}{3} C$
---	--

Calculando los factores de capacidad de carga y forma:

**Factores de capacidad de carga**

$$\begin{aligned} N_c &= 18.557 \\ N_q &= 9.034 \\ N_\gamma &= 8.688 \end{aligned}$$

**Factores de forma**

$$\begin{aligned} S_c &= 1.487 & f_c &= 0.600 \\ S_q &= 1.433 & f_q &= 1.250 \\ S_\gamma &= 0.600 & f_\gamma &= 7.515 \end{aligned}$$

**Factores de profundidad**

$$\begin{aligned} d_c &= 1.451 \\ d_q &= 1.354 \\ d_\gamma &= 1.000 \end{aligned}$$

**Factores de inclinación**

$$\begin{aligned} i_c &= 1.000 \\ i_q &= 1.000 \\ i_\gamma &= 1.000 \end{aligned}$$

$$q_u = \frac{1}{3} B [\gamma_{sat} - \gamma_w] N_c (f_c) (d_c) (i_c) + [z_w \gamma + Z (\gamma_{sat} - \gamma_w)] (N_q) (f_q) (d_q) (i_q)$$

Reemplazando en la formula se tiene  $Q_u = 41.863 \text{ Tn/m}^2$

Finalmente

Capacidad última de carga  $Q_u = 4.186 \text{ Kg/cm}^2$

Se tiene finalmente:

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

Con factor de seguridad **FS = 2.5**

Capacidad admisible de carga = **1.67 Kg/cm<sup>2</sup>**



# MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL NÚMERO DE REBOTE DEL CONCRETO ENDURECIDO (ESCLEROMETRÍA)



TESIS : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA APLICACIÓN DEL RNE Y EL  
MOMENTO PROBABLE EN EL C.E.I. JOSÉ ANTONIO DE SUCRE AREQUIPA, 2022"

#### UBICACIÓN:

- LOCALIDAD : C.E.I. JOSÉ ANTONIO DE SUCRE
- DISTRITOS : YANAHUARA
- PROVINCIA : AREQUIPA
- REGIÓN : AREQUIPA

TESISTA : Bach. Rimache Cornejo Saul Daniel

FECHA : 25 DE JUNIO DEL 2022

## 7.2 Fotografías



Fotografía 01



Fotografía 02



Fotografía 03



Fotografía 04

INGENIERÍA, GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD

*[Handwritten Signature]*  
E.I.R.L.  
INGENIERÍA, GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD  
SERVICIOS DE CONTROL DE CALIDAD

**TESISTA** : Bach. Rimache Cornejo Saul Daniel  
**TESIS** : Análisis Comparativo de la Aplicación del RNE y el Momento Probable en el C.E.I. José Antonio de Sucre Arequipa, 2022  
**UBICACIÓN** : C.E.I. Jose Antonio de Sucre, Distrito de Yanahuara, Provincia Arequipa, Departamento de Arequipa  
**FECHA** : 25 de junio del 2022  
**COORDENADAS** : WGS 84 ESTE 228571.94 NORTE 8186830.290

### MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE UNIFORMIDAD DEL CONCRETO ENDURECIDO MEDIANTE ESCLEROMETRÍA

(NORMAS: ASTM C-805 / NTP 339.181)

#### DATOS DEL ENSAYO

N° de ensayo	Pto 01	Pto 02	Pto 03	Pto 04	Pto 05
Fecha de ensayo	25/06/2022	25/06/2022	25/06/2022	25/06/2022	25/06/2022
Edad del concreto (días)					
Estructural/Elemento	Columna 1° Nivel Eje C-3	Viga 1° Nivel Eje 1, B-C	Columna 2° Nivel Eje C-3	Viga 2° Nivel Eje 1, B-C	Columna 3° Nivel Eje C-3
Resist. Especificado (kg/cm <sup>2</sup> )	210 kg/cm <sup>2</sup>	210 kg/cm <sup>2</sup>	210 kg/cm <sup>2</sup>	210 kg/cm <sup>2</sup>	210 kg/cm <sup>2</sup>
Posicion de Equipo con respecto a la horizontalidad	0°	0°	0°	0°	0°
N°	Valor del Rebote	Valor del Rebote	Valor del Rebote	Valor del Rebote	Valor del Rebote
01	38	34	32	37	36
02	38	32	31	36	28
03	38	30	35	32	32
04	38	36	40	38	30
05	32	36	38	36	30
06	32	36	32	32	30
07	37	36	41	40	32
08	39	38	36	36	32
09	34	32	37	34	34


#### Resistencia de Concreto

Valor del Rebote Promedio	36.22	34.44	35.78	35.67	31.56
Desviacion estandar	± 2.77	± 2.60	± 3.60	± 2.65	± 2.40
Valor del Rebotes descartadas	3	0	3	1	1
Promedio corregido	32.67	30.22	37.83	35.13	32.00
Resistencia alcanzada	281.43 kg/cm <sup>2</sup>	212.22 kg/cm <sup>2</sup>	368.33 kg/cm <sup>2</sup>	281.25 kg/cm <sup>2</sup>	238.00 kg/cm <sup>2</sup>
Resist. Especificado (F'c=)	210 kg/cm <sup>2</sup>	210 kg/cm <sup>2</sup>	210 kg/cm <sup>2</sup>	210 kg/cm <sup>2</sup>	210 kg/cm <sup>2</sup>
Porcentaje alcanzado	134.01%	101.06%	175.40%	133.93%	113.33%
Aceptación	Cumple !	Cumple !	Cumple !	Cumple !	Cumple !

\* Este informe no debera reproducirse parcial o totalmente sin la aprobacion por escrito del laboratorio INGEOP.

\*\* Los puntos de investigacion fueron ubicados por el tesista en coordinacion del personal tecnico de laboratorio INGEOP.

#### INGEOP EIRL

TECNICO LAB	JEFE RESPONSABLE	REVISIÓN
Nombre y firma:	Nombre y firma: 	Nombre y firma:

**TESISTA** : Bach. Rimache Cornejo Saul Daniel  
**TESIS** : Análisis Comparativo de la Aplicación del RNE y el Momento Probable en el C.E.I. José Antonio de Sucre Arequipa, 2022  
**UBICACIÓN** : C.E.I. Jose Antonio de Sucre, Distrito de Yanahuara, Provincia Arequipa, Departamento de Arequipa  
**FECHA** : 25 de junio del 2022  
**COORDENADAS** : WGS 84 ESTE 228571.940 NORTE 8186830.290

**MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE UNIFORMIDAD DEL CONCRETO ENDURECIDO MEDIANTE ESCLEROMETRÍA**

(NORMAS: ASTM C-805 / NTP 339.181)

**DATOS DEL ENSAYO**

N° de ensayo	Pto 06			
Fecha de ensayo	25/06/2022			
Edad del concreto (días)				
Detalle de Estructura	Viga 3° Nivel Eje C-2			
Resist. Especificado (kg/cm2)	210 kg/cm2			
Posicion de Equipo con respecto a la horizontalidad	0°			
N°	Valor del Rebote			
01	30			
02	32			
03	30			
04	30			
05	28			
06	24			
07	30			
08	26			
09	32			

**Resistencia de Concreto**

Valor del Rebote Promedio	29.11			
Desviacion estandar	± 2.67			
Valor del Rebotes descartadas	2			
Promedio corregido	30.29			
Resistencia alcanzada	212.86 kg/cm2			
Resist. Especificado (F'c=)	210 kg/cm2			
Porcentaje alcanzado	101.36%			
Aceptación	<b>Cumple !</b>			

\* Este informe no debera reproducirse parcial o totalmente sin la aprobacion por escrito del laboratorio INGEOP.

\*\* Los puntos de investigacion fueron ubicados por el tesista en coordinacion del personal tecnico de laboratorio INGEOP.

**INGEOP EIRL**

TECNICO LAB	JEFE RESPONSABLE	REVISION
Nombre y firma	Nombre y firma 	Nombre y firma

## Anexo 7 Certificado de calibración de equipos



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° 1210-121-2021

Página 1 de 2

**Arsou Group**

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión	2021/11/09
Solicitante	INGENIERÍA DE OBRAS DEL PERÚ EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA
Dirección	BELAUNDE STA ROSA NRO. SN (A 4 CDRAS D FISCALIA C2P ADOB) CUSCO - CANCHIS - SICUANI
Instrumento de medición	ESCLEROMETRO
Identificación	1210-121-2021
Marca	NO INDICA
Modelo	NO INDICA
Serie	NO INDICA
Tipo	N
Lectura	ANÁLOGO
Procedencia	CHINO
Ubicación	BELAUNDE STA ROSA NRO. SN (A 4 CDRAS D FISCALIA C2P ADOB) CUSCO - CANCHIS - SICUANI
Lugar de calibración	LABORATORIO DE INGENIERÍA DE OBRAS DEL PERÚ EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA
Fecha de calibración	2021/11/09

### Método/Procedimiento de calibración

La Verificación del equipo se determino realizando la prueba de exactitud, para ello se sostiene el esclerómetro firmemente de manera que el emboio esté perpendicular a la superficie de la prueba (Yunque ), después del impacto se lee el número de rebote en la escala al número entero más cercano y se registra. Para el caso del equipo tenga lectura digital, solo registrar el valor que indica el dispositivo.

El número de rebote obtenido debe ser  $81 \pm 2$  para el tipo N y de  $75 \pm 2$  para el tipo L. La prueba se realizo teniendo en cuenta las Normas ASTM C805 y EN 12504-2.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.

ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica  
METROLOGÍA



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° 1210-121-2021

Página 2 de 2

**Arso Group**

Identificación de los Métodos y los Auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
CIVITEST	YUNQUE	022-2019-111

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 21,8 °C	Final: 22,8 °C
Humedad Relativa	Inicial: 65 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

**TABLA N° 01  
VERIFICACIÓN**

Lecturas:	N° de Rebote
	81 ± 2
1	80
2	81
3	82
4	80
5	82
6	81
7	81
8	80
9	81
10	80
Promedio:	80,8
	OK
Factor reajiste	1,00

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arevalo Cárnic  
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.  
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N°326-2022 GLT

Página 1 de 4

Fecha de Emisión : 2022-05-11

1. SOLICITANTE : INGEOP E.I.R.L

DIRECCIÓN : AV. BELAUDE STA ROSA NRO. SN  
CUSCO – CANCHIS – SICUANI

2. EQUIPO DE MEDICIÓN: HORNO ELÉCTRICO

MARCA : PYS EQUIPOS

MODELO : ATHX-1A

NÚMERO DE SERIE : 181028

PROCEDENCIA : CHINA

IDENTIFICACIÓN : NO PRESENTA

UBICACIÓN : LABORATORIO

### Descripción del Termómetro del Equipo

Tipo : Digital

Alcance de Indicación : 1 °C a 250 °C

División de Escala : 0.1 °C

3. FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

Calibrado el 2022-05-03

La calibración se realizó en el LAB. DE MEC. DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES, CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES

4. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros patrones calibrados que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990, se usó el procedimiento PC-018 "Calibración de Medios con Aire como Medio Termostático", edición 2, Junio 2009; del SNM-INDECOPI - Perú.

5. CONDICIONES DE CALIBRACIÓN

	Inicial	Final
Temperatura °C	20.2	20.2
Humedad Relativa %HR	31	31

6. TRAZABILIDAD

Los resultados de calibración tienen trazabilidad a los patrones nacionales, reportados de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
TOTAL WEIGHT	Termómetro de indicación digital de 10 termocopias	CC - 6319 - 2021

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

G & L LABORATORIO S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N°326-2022 GLT  
Página 2 de 4

7. RESULTADOS DE MEDICIÓN

TEMPERATURA DE CALIBRACIÓN 110 °C ± 10 °C

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	Indicación termómetros patrones (°C)										T. Prom. (°C)	Tmax-Tmin. (°C)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110.0	111.3	119.4	108.4	109.7	114.2	111.4	117.5	112.6	110.4	112.2	112.7	11
02	110.0	111.2	119.5	108.6	109.8	114.3	111.4	117.3	112.6	110.8	112.2	112.8	10.9
04	110.0	111.4	119.2	108.5	109.5	114.1	111.3	117.1	112.6	110.6	112.1	112.6	10.7
06	110.0	111.3	119.1	108.4	109.6	114.2	111.4	117.2	112.6	110.4	112.0	112.6	10.7
08	109.8	111.5	119.1	108.6	109.6	114.6	111.2	117.1	112.7	110.4	111.9	112.7	10.5
10	109.9	111.3	119.1	108.4	109.8	114.1	111.2	117.1	112.5	110.6	111.8	112.6	10.7
12	110.0	111.6	119.5	108.7	109.9	114.4	111.4	117.6	112.8	110.7	112.2	112.9	10.8
14	110.3	111.8	119.2	108.8	110.0	114.4	111.6	117.8	112.7	110.8	112.2	112.9	10.4
16	110.0	111.5	119.1	108.7	109.7	114.1	111.4	116.9	112.6	110.6	112.2	112.7	10.4
18	109.7	111.6	119.2	108.4	109.7	114.1	111.4	116.8	112.6	110.5	112.1	112.6	10.8
20	110.0	111.5	119.1	108.6	109.6	114.6	111.2	117.1	112.7	110.4	111.9	112.7	10.5
22	110.0	111.3	119.1	108.4	109.8	114.1	111.2	117.1	112.5	110.6	111.8	112.6	10.7
24	110.0	111.6	119.5	108.7	109.9	114.4	111.4	117.6	112.8	110.7	112.2	112.9	10.8
26	110.0	111.3	119.4	108.4	109.7	114.2	111.4	117.5	112.6	110.4	112.2	112.7	11.0
28	109.8	111.2	119.5	108.6	109.8	114.3	111.4	117.3	112.6	110.8	112.2	112.8	10.9
30	109.9	111.4	119.2	108.5	109.5	114.1	111.3	117.1	112.6	110.6	112.1	112.6	10.7
32	110.0	111.3	119.1	108.4	109.6	114.2	111.4	117.2	112.6	110.4	112.0	112.6	10.7
34	110.3	111.5	119.1	108.6	109.6	114.6	111.2	117.1	112.7	110.4	111.9	112.7	10.5
36	110.0	111.3	119.1	108.4	109.8	114.1	111.2	117.1	112.5	110.6	111.8	112.6	10.7
38	109.7	111.6	119.5	108.7	109.9	114.4	111.4	117.6	112.8	110.7	112.2	112.9	10.8
40	110.0	111.8	119.2	108.8	110.0	114.4	111.6	117.8	112.7	110.8	112.2	112.9	10.4
42	110.0	111.5	119.1	108.7	109.7	114.1	111.4	116.9	112.6	110.6	112.2	112.7	10.4
44	110.0	111.6	119.2	108.4	109.7	114.1	111.4	116.8	112.6	110.5	112.1	112.6	10.8
46	110.0	111.4	119.2	108.5	109.5	114.1	111.3	117.1	112.6	110.6	112.1	112.6	10.7
48	109.8	111.3	119.1	108.4	109.6	114.2	111.4	117.2	112.6	110.4	112.0	112.6	10.7
50	109.9	111.5	119.1	108.6	109.6	114.6	111.2	117.1	112.7	110.4	111.9	112.7	10.5
52	110.0	111.3	119.1	108.4	109.8	114.1	111.2	117.1	112.5	110.6	111.8	112.6	10.7
54	110.3	111.6	119.5	108.7	109.9	114.4	111.4	117.6	112.8	110.7	112.2	112.9	10.8
56	110.0	111.8	119.2	108.8	110.0	114.4	111.6	117.8	112.7	110.8	112.2	112.9	10.4
58	109.7	111.5	119.1	108.7	109.7	114.1	111.4	116.9	112.6	110.6	112.2	112.7	10.4
60	110.0	111.6	119.2	108.4	109.7	114.1	111.4	116.8	112.6	110.5	112.1	112.6	10.8
<b>T. PROM.</b>	110.0	111.5	119.2	108.6	109.7	114.3	111.4	117.2	112.6	110.6	112.1	112.7	
<b>T. MAX</b>	110.3	111.8	119.5	108.8	110.0	114.6	111.6	117.8	112.8	110.8	112.2		
<b>T. MIN</b>	109.7	111.2	119.1	108.4	109.5	114.1	111.2	116.8	112.5	110.4	111.8		
<b>DTT</b>	0.6	0.6	0.4	0.4	0.5	0.5	0.4	1.0	0.3	0.4	0.4		

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	119.5	0.3
Mínima Temperatura Medida	108.4	0.3
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1.0	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	10.7	0.3
Estabilidad Medida (±)	0.5	0.04
Uniformidad Medida	11	0.3

Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.  
 Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición en un instante dado.  
 Temperatura máxima.  
 Temperatura mínima.  
 Desviación de temperatura en el tiempo.







### 8. OBSERVACIONES

Los resultados obtenidos corresponden al promedio de 31 lecturas por punto de medición considerando, luego del tiempo de estabilización.

Las lecturas se iniciaron luego de un precalentamiento y estabilización de 2 min.

El esquema de distribución y posición de los termocuplas calibrados en los puntos de medición se muestra en la página 4.

(\*) Código asignado por G&L LABORATORIO S.A.C

Para la temperatura de 110°C

La calibración se realizó sin carga.

El promedio de temperatura durante la medición fue 110 °C.

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".

La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.

#### NOTA:

Los resultados contenidos en el presente documento son válidos únicamente para las condiciones del equipo durante la calibración. G&L LABORATORIO SAC. no se responsabiliza de ningún perjuicio que pueda derivarse del uso inadecuado del objeto calibrado.

Una copia de este documento será mantenida en archivo electrónico en el laboratorio por un periodo de por lo menos 4 años.

### 9. FOTOGRAFÍA DEL INTERIOR DEL EQUIPO

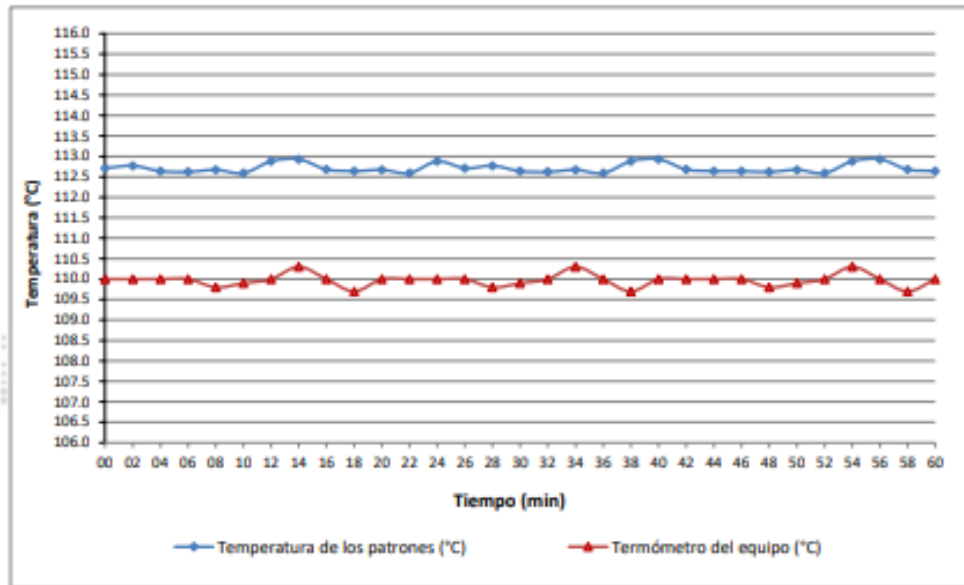




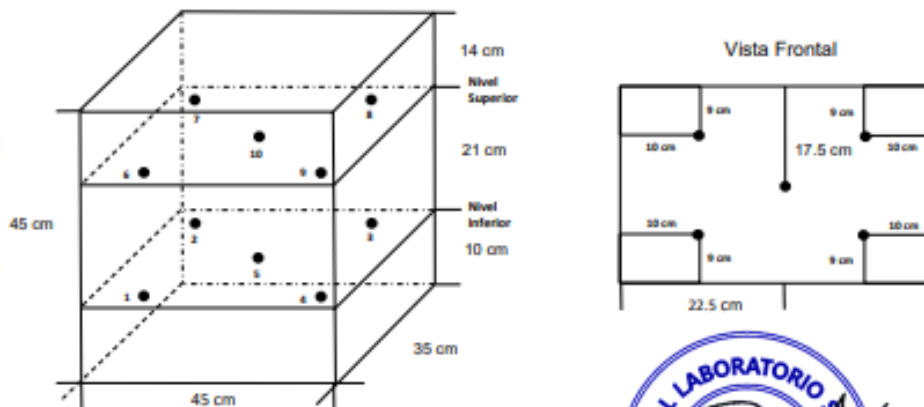
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N°326-2022 GLT  
Página 4 de 4

**DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURA EN EL EQUIPO**

TEMPERATURA DE CALIBRACIÓN 110 °C ± 10 °C



**UBICACIÓN DE LOS SENSORES**



Los sensores se colocaron a 6 cm de altura sobre sus respectivos niveles.





## CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN N° 329-2022 GLML

Página 1 de 2

FECHA DE EMISIÓN : 2022-05-11

1. SOLICITANTE : INGEOP E.I.R.L  
DIRECCIÓN : AV. BELAUDE STA ROSA NRO. SN CUSCO – CANCHIS – SUCUNI

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : PENETROMETRO DINAMICO LIGERO (DPL) MANUAL

MARCA : NO PRESENTA  
MODELO : NO PRESENTA  
FECHA DE CALIBRACIÓN : 2022-05-03  
PROCEDENCIA : NO PRESENTA  
IDENTIFICACIÓN : ( \* ) 200  
UBICACIÓN : LABORATORIO

3. PROCEDIMIENTO DE REFERENCIA UTILIZADO  
Procedimiento de informe de inspección Comparación directa con patrones calibrados.

4. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN  
La verificación se realizó el 03 de Mayo del 2022 en el LAB. DE MEC. DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES, CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES.

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura °C	19.9	19.2
Humedad Relativa %HR	32	32

6. TRAZABILIDAD  
Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

7. OBSERVACIONES  
Este informe de inspección presenta las mediciones realizadas al molde cilíndrico para concreto, los cuales nos permiten confirmar el cumplimiento de los requisitos para la norma técnica UNE-EN ISO 22476-2:2008/A1:2014.

8. RESULTADOS

CONO DE PENETRACIÓN (mm)					
DIAMETRO (mm)	LONGITUD CONVENCIONAL (mm)			PROMEDIO (mm)	ERROR DE INDICACIÓN (mm)
	1	2	3		
35.7 ± 0,20	35.89	35.92	35.82	35.88	-0.18

FALSO CONO (mm)					
DIAMETRO (mm)	LONGITUD CONVENCIONAL (mm)			PROMEDIO (mm)	ERROR DE INDICACIÓN (mm)
	1	2	3		
25.4 ± 0,20	25.30	25.34	25.30	25.32	0.083

  
Gilmer Antonio Huaman Poquioma  
Responsable del Laboratorio de Metrología





LABORATORIO DE METROLOGÍA | CALIDAD Y RESPONSABILIDAD  
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN N° 329-2022 GLML

Página 2 de 2

#	LONGITUD DE BARRA (mm)	LONGITUD CONVENCIONAL (mm)			PROMEDIO (mm)	ERROR DE INDICACIÓN (mm)
		1	2	3		
1	1000.0 ± 0,10	1000.01	1000.00	1000.02	1000.01	-0.01
2	1000.0 ± 0,11	1000.01	1000.00	1000.01	1000.01	-0.01
3	1000.0 ± 0,12	1000.02	1000.10	1000.02	1000.05	-0.05
4	1000.0 ± 0,13	1000.01	1000.00	1000.01	1000.01	-0.01
5	1000.0 ± 0,14	1000.00	1000.00	1000.02	1000.01	-0.01
6	1000.0 ± 0,15	1000.02	1000.01	1000.01	1000.01	-0.01
7	1000.0 ± 0,16	1000.00	1000.00	1000.02	1000.01	-0.01
8	1000.0 ± 0,17	1000.00	1000.00	1000.01	1000.00	0.00
9	1000.0 ± 0,18	1000.00	1000.00	1000.01	1000.00	0.00
10	1000.0 ± 0,19	1000.02	1000.00	1000.02	1000.01	-0.01

MASA DE MARTILLO (g)	MASA CONVENCIONAL (g)			PROMEDIO (g)	ERROR DE INDICACIÓN (g)
	1	2	3		
10000.0	9998.0	9998.0	9998.0	9998.0	2.0

FIN DEL DOCUMENTO





LABORATORIO DE  
METROLOGÍA

CALIDAD Y RESPONSABILIDAD  
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 330-2022 GLM

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN : 2022-05-11

**1. SOLICITANTE** : INGEOP E.I.R.L

**DIRECCIÓN** : AV. BELAUNDE STA ROSA NRO. SN CUSCO –  
CANCHIS – SICUANI

**2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : **BALANZA**

MARCA : OHAUS

MODELO : R31P15

NÚMERO DE SERIE : 8335130594

ALCANCE DE INDICACIÓN : 15000 g

DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN : 0.5 g

DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN ( e ) : 0.1 g

PROCEDENCIA : CHINA

IDENTIFICACIÓN : NO PRESENTA

TIPO : ELECTRÓNICA

UBICACIÓN : LABORATORIO

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2022-05-03

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

G & L LABORATORIO S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

### 3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC 001 1ra Edición, 2019: "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase III y clase IIII" del INACAL-DM.

### 4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

LAB. DE MEC. DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES  
AV. BELAUNDE STA ROSA NRO. SN CUSCO – CANCHIS – SICUANI

Gilmer Antonio Huamán Roguloma  
Responsable del Control de Metrología



Teléfono:  
(01) 622 – 5814  
Celular:  
992 – 302 – 883 / 962 – 227 – 858

Correo:  
laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com  
servicios@gyllaboratorio.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60  
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos  
Lima

Prohibida la Reproducción total de este documento sin la autorización de G&L LABORATORIO S.A.C



5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	24.0 °C	24.0 °C
Humedad Relativa	31 %	31 %

6. TRAZABILIDAD

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de DM - INACAL TOTAL WEIGHT	Pesas (exactitud E2 / M2)	LM - C - 428 - 2021 CM - 1411 - 2021 CM - 1412 - 2021

7. OBSERVACIONES

Para 15000 g. la balanza indicó 14997.5 g. Se ajustó y se procedió a su calibración. Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático. Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO".

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SISTEMA DE TRABA	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición Nº	Carga L1= 7,500.0 g			Carga L2= 15,000.0 g		
	l(g)	ΔL(g)	E(g)	l(g)	ΔL(g)	E(g)
1	7,499.5	0.4	-0.7	15,000.0	0.4	-0.2
2	7,499.5	0.5	-0.8	15,000.0	0.4	-0.2
3	7,499.5	0.4	-0.7	15,000.0	0.3	-0.1
4	7,499.5	0.4	-0.7	15,000.0	0.4	-0.2
5	7,499.5	0.4	-0.7	15,000.0	0.5	-0.3
6	7,499.5	0.5	-0.8	15,000.0	0.5	-0.3
7	7,499.5	0.4	-0.7	15,000.0	0.6	-0.4
8	7,499.5	0.5	-0.8	15,000.0	0.5	-0.3
9	7,499.5	0.4	-0.7	15,000.0	0.6	-0.4
10	7,499.5	0.4	-0.7	15,000.0	0.5	-0.3
Diferencia Máxima			0.1	0.3		
Error máximo permitido ±			0.3 g	± 0.3 g		





Vista Frontal

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>0</sub>				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	l(g)	ΔL(g)	E <sub>0</sub> (g)	Carga (g)	l(g)	ΔL(g)	E(g)	E <sub>c</sub> (g)
1	20.0	20.0	0.4	-0.2	5,000.0	5,000.0	0.4	-0.2	0.0
2		20.0	0.5	-0.3		4,999.5	0.4	-0.7	-0.4
3		20.0	0.6	-0.4		4,999.5	0.6	-0.9	-0.5
4		20.0	0.5	-0.3		5,000.0	0.4	-0.2	0.1
5		20.0	0.4	-0.2		5,000.0	0.4	-0.2	0.0

Temp. (°C) Inicial: 24.0 Final: 24.0

(\*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido: ± 0.3 g

ENSAYO DE PESAJE

Carga L(g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp(**) ±(g)
	l(g)	ΔL(g)	E(g)	E <sub>c</sub> (g)	l(g)	ΔL(g)	E(g)	E <sub>c</sub> (g)	
20.0	20.0	0.5	-0.3						0.1
50.0	50.0	0.6	-0.4	-0.1	50.0	0.5	-0.3	0.0	0.1
500.0	500.0	0.5	-0.3	0.0	500.0	0.4	-0.2	0.1	0.3
1,000.0	1,000.0	0.4	-0.2	0.1	1,000.0	0.5	-0.3	0.0	0.3
2,000.0	2,000.0	0.5	-0.3	0.0	2,000.0	0.5	-0.3	0.0	0.3
5,000.0	5,000.0	0.5	-0.3	0.0	5,000.0	0.6	-0.4	-0.1	0.3
8,000.0	8,000.0	0.5	-0.3	0.0	8,000.0	0.5	-0.3	0.0	0.3
10,000.0	10,000.0	0.5	-0.3	0.0	10,000.0	0.6	-0.4	-0.1	0.3
12,000.0	11,999.5	0.6	-0.9	-0.6	11,999.5	0.5	-0.8	-0.5	0.3
14,000.0	13,999.5	0.6	-0.9	-0.6	13,999.5	0.6	-0.9	-0.6	0.3
15,000.0	14,999.5	0.6	-0.9	-0.6	14,999.5	0.6	-0.9	-0.6	0.3

Temp. (°C) Inicial: 24.0 Final: 24.0

(\*\*) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 2,290E-08 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{515E-04 \text{ g}^2 + 1,019E-12 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza    ΔL: Carga Incrementada    E: Error encontrado    E<sub>0</sub>: Error en cero    E<sub>c</sub>: Error corregido

Número de tipo Científico    E-xx = 10<sup>-xx</sup>    (Ejemplo: E-05 = 10<sup>-5</sup>)





## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 331-2022 GLM

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN	: 2022-05-11
<b>1. SOLICITANTE</b>	: INGEOP E.I.R.L
<b>DIRECCIÓN</b>	: AV. BELAUDE STA ROSA NRO. SN CUSCO - CANCHIS - SICUANI
<b>2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN</b>	: <b>BALANZA</b>
MARCA	: OHAUS
MODELO	: TAJ4001
NÚMERO DE SERIE	: B421615539
ALCANCE DE INDICACIÓN	: 4100 g
DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN	: 0.1 g
DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN (e)	: 0.1 g
PROCEDENCIA	: CHINA
IDENTIFICACIÓN	: NO PRESENTA
TIPO	: ELECTRÓNICA
UBICACIÓN	: LABORATORIO
FECHA DE CALIBRACIÓN	: 2022-05-03

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

G & L LABORATORIO S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

### 3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC 011 4ta Edición, 2010: "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y clase II" del INDECOPI.

### 4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

LAB. DE MEC. DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES  
AV. BELAUDE STA ROSA NRO. SN CUSCO - CANCHIS - SICUANI

  
Gilmer Antonio Huaman Pocuima  
Responsable del Laboratorio de Metrología







5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	24.8 °C	24.8 °C
Humedad Relativa	30 %	30 %

6. TRAZABILIDAD

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de DM - INACAL	Pesas (exactitud E2)	LM - C - 428 - 2021

7. OBSERVACIONES

Para 4000 g la balanza indicó 3992.3 g. Se ajustó y se procedió a su calibración. Los errores máximos permitidos (emp) para esta balanza corresponden a los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metroológica Peruana 004 - 2010. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático. Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SISTEMA DE TRABA	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temp. (°C)	24.8	24.8

Medición N°	Carga L1= 2,000.0 g			Carga L2= 4,000.0 g		
	f(g)	Δ L (g)	E (g)	f(g)	Δ L (g)	E (g)
1	2,000.0	0.005	0.045	3,999.9	0.007	-0.057
2	2,000.0	0.007	0.043	3,999.9	0.006	-0.056
3	2,000.0	0.004	0.046	3,999.9	0.002	-0.052
4	2,000.0	0.005	0.045	3,999.9	0.007	-0.057
5	2,000.0	0.006	0.044	3,999.9	0.005	-0.055
6	2,000.0	0.004	0.046	3,999.9	0.003	-0.053
7	2,000.0	0.005	0.045	3,999.9	0.003	-0.053
8	2,000.0	0.006	0.044	3,999.9	0.006	-0.056
9	2,000.0	0.007	0.043	3,999.9	0.007	-0.057
10	2,000.0	0.004	0.046	3,999.9	0.008	-0.058
Error Máximo			0.003			
Error Máximo permitido ±			0.2 g	± 0.3 g		





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 331-2022 GLM

Página 3 de 3



Vista Frontal

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

	Inicial	Final
Temp. (°C)	24.8	24.8

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>e</sub>				Determinación del Error corregido				
	Carga Mínima*(g)	l(g)	Δ L (g)	Eo(mg)	Carga L (g)	l(g)	Δ L (g)	E (g)	Ec (g)
1	0.1	0.1	0.005	0.045	1,400.0	1,400.0	0.007	0.043	-0.002
2		0.1	0.007	0.043		1,399.9	0.004	-0.054	-0.097
3		0.1	0.003	0.047		1,400.0	0.005	0.045	-0.002
4		0.1	0.008	0.042		1,400.0	0.004	0.046	0.004
5		0.1	0.005	0.045		1,400.0	0.007	0.043	-0.002

(\*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 200.0 g

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temp. (°C)	24.8	24.8

Carga L(g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp(**) ±(g)
	l(g)	Δ L (g)	E (g)	Ec (g)	l(g)	Δ L (g)	E (g)	Ec (g)	
0.1	0.1	0.006	0.044						0.100
0.5	0.5	0.006	0.044	0.000	0.5	0.006	0.044	0.000	0.100
1.0	1.0	0.008	0.042	-0.002	1.0	0.005	0.045	0.001	0.100
10.0	10.0	0.006	0.044	0.000	10.0	0.007	0.043	-0.001	0.100
100.0	100.0	0.007	0.043	-0.001	100.0	0.006	0.044	0.000	0.100
500.0	500.0	0.006	0.044	0.000	500.0	0.004	0.046	0.002	0.100
800.0	800.0	0.007	0.043	-0.001	800.0	0.005	0.045	0.001	0.200
1,000.0	999.9	0.004	-0.054	-0.098	999.0	0.006	-0.956	-1.000	0.200
2,000.0	1,999.9	0.006	-0.056	-0.100	1,999.9	0.003	-0.053	-0.097	0.200
3,000.0	2,999.9	0.007	-0.057	-0.101	2,999.9	0.005	-0.055	-0.099	0.300
4,000.0	3,999.9	0.008	-0.058	-0.102	3,999.9	0.008	-0.058	-0.102	0.300

(\*\*) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 3,432E-08 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{695E-04 \text{ g}^2 + 384E-12 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza AL: Carga Incrementada E: Error en cero E<sub>c</sub>: Error en cero E<sub>e</sub>: Error corregido

Número de tipo Científico E-xx = 10<sup>xx</sup> (Ejemplo: E-05 = 10<sup>-5</sup>)



Teléfono:  
(01) 622 - 5814  
Celular:  
992 - 302 - 883 / 962 - 277 - 858

Correo:  
laboratorio.gylaboratorio@gmail.com  
servicios@gylaboratorio.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60  
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos  
Lima

Prohibida la Reproducción total de este documento sin la autorización de G&L LABORATORIO S.A.C.



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 332-2022 GLM

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN : 2022-05-11

**1. SOLICITANTE** : INGEOP E.I.R.L

**DIRECCIÓN** : AV. BELAUDE STA ROSA NRO. SN CUSCO  
- CANCHIS - SICUANI

**2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : **BALANZA**

**MARCA** : ELECTRONIC BALANCE

**MODELO** : WT2002K

**NÚMERO DE SERIE** : 180508061

**ALCANCE DE INDICACIÓN** : 200 g

**DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN** : 0.01 g

**DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN (e)** : 0.01 g

**PROCEDENCIA** : CHINA

**IDENTIFICACIÓN** : NO PRESENTA

**TIPO** : ELECTRÓNICA

**UBICACIÓN** : LABORATORIO

**FECHA DE CALIBRACIÓN** : 2022-05-03

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

G & L LABORATORIO S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

### 3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC 011 4ta Edición, 2010: "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y clase II" del INDECOPI.

### 4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

LAB. DE MEC. DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES  
AV. BELAUDE STA ROSA NRO. SN CUSCO - CANCHIS - SICUANI

  
Gilmer Antonio Huaman Boquioma  
Responsable del Laboratorio de Metrología



Teléfono:  
(01) 622 - 5814  
Celular:  
992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

Correo:  
laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com  
servicios@gyllaboratorio.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60  
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos  
Lima



5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	23.2 °C	23.3 °C
Humedad Relativa	29 %	29 %

6. TRAZABILIDAD

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de DM - INACAL	Pesas (exactitud E2)	LM - C - 428 - 2021

7. OBSERVACIONES

Para 200 g la balanza indicó 199.95 g. Se ajustó y se procedió a su calibración.  
Los errores máximos permitidos (emp) para esta balanza corresponden a los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metroológica Peruana 004 - 2010. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.  
Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

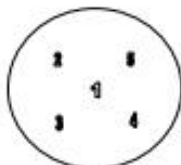
INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	NO TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temp. (°C)	23.2	23.2

Medición N°	Carga L1= 100.00 g			Carga L2= 200.00 g			
	l(g)	Δ L (mg)	E (mg)	l(g)	Δ L (mg)	E (mg)	
1	100.00	50	-45	200.00	40	-35	
2	100.00	50	-45	200.00	40	-35	
3	100.00	50	-45	200.00	50	-45	
4	100.00	40	-35	200.00	50	-45	
5	100.00	50	-45	200.00	50	-45	
6	100.00	50	-45	200.00	50	-45	
7	100.00	40	-35	200.00	40	-35	
8	100.00	40	-35	200.00	40	-35	
9	100.00	50	-45	200.00	50	-45	
10	100.00	50	-45	200.00	40	-35	
Error máximo			10	Error máximo			10
Error permitido ±			20 mg	Error permitido ±			20 mg





Vista Frontal

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Temp. (°C)	Inicial	Final
	23.3	23.3

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>a</sub>				Determinación del Error corregido				
	Carga Mínima*(g)	l(g)	Δ L (mg)	E <sub>o</sub> (mg)	Carga L (g)	l(g)	Δ L (mg)	E (mg)	E <sub>c</sub> (mg)
1	1.00	1.00	40	-35	70.00	69.99	50	-55	-20
2		1.00	60	-55		69.99	50	-55	0
3		1.00	50	-45		70.00	50	-45	0
4		1.00	60	-55		69.99	50	-55	0
5		1.00	50	-45		69.99	60	-65	-20

(\*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 20 mg

ENSAYO DE PESAJE

Temp. (°C)	Inicial	Final
	23.3	23.3

Carga L(g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp(**)
	l(g)	Δ L (mg)	E (mg)	E <sub>c</sub> (mg)	l(g)	Δ L (mg)	E (mg)	E <sub>c</sub> (mg)	
1.00	1.00	50	-45						10
2.00	2.00	60	-55	-10	2.00	50	-45	0	10
5.00	5.00	60	-55	-10	5.00	40	-35	10	10
10.00	10.00	50	-45	0	10.00	50	-45	0	10
15.00	15.00	60	-55	-10	15.00	40	-35	10	10
20.00	20.00	50	-45	0	20.00	50	-45	0	10
50.00	50.00	50	-45	0	50.00	50	-45	0	10
70.00	69.99	60	-65	-20	69.99	40	-45	0	20
100.00	99.99	50	-55	-10	99.99	50	-55	-10	20
150.00	149.99	50	-55	-10	149.99	50	-55	-10	20
200.00	199.99	60	-65	-20	199.99	60	-65	-20	20

(\*\*) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 001E-04 \times R$$

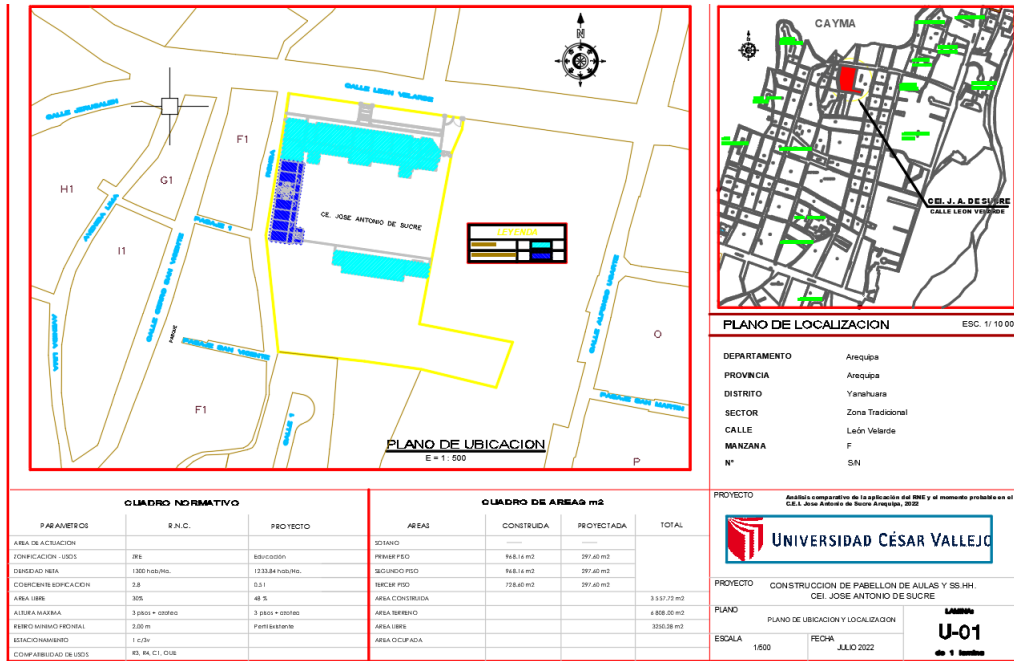
$$U_R = 2 \sqrt{7,778E-08 \text{ g}^2 + 7,139E-12 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza    ΔL: Carga Incrementada    E: Error corregido    E<sub>c</sub>: Error corregido

Número de tipo Científico    E-xx = 10<sup>xx</sup>    (Ejemplo: E-05 = 10<sup>-5</sup>)



# ANEXO 8 FOTOS Y PLANO



# ANEXO 9: TURNITIN

feedback studio Saul Daniel Rimache Cornejo | Análisis comparativo de la aplicación del RNE y el momento probable... /0 4 de 193

**UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Análisis comparativo de la aplicación del RNE y el momento probable en el C.E.I. Jose Antonio de Sucre Arequipa, 2022.

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

**AUTOR:**  
Rimache Cornejo Saul Daniel  
<https://orcid.org/0000-0002-9775-1040>

**ASESOR:**  
Mg. Canta Honores Jorge Luis  
<https://orcid.org/0000-0002-9232-1359>

**LINEA DE INVESTIGACION:**  
Diseño Sísmico y Estructural  
LIMA - PERU  
2022

**Resumen de coincidencias**

**16%**

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

**Coincidencias**

1	Entregado a Universida...	9%
2	hdl.handle.net	3%
3	repositorio.ucv.edu.pe	1%
4	repositorio.uta.edu.ec	<1%
5	rinep.policia.edu.co	<1%
6	cybertesis.uni.edu.pe	<1%
7	www.jsee.ir	<1%
	www.curtin.edu.au	<1%

Página: 1 de 85 | Número de palabras: 12486 | Versión solo texto del informe | Alta resolución | Activado