



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Diseño de elementos estructurales con concreto celular de una vivienda multifamiliar de 4 niveles, Huachipa, Lurigancho 2022

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

**AUTORES:**

Cabezas Solis, Javier ([orcid.org/0000-0002-7973-0297](https://orcid.org/0000-0002-7973-0297))

Peña Enriquez, Alessandro Rafael ([orcid.org/0000-0001-8899-3120](https://orcid.org/0000-0001-8899-3120))

**ASESOR:**

Dra. Garcia Alvarez, Maria Ysabel ([orcid.org/0000-0001-8529-878X](https://orcid.org/0000-0001-8529-878X))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático.

LIMA – PERÚ

2022

## **Dedicatoria**

Dedicamos este trabajo a nuestros padres y hermanos que siempre estuvieron ahí apoyándonos para no rendirnos y alcanzar nuestras metas que con responsabilidad y disciplina alcanzaremos nuestros objetivos.

## **Agradecimiento**

Agradecemos ante todo a Dios por el apoyo incondicional en esta etapa de nuestra vida profesional, ya que sin el todo esto no sería posible

A nuestros padres y hermanos que siempre estuvieron ahí apoyándonos en todo momento para poder alcanzar nuestros objetivos

A nuestro de asesor de tesis, La Dr. García Álvarez, María Ysabel, por su compromiso y responsabilidad que pone en cada clase para que sus estudiantes puedan alcanzar sus metas.

A nuestra casa de estudios la Universidad César Vallejo, quien me ofrece todos los conocimientos, así como docentes calificados para desarrollarme como profesional calificado en este nuevo camino que es la Ingeniería Civil.

## Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	6
III.METODOLOGÍA.....	18
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	19
3.2 Variables y operacionalización.....	21
3.3 Población, muestra y muestreo.....	23
3.4 Técnicas, instrumentos de recolección de datos, validez y fiabilidad.....	24
3.5 Procedimientos.....	26
3.6 Método de análisis.....	34
3.7 Aspectos éticos.....	34
IV. RESULTADOS.....	37
V. DISCUSIÓN.....	60
VI. CONCLUSIONES.....	63
VII. RECOMENDACIONES.....	68
REFERENCIAS.....	70
ANEXOS	



## Índice de tablas

Tabla 1. Muestra.....	24
Tabla 2. Validez del instrumento.....	26
Figura 1. Pasos empleados para el cálculo del peso específico .....	30
Tabla 3. Proporción y/o dosificación para 36 unidades de probeta cilíndricas .....	34
Tabla 4. Proporción y/o dosificación para 18 unidades de probetas.....	34
Tabla 5. Ensayo de granulometría del agregado fino.....	38
Tabla 6. Propiedades físicas .....	39
Tabla 7. Ensayo de granulometría del agregado Grueso .....	40
Tabla 8. Propiedades físicas .....	41
Tabla 9. Propiedades físicas .....	42
Tabla 10. Propiedades físicas .....	43
Tabla 11. Propiedades físicas .....	44
Tabla 12. Propiedades físicas .....	45
Tabla 13. Propiedades físicas .....	46
Tabla 14. Propiedades físicas .....	47
Tabla 15. Ensayo de probetas a los 7 días.....	47
Tabla 16. Ensayo de probetas a los 14 días.....	48
Tabla 17. Ensayo de probetas a los 28 días.....	50
Tabla 18. Ensayo de probetas a los 7 días.....	51
Tabla 19. Ensayo de probetas a los 14 días.....	53
Tabla 20. Ensayo de probetas a los 28 días.....	54
Tabla 21. Periodos de vibración de la edificación de 4 niveles.....	57
Tabla 22. Irregularidad por Piso blando en X.....	58
Tabla 23 . Desplazamiento en el eje “X” y “Y” .....	59

## Índice de figuras y gráficos

Figura 1. Pasos empleados para el cálculo del peso específico .....	30
Gráfico 1. Curva Granulométrica del agregado fino .....	39
Gráfico 2. Histograma del peso específico de la arena fina .....	40
Gráfico 3. Curva granulométrica de la arena gruesa.....	41
Gráfico 4. Histograma del peso específico del agregado gruesa .....	42
Gráfico 5. Histograma del peso unitario compactado .....	43
Gráfico 6. Histograma del peso unitario suelto .....	44
Gráfico 7. Histograma del peso unitario compactado .....	45
Gráfico 8. Histograma del peso unitario suelto .....	46
Gráfico 9. Histograma de módulo de rotura a flexión de prismas de concreto celular endurecido y curado a los 7 días.....	48
Gráfico 10. Histograma de módulo de rotura a flexión de prismas de concreto celular endurecido y curado a los 14 días.....	49
Gráfico 11. Histograma de módulo de rotura a flexión de prismas de concreto celular endurecido y curado a los 28 días.....	50
Gráfico 12. Histograma de probetas .....	52
Gráfico 13. Histograma de probetas .....	53
Gráfico 14. Histograma de probetas .....	55

## RESUMEN

La presente tesis tuvo como objetivo principal estudiar las características, físicas como mecánicas que puede aportar el concreto celular con aditivo espumante (polvo de aluminio) para su aplicación en la vivienda multifamiliar de 4 niveles de la Asociación Santa Rosa de Huachipa – Lurigancho Chosica - Lima. Este tipo de diseño se empleó para evaluar el diseño de estructuras mediante ensayo de laboratorio y software como el AutoCAD2020 y Hojas de Excel.

Este tipo de investigación tuvo un método de estudio cuantitativo, descriptivo y teórico de diseño experimental, de acuerdo a las técnicas o métodos que se utilizó para la evaluación y diseño relacionado al concreto celular (concreto azul), en sus diferentes densidades para su aplicación a los elementos estructurales de esta edificación unifamiliar.

Se realizó una evaluación in situ de la vivienda, también se realizaron pruebas de rotura de probeta con proporciones entre 2%, 4% y 6% de aditivo espumante (polvo de aluminio) en los cuales se tuvo como resultado que el concreto celular al agregar menos porcentaje de aluminio este tipo de concreto tendrá mayor resistencia, en lo que si influye este aditivo es en la función de aligerar este tipo de concreto considerablemente, ya que el porcentaje más favorable a considerar a la rotura de probeta a los 28 días fue del 2 % de polvo de aluminio con una resistencia a compresión de  $f'c = 205 \text{ kg/cm}^2$  y una densidad de  $1649 \text{ kg/m}^3$  y una resistencia a la flexión de  $18 \text{ kg/cm}^2$ .

De lo cual se recomienda que de usar este tipo de concreto en elementos estructurales se analice la cantidad de aditivo espumante necesario y con la incorporación de un aditivo plastificante indicado en el ACI.

**Palabras clave:** Diseño de estructuras, diseño experimental, Concreto celular.

## ABSTRACT

The main objective of this thesis was to study the physical and mechanical characteristics that cellular concrete can provide with foaming additive (Mastercell 10) for its application in the 2-story single-family house of the Asoc. Santa Rosa de Huachipa - Lurigancho Chosica - Lima. This type of design was used to evaluate compression and bending structures by laboratory testing and software such as AutoCAD2020 and Excel Sheets.

This type of research had a method of quantitative, descriptive and theoretical study of experimental design, according to the techniques or methods that were used for the evaluation and design related to cellular concrete (blue concrete), in its different densities for its application to the structural elements of this single-family building.

An on-site evaluation of the dwelling was carried out, and tests were also carried out to break the test piece with proportions between 2%, 4% and 6% of foaming additive (aluminum powder) in which the cellular concrete was adding less percentage of aluminum, this type of concrete will have greater resistance, what this additive does influence is the function of lightening this type of concrete considerably, since the most favorable percentage to consider at the test specimen breakage at 28 days was 2% of aluminum powder with a compressive strength of  $f'c = 205 \text{ kg/cm}^2$  and a density of  $1649 \text{ kg/m}^3$  and a flexural strength of  $18 \text{ kg/cm}^2$ .

It is therefore recommended that if this type of concrete is used in structural elements, the amount of foaming admixture required should be analyzed and a plasticizing admixture indicated in the ACI should be incorporated.

**Keywords:** Design of structures, experimental design, cellular concrete.

## **I. INTRODUCCIÓN**

Los primeros en implementar el concreto celular es en el continente Europeo en Suecia dado que se buscaba una mejora en la trabajabilidad y capacidad de resistencia del concreto, es ahí donde nace el hormigón celular, donde su estructura está compuesta por varias micro células de aire aportando así a sus características de aislamiento térmico, razón por el cual lograron identificar los problemas y plantearon la solución mediante los resultados obtenidos de su particularidad del concreto celular, siendo así un aspecto fundamental para conectar con la industria de la construcción y creándose los primeros edificios con este material.

En la actualidad, el Perú se encuentra alrededor de dos grandes placas tectónicas la centro América y la Nazca, causantes de grandes movimientos sísmicos que a causa de ello los edificios vienen presentando déficit de rigidez en la sub estructura e estructura. Producto de ellos se ve la obligación a buscar e implementar el uso de nuevos materiales de construcción, es por ello que queriendo contribuir a una cultura de bienestar en la asociación Santa Rosa de Huachipa-Lurigancho Chosica, se promueve el uso de un nuevo material de construcción eco amigable e innovador como es el concreto celular.

Para la aplicación del concreto celular en la investigación, Deval sostiene al respecto:

La razón principal de sus aplicaciones fue para la producción a gran escala de unidades de paneles estructurales, los cuales se utilizaron en sitios de reconstrucción y estructuras de baja altura, [...]; se introdujo en Estados Unidos de América como concreto celular o espumoso. En ese país, las aplicaciones fueron en su mayoría para pisos, techos y unidades de pared. (Deval, 2015, p. 12).

Por lo tanto, para mejorar la viabilidad y resistencia de las estructuras de la vivienda multifamiliar de 4 niveles se provee implementar el uso de este material, asimismo dar una solución posible a las edificaciones ya construidas, esto conlleva a que la población tome como optimo al uso del concreto celular para diseñar una buena estructura y se adecue a la filosofía del diseño siempre y cuando cumplan con las disposiciones determinadas por la Norma Técnica Peruana (NTP) y el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) para que no generen problemas durante su uso.

En el distrito de Lurigancho – Chosica que es parte de la ciudad de Lima, en donde va en aumento en el crecimiento de construcción de infraestructuras, ya que la demanda de la población exige a la implementación de nuevos diseños es por ello que se presentan proyectos de mejora en las construcciones para así dar una buena imagen eco amigable del distrito con el medio ambiente utilizando materiales de construcción beneficiosos, en este caso como el concreto celular posee características principales que predomina y demanda en la mejora de la vivienda.

La investigación tiene como fin la implementación de nuevos materiales en el sector de construcción generando viviendas ecológicas y resistentes a efectos naturales y así reduciendo los impactos ambientales, de esta manera generando más oportunidades para las familias de bajos recursos existentes en zonas de pobreza en la provincia de Lima – distrito de Lurigancho – Chosica de la asociación Santa Rosa de Huachipa.

En vista sobre la base real de la problemática se presentó de acuerdo a nuestra variable dependiente el concreto celular y la independiente tomada como diseño de estructuras a compresión y flexión podemos considerar de acuerdo con el problema general: ¿de qué manera el concreto celular influye en el diseño de elementos estructurales de una vivienda multifamiliar de 4 niveles, Huachipa - Lurigancho 2022? abarcando como problemas específicos: en qué medida el diseño de mezcla influye en los elementos estructurales de una vivienda multifamiliar de 4 niveles, Huachipa - Lurigancho 2022? como segundo problema específico ¿de qué manera el módulo de elasticidad influye en el diseño de elementos estructurales de una vivienda multifamiliar de 4 niveles, Huachipa - Lurigancho 2022?, como tercer problema específico ¿de qué manera la resistencia a la compresión influye en el diseño de elementos estructurales de una vivienda multifamiliar de 4 niveles, Huachipa - Lurigancho 2022?, por último tenemos a manera de problema específico ¿de qué manera la resistencia a la flexión influye en el diseño de elementos estructurales de una vivienda multifamiliar de 4 niveles, Huachipa - Lurigancho 2022?

En otro parte, en el distrito de Lurigancho se observan significativamente

auto construcciones de viviendas con aspecto antiestético y baja calidad de materiales utilizados, por lo que se asume que las edificaciones de las viviendas construidas presentan un riesgo de mortalidad ante un evento sísmico, prueba de ello recordamos el sismo de 7.9 grados producido en Ica y Pisco en el año 2007, siendo así que se aleja de la filosofía de construcción de viviendas. Por lo tanto, la justificación de la investigación de acuerdo a la problemática es dar conocer la necesidad de poder implementar este nuevo material que puede llegar a ser más rentable y resistente en el diseño de las partes que conforman las estructuras con concreto celular de una vivienda multifamiliar de 4 niveles; Huachipa - Lurigancho 2022.

En cuanto al objetivo general buscamos determinar de qué manera el concreto celular influirá en el diseño de elementos estructurales de una vivienda multifamiliar de 4 niveles, Huachipa - Lurigancho 2022. Asimismo, tenemos como objetivos específicos: determinar en qué medida el diseño de mezcla influirá en los elementos estructurales de una vivienda multifamiliar de 4 niveles, Huachipa - Lurigancho 2022. En segundo lugar determinar de qué manera el módulo de elasticidad influirá en el diseño de elementos estructurales de una vivienda multifamiliar de 4 niveles, Huachipa - Lurigancho 2022. En tercer lugar determinar de qué manera la resistencia a la compresión influirá en el diseño de elementos estructurales de una vivienda multifamiliar de 4 niveles, Huachipa - Lurigancho 2022. Por último, determinar de qué manera la resistencia a la flexión influirá en el diseño de elementos estructurales de una vivienda multifamiliar de 4 niveles, Huachipa - Lurigancho 2022.

Por último, la hipótesis general en el proyecto de investigación es probable que el concreto celular influirá en el diseño de elementos estructurales de una vivienda multifamiliar de 4 niveles, Huachipa - Lurigancho 2022. Asimismo, como hipótesis específicos tenemos: primero, es probable que el diseño de mezcla influirá en los elementos estructurales de una vivienda multifamiliar de 4 niveles, Huachipa - Lurigancho 2022. Segundo, de qué manera el módulo de elasticidad influirá en el diseño de elementos estructurales de una vivienda multifamiliar de 4 niveles, Huachipa - Lurigancho 2022. Tercero, es posible la resistencia a la



compresión influirá en el diseño de elementos estructurales de una vivienda multifamiliar de 4 niveles, Huachipa - Lurigancho 2022. Cuarto, de qué manera la resistencia a la flexión influirá en el diseño de elementos estructurales de una vivienda multifamiliar de 4 niveles, Huachipa - Lurigancho 2022.

## **II. MARCO TEÓRICO**

A nivel Internacional se reseñaron los antecedentes:

Hernández (2021), en la tesis establecida para adquirir la calidad de ingeniero civil, siendo así misma la designación del inscrito denominado; “diseño de mezcla de un concreto celular de baja densidad utilizando residuos de cantera” la razón de la investigación propuesta se desarrolló bajo el objetivo de calcular las proporciones del agregado de concreto celular aprovechando morteros que pueden ser reutilizables de canteras, con consistencia baja para poder dar validez como un nuevo producto.

Así mismo, la tesis establecida presenta un enfoque descriptivo y una investigación basada en mixta, por ende su modelo de diseño realizado llega a ser empírico, por lo que se va a manejar la variable independiente y se observara los cambios en la dependiente. El autor no especifica el número de muestras establecidas para el ensayo, asimismo utiliza el instrumento de medición como fichas de observación y toma de notas de la circunstancia, el procedimiento que se acomodó al trabajo de investigación fue a través de la observación y el análisis irrefutable de las normas y reglamentos establecidos.

La misma concluyó que las características fue de gran ayuda para la proporción de las mezclas, ya que mediante este ensayo se logró determinar la cantidad requerida para el diseño de concreto celular, así mismo obtuvo un resultado desfavorable de un diseño de concreto celular de baja densidad a comparación con el concreto convencional, dando así solo de relleno o solo para uso en solados y morteros en obras estructurales.

Mairongo (2018), en su trabajo de investigación que lleva como título; “análisis de las propiedades mecánicas del hormigón celular como base subbase en la construcción de calles urbanas”. Alude que se desarrolló bajo los objetivos que evalúan las características mecánicas del hormigón celular para la aplicación en las estructuras de las vías, de esta manera el análisis de estudio cuenta con un enfoque cuantitativo, por lo cual según la redacción cuenta con tipo de diseño experimental, asimismo los ensayos realizado con tipo de muestra utilizado es de probetas para su respectivo ensayo a compresión.

La técnica que se empleo fue a través de fichas de observación y ensayos en laboratorio para la obtención de sus particularidades. El autor concluyó

argumentando que a través de los ensayos del hormigón celular se constató que la muestra cumple con todas las características de normas establecidas para sus propiedades, mas no en el californian bearing ratio (CBR), por lo que el tipo de muestra no es viable para su aplicación en la subbase pero cumple aumentando la resistencia, a su vez poseen una trabajabilidad estable al momento del vaciado.

Gómez y Mora (2021), en el trabajo de integración curricular, titulada “Diseño de hormigón celular en base a espumante rv-2020 y cerámica cocida” alude de manera que la investigación fue desarrollado bajo el objetivo de conseguir las propiedades del hormigón adicionado con el aditivo espumante RV-2020 a su vez la porcelana cocida con un aporte de consistencia menor a 2400 kg/m<sup>3</sup>, asimismo conseguir una sustancia que proporcione estabilidad mecánica a compresión superior a 6.5 Mpa. La cual cuenta con el enfoque que llegue a realizar una investigación cuantitativa de tipo experimental.

Por lo tanto; el autor no especifica el número de muestras por lo cual se asume que es de tipo de muestra finita. La técnica que se utilizo es a través de herramientas de observación, recopilación de datos de los ensayos en el laboratorio. Concluyó argumentando que los resultados que dispone la elaboración de ensayos por el método del cono de Abrams se verifico que tiene una estabilidad en las propiedades presentadas en las mezclas de hormigón celular, logrando un rango de dispersión en un aspecto muy fluido de las muestras dando un resultado de variación de 24 a 27 cm. Así mismo; que la consistencia aparente en situación empedernido es de 1468.42 kg/m<sup>3</sup> obteniendo una consistencia de dureza a compresión de 6.97 Mpa a los veinte ocho días de curado.

Ramos (2021), en la tesis planteada “Propuesta de dosificación para hormigón celular utilizando polvo de aluminio en diferentes fracciones de peso respecto al cemento y su influencia en las propiedades mecánicas del hormigón” de este modo alude que el propósito de la investigación fue desarrollado bajo el objetivo de diagnosticar la influencia en las propiedades físico mecánicas que el hormigón presenta ante la adición del polvo fino de aluminio en diferentes porcentajes de la masa con relación al cemento. Por otro lado la investigación cuenta con un enfoque cuantitativo, a su vez presenta en relación a las muestras

de ensayo un tipo de análisis experimental.

Al respecto el autor argumenta que las muestras respectivas contienen un cemento de 0.1%, 0.15%, 0.20%, 0.30%, 0.40% para los respectivos ensayos a compresión. La misma concluyo que toda muestra planteada a los 56 días presentan una consistencia a compresión con una variación de 8% a la muestra base que da una solidez a compresión de 70% y a los 7 días presenta una dureza de 55%, dando como consecuencia que el concreto celular compone de características que no son resistentes a compresión simple y tracción indirecta siendo superado por el concreto tradicional.

Castillo (2019), en su tesis planteada “Estudio de materiales compuestos livianos tipo sándwich con núcleo de concreto espumado para aplicaciones estructurales” aludió sobre la investigación se desarrolló bajo el objetivo de examinar la deformación y falla en relación de la muestra espumada revestido con filamentos de henequén y hebra de polipropileno para luego ser usado como material de construcción en un diseño tipo sándwich con aspecto de membranas de acero, donde estará siendo estudiado para ser considerado como parte de un sistema estructural.

También posee objetivos secundarios como: las características mecánicas de una dureza de la muestra comprimido y tensionado en el eje neutro del concreto aireado con refuerzo de 0.5, 1 y 1.5 % de fibra de henequén sin procesos de tratamiento y fibra de polietileno, por otra parte llega a determinar la consistencia rígida a flexión de este tipo de muestras de los agregados compuestos por una área determinada tipo sándwich. Asimismo cuenta con un enfoque cuantitativo ya que la variable independiente presentara modificaciones en su estructura.

Por otro lado el tipo de investigación es sustantiva; por ende presenta en su redacción de análisis y ensayos el tipo de diseño realizado experimental por lo que se va a manejar la muestra independiente y se observará los cambios en la muestra dependiente, en cuanto su método en la investigación es probabilístico experimental de elementos finitos, con una muestra 3 tipos de materiales compuestos de tipo sándwich, utilizando técnicas de estudio instrumentos de ensayos y ficha de observación o toma de datos. La misma concluyó que, el concreto espumado con una consistencia objetiva seca de 700 kg/m<sup>3</sup> con

filamentos de polipropeno o de henequén aportó una mejora en el comportamiento plástico a compresión y tensión, determinando así el aporte del material que resistirá la carga después de la falla inicial.

A nivel nacional se reseñó el siguiente antecedente:

Coveñas y Valle (2019), en su tesis denominado “Diseño de bloques de concreto celular con fibras sintéticas para muros no estructurales en viviendas unifamiliares en la ciudad de Piura, 2019” aludió que la investigación se desarrolló bajo el objetivo de proyectar bloques a base de concreto celular con hebras adulteradas con la finalidad de construir paredes de albañilería confinada de tipo divisores ya que no soportaran cargas en la estructura de la viviendas unifamiliares en la localidad de Piura.

Por lo que el estudio fue realizado con el enfoque basado en el analisis cuantitativo y de un tipo de investigación pre experimental, asimismo se va a trabajar la variable independiente y se aplicara los cambios presentados a la variable dependiente. Además el tipo de investigación presentada por el autor es de enfoque cuantitativa con un diseño experimental. Además se trabajó para su respectivo ensayo con muestras de estudio como bloques de concreto celular con una muestra de estudio de 108 bloques con cuatro tratamientos distribuidos en tres grupos.

La técnica de estudio que se elaboro es en base a representación de los valores de las características del ensayo tales como fichas de observación e herramientas de recopilación de datos. La misma concluyó que existe una diferencia de resistencia obtenida de los especímenes que alcanzaron su resistencia requerida entre los 28 días de una 40.5 kg/m<sup>2</sup>, superando así la resistencia de un bloque de muro divisor ya que no soportaran cargas de la estructura, lo obtenido del  $F_c = 20 \text{ kg/m}^2$  según el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).

Cancho (2018), en la tesis denominada “propiedades físico-mecánicas del concreto celular con poliestireno expandido y su aplicación en la industria de la construcción” aludió que la investigación se realizó bajo el objetivo de valorar las características físico-mecánicas del hormigón celular a compuesto por un conjunto

de poliestireno. Por lo que a futuro pueda ser manufacturado en construcción de concreto armado. Asimismo consta de objetivos secundarios abarcando la calificación de los beneficios de dureza logrados de acuerdo con la norma N° 523.3R-14 por lo que las características del hormigón espumante (arena, cemento, agua) llegan a tener coherencia de acuerdo a la dosificación planteada para las hebras de poliestireno expandido. La utilización de porcentajes de estos poliestirenos expandidos enriquece en sus características de la conductividad térmica de la mezcla. Por lo que la investigación consta de un enfoque cuantitativo, a la vez presenta para el estudio de sus variables un estudio de tipo aplicada por lo que representa en su totalidad un tipo de diseño experimental. Por lo tanto la variable independiente va ser moldeado en sus respectivas particularidades. Asimismo la muestra utilizada es de probetas cilíndricas y moldes de 0.90 x 0.50 x 0.03 para el tipo de ensayo térmico.

La técnica de estudio que se elaboro es representación de los valores de las propiedades del ensayo son como fichas de observación e herramientas de recopilación de datos. Por último, concluyó argumentando sobre los componentes del concreto celular, donde resalta que solo puede ser usado en tabiquerías no portantes por lo que se constató que la consistencia de dureza a compresión obtenida en el ensayo de la probeta dio 62.66 % y su conductividad térmica llego a ser menor al de 25 % así mismo esto varía de acuerdo con el poliestireno expandido en sus propiedades, llegando a tener una trabajabilidad en el slump de una variación de 3" a 4".

Basilio (2019), en su tesis presentada bajo el título denominado "Análisis de escaleras prefabricadas con concreto celular para mejorar el proceso constructivo de las vías peatonales de independencia, Lima – 2019" aludió que la investigación presentada se realizó bajo el objetivo de establecer la perfección en la construcción de las escaleras prefabricadas de hormigón celular por ende en la transformación del desarrollo constructivo de las calles y avenidas peatonales de independencia, Lima – 2019.

Asimismo consta de tres objetivos específicos tales que determina la perfección en la construcción de las escaleras con la utilización de la variable por lo que se busca economizar la aplicación de este producto en base a los costos de

ejecución, el cronograma de ejecución de la escalera y el desempeño del concreto celular en la elaboración de las piezas que compone la vía peatonal. La investigación cuenta con el tipo de enfoque cuantitativo por lo que el desarrollo será obtenido basado en resultados numéricos a través de los ensayos.

Por ende la investigación contara de un diseño experimental aplicada y longitudinal por que la variable se va a utilizar cuando se ese analizar los cambios presentados en sus características, la población consta de 40 muestras las cuales serán a base de un censo poblacional por ser pequeña. La técnica de estudio que se elaboro es en base a representación de los datos de las particularidades del ensayo abarca a las fichas de observación e herramientas de recopilación de datos. Por ultimo concluyó argumentando que a través de este proceso constructivo de tipo de diseño de una escalera a base de hormigón celular beneficiara significativamente en los cotos de ejecución por ser aceptables para la economía del consumidor puesto que lo que se busca obtener es una mejora al 100%.

Champi y Navarro (2021), en la tesis denominada “La influencia de ladrillo concreto celular para su uso en la construcción de losas aligeradas, Lima 2021” argumento que la investigación en lo esencial se desarrolló desde la perspectiva más general de despejar la incertidumbre de cómo influye la construcción de ladrillos de concreto celular para diseños constructivos de tipo losas aligeradas, Lima 2021. La cual realizó el presente análisis tomando como enfoque cuantitativo por lo que se analizará el comportamiento de la población y muestra de estudio. Por un lado toma al tipo de investigación aplicada, por ende el nivel que se maneja para detallar la investigación es de un alcance explicativo así mismo el diseño realizado en la investigación es de analisis experimental ya que se va a manejar la variable independiente y se observara los cambios en la dependiente. Las muestras a utilizarse serán de un grupo de 46 ladrillos de concreto celular. La misma concluyó que: en las particularidades mecánicas de la albañilería de concreto celular da como resultado una consistencia a compresión de la albañilería construida de concreto celular con dosificación proporcionada en porcentajes establecidos por la norma.

Por ultimo estos tipos de albañilería no son aptos para un diseño estructural en estado fresco, así mismo a los primeros días hábiles de ensayo la resistencia



obtenida es un promedio 4.7 kg/cm<sup>2</sup>. Donde se da veracidad a la hipótesis en cumplimiento con los requisitos requeridos por la NTP. Y en circunstancia endurecida a los 28 días obtuvo una solidez promedio de 5.9 kg/m<sup>2</sup> cumpliendo así con los parámetros establecidos por la NTP y el RNE.

Choccelahua y Yovera (2020), en la tesis planteada “influencia del poliestireno expandido de un concreto celular en la utilización de elementos estructurales, Lima 2020” asimismo aludió que se desarrolló bajo el objetivo general de establecer el comportamiento de expansión de un concreto celular influenciado en los elementos estructurales de la ciudad de Lima. Por otro lado, los objetivos específicos describen la influencia de las resistencias que se van a ensayar tales como la tracción, compresión y su nivel de densidad del concreto celular.

Asimismo la investigación fue planteada determinando el enfoque cuantitativo por lo que al analizar la muestra se obtendrán cambios en sus particularidades dando resultados a la hipótesis y objetivos, asimismo detalla el tipo de diseño experimental de nivel aplicada, las muestras representativas constan de dos probetas cilíndricas para cada edad de ensayo. La técnica de estudio que se estableció es en base a representación de los datos de las propiedades de la muestra de ensayo abarca a las fichas de observación e instrumentos de recolección de datos.

Por último, concluyó argumentando a la deformación del diseño del bloque a compresión que el sistema propuesto cumple con los criterios establecidos para ser de tipo estructural, con respecto a la tracción la influencia del nivel de resistencia presentado en el ensayo está directamente relacionada a sus densidades propuestas, con respecto a sus densidades del concreto celular se obtuvo la menor a 1850 kg/m<sup>3</sup> estando directamente relacionada a sus densidades propuestas.

En vista del presente texto, podemos comenzar con las teorías relacionadas al proyecto de investigación. Por tal razón la información tomada en cuenta ira en relación a las variables presentadas en el desarrollo de la operacionalización y matriz de consistencia, en primer lugar tenemos al concreto celular como variable independiente determinados por los siguientes indicadores y dimensiones.

Características físicas del agregado: es necesario resaltar que las propiedades físicas del agregado son importantes ya que por este medio determinaremos el tipo de agregado a utilizar para el diseño de las muestras. Al respecto el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) E.060 (2018), ratifica que son “un conjunto de partículas de origen natural o artificial, que pueden ser tratados o elaborados y cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados por la Norma ITINTEC 400.037 (pp. 2 - 3). Es decir, que las características de los agregados son un conjunto de partículas naturales provenientes de la trituración de la roca puede ser natural o artificial.

La granulométrica de materiales es el paso fundamental para calcular las proporciones de las dosificaciones de la mezcla, por lo que es necesariamente saber sus características de los materiales pétreos.

Algo semejante ocurre con el diseño de la mezcla, por lo que en esta etapa se busca la trabajabilidad y slump de la mezcla en su estado fresco. Al respecto, según el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) E.060 (2018), ratifica que “la medida de los materiales en la obra deberá realizarse por medios que garanticen la obtención de las proporciones específicas” (p. 10). Aquí es importante resaltar que los cálculos establecidos para el diseño de la mezcla sean los correctos y establecidos por el reglamento nacional de edificación y el American Concrete Institute (ACI), lo cual significa que una mala dosificación puede que la estructura falle y termine desplomándose por falta de rigidez.

La grava es un material que no puede faltar en el diseño y cálculo de las proporciones de la mezcla, desde otra perspectiva, el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) E.060 (2018), ratifica que los “agregados retenidos en el tamiz ITINTEC 4.75 mm proveniente de la desintegración natural o mecánica de las rocas y que cumplen con los límites establecidos en la norma ITINTEC 400.037” (p. 03). Lo cual significa que se hará el ensayo de granulometría para conseguir sus características de la piedra que está siendo usada para hacer la mezcla de concreto celular.

Con respecto a la arena según el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) E.060 (2018), menciona que el “agregado fino, proveniente de

la desintegración natural de las rocas, norma ITINTEC 400.037” (p. 03). En efecto estos agregados provienen de la naturaleza es por ello que estos materiales son óptimos para el uso en construcciones de viviendas sismo resistentes y más aún si se busca realizar con el nuevo material.

En el caso del cemento el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) E.060 (2018), ratifica que el “cemento utilizado en obra deberá ser del mismo tipo y marca que el empleado para la selección de las proporciones de la mezcla de concreto” (p. 05). Es decir, que el cemento que se va a utilizar tiene que ser del mismo tipo no se debe cambiar con otro ya que esto alterara los cambios en el concreto celular.

En el caso del agua, el Reglamento Nacional de Edificaciones E.060 (2018), ratifica que “el agua empleada en la preparación y curado del concreto deberá ser, de preferencia potable” (p. 05). Hay que tener en cuenta que para la construcción con concreto celular el agua tiene que está limpia, en el caso de utilizar aguas no potables son consideradas si no presentan basuras ni contaminantes químicos, además es más recomendable utilizar agua potable.

Por otra parte el concreto celular o también conocido como hormigón aireado son una mezcla constituida por arena, grava cemento, agua y aditivo, según Choccelahua y Coveñas (2020), ratifica que la “mezcla que se logra a partir del adicionamiento de materiales silíceo al cemento [...] múltiples propiedades beneficiosos para la construcción de edificios” (p. 12). Es decir que, el concreto celular es un material que se viene implementando en Europa y una parte de américa, es por ello que se buscara realizar la resistencia a compresión, flexión, tracción.

Las propiedades que presenta el concreto celular varían dependiente a la resistencia que se le va diseñar para la mezcla una vez obtenido los ensayos granulométricos recién tomaremos como primer punto el cálculo de las dosificaciones y de ahí recién plantear el diseño de la muestra.

En el caso de la reducción de carga muerta el concreto celular es más liviano y eco amigable por lo que la baja densidad que posee la muestra de concreto celular reduce las cargas en los elementos estructurales. Asimismo, Choccelahua

y Coveñas (2020), ratifica que la “aplicación del concreto celular en diferentes elementos estructurales en una edificación, aprecia la reducción del peso propio de la estructura, reflejando una disminución de cargas muertas” (p. 13). En otras palabras,

Por otro lado la velocidad de construcción es debido a que el concreto celular es trabajable ya que contiene una ausencia de agregado grueso. De la misma manera el concreto celular llega a ser un material que no requerirá de vibración por lo que, se ve que la masa se distribuya de manera uniforme y logrando así una resistencia óptima para el concreto.

A través de la durabilidad que presenta el concreto celular obtiene una resistencia menor igual que la de un concreto normal, es por ello que se busca implementar este nuevo material en elementos estructurales para ver si satisfacen los requerimientos necesarios para ser aplicado en partes del sistema estructural. Con respecto a la variable dependiente, el diseño de elementos estructurales y sus respectivas dimensiones e indicadores que se redactaran de la manera siguiente.

Criterios generales del diseño de partes estructurales según el reglamento nacional de edificaciones, estos deben ser la base principal para proponer en un diseño de estructuras de una vivienda multifamiliar de 4 niveles, Huachipa - Lurigancho 2022, ya las distribuciones de vivienda tienen que ser estudiadas para prevenir posibles accidentes a futuro. Según Guindos (2019), menciona que, “hasta ahora se ha abordado el diseño de estructuras de [...] una perspectiva más global [...], se enfatizan en este capítulo metodologías para diseñar elementos que permitan garantizar la estabilidad lateral de la estructura evitando posibles inestabilidades por pandeo y vuelco lateral torsional, asegurándose así la estabilidad del sistema gravitacional de la estructura” (p. 305).

En pre dimensionamiento y cálculo estructural es donde se representa todo los cálculos de la base, con fines de realizar las cuantías de acero el metrado, el levantamiento, expediente. De acuerdo a todo ello el especialista Rafael (2018), Menciona que, “el análisis comprende la modelación de la estructura y el cálculo de deformaciones y esfuerzos internos de sus elementos” (p. 16).

Con respecto a elementos estructurales a compresión tenemos a los soportes verticales, los muros portantes, las zapatas, ya que estos elementos mayormente trabajan en un sistema a compresión. Es por ello que se pretende realizar un ensayo para ver la capacidad de consistencia del concreto a compresión, respecto a ello Rafael (2018), menciona “considérese por ejemplo el hormigón, cuya resistencia se mide mediante ensayos de compresión realizadas sobre probetas cubicas o cilíndricas de 28 días de edad, curadas en ambiente húmedo” (p. 22). Asimismo, el concreto en estado fresco presenta consistencias plástica, estabilidad, compatibilidad fraguado y trabajabilidad. Por otro lado en el estado endurecido, el concreto desarrolla capacidades de soportar cargas de esfuerzos de compresión y durabilidad.

Por otro lado las estructuras a flexión, según el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) E.010 (2022), menciona que, “los elementos sometidos a esfuerzos combinados de flexión y tracción deben satisfacer la siguiente expresión  $(N/A \cdot f_t) + (M/I/Z_f) < 1.$ ” (p. 22). Asimismo, el concreto en estado fresco presenta consistencias plástica, estabilidad, compatibilidad fraguado y trabajabilidad. Por otro lado en el estado endurecido, el concreto desarrolla capacidades de soportar cargas de esfuerzos de compresión y durabilidad.

### **III. METODOLOGÍA**

### 3.1 Tipo y diseño de investigación

#### 3.1.1. Tipo de investigación: básica

La investigación propuesta se desarrolló mediante el análisis de tipo básica basándonos en todo sentido al enfoque cuantitativo a la vez se desarrolló en un tipo de diseño experimental, de sub tipo de estímulo creciente, que se especificaran explícitamente cada uno.

Al respecto, Ñaupas, Valdivia, Palacios, Romero (2018) agrega lo siguiente “[se dice que es básica] porque en efecto no está interesado por un objetivo cremastico, su motivación es la simple curiosidad, [...] de descubrir nuevos conocimientos [...] (además) sirve de cimientto a la investigación aplicada” (p. 134). Es decir que, que se utilizó el método de investigación básica por la necesidad de descubrir las nuevas características que posee el tipo de muestra estudiada y así dar solución a la problemática planteada.

Así mismo, Escudero y Cortez (2018), ratifica que “su propósito es formular nuevos conocimientos o modificar los principios teóricos ya existentes, incrementando los saberes científicos [...]; considerándola como el punto de apoyo inicial para el estudio de los fenómenos o hechos” (p. 19). Por otro lado Cabezas. Manifiesta que:

El enfoque cuantitativo utiliza herramientas de análisis estadísticas, se tiene la idea de la investigación, se formulan los objetivos, se derivan las hipótesis, se eligen las variables del proceso y mediante un proceso de cálculo se contrastan la hipótesis. [...] Por su naturaleza puede ser medible o cuantificable. (Cabezas et al, 2018, p. 66).

Respecto a ello, lo que menciona el autor, que el enfoque cuantitativo permite el desarrollo e implementación de técnicas y métodos para recopilar resultados que validen la investigación. Además este tipo de enfoque es confiable a la hora de la medición de variables.

### 3.1.2. Tipo de diseño de investigación (exploratorio)

De manera que se va a realizar ensayos el tipo de diseño que se desarrollara será exploratorio, ya que dará una manipulación a la variable independiente propuesta, de este modo nos permita comprobar los cambios que se producirán en la variable dependiente, respecto a ello Rocha (2018), ratifica que este tipo de diseño se caracteriza:

Cuando el objeto sobre el cual versa nuestro proyecto o idea de investigación se encuentra poco estudiada, por tratarse de objetos [...] muy novedosos y, obviamente, [...] existe poca información acerca de sus comportamiento o sus causas [...] de estas investigaciones, no dejan de contribuir al conocimiento...aunque pequeña en principio, pero con la insistencia de otros investigadores poco a poco contribuirá a la relación de investigaciones más profundas (p. 139).

Es decir, que la investigación analiza los cambios en la muestra, además exige que el concreto celular no sea alterada por componentes que puedan generar cambios en sus características o deberán de estar libres de impurezas, en donde realizada la acción se determinara un campo de control de contexto de efectos de indiferencia sobre la variable dependiente y pasara a ser presentado un diseño de tipo cuasi-experimental al respecto Ríos (2017) dispone que el diseño cuasi experimental son semejantes a los experimentales puros con la única diferencia de que en las cuasi la conformación de grupos no es aleatoria (p. 84).

Es decir que la conformación de grupos que se van a ensayar son las que vamos a darle proporciones de aditivos para que así estas sean las que van a recibir los cambios conforme a lo dispuesto por los instrumentos de diseño de mezcla propuesto para cada grupo.

Asimismo, el sub-tipo de diseño del trabajo de investigación estará dado en el estímulo creciente ya que tendremos grupos idénticos de muestras con diferentes estímulos. De la misma manera Ríos (2017), ratifica que “se observa un grupo experimental, se aplica estímulo, finalmente se realizan varias mediciones. Son empleadas cuando se asume que el estímulo tardara en manifestarse (p. 84).

Respecto a ello, lo que menciona el autor es que a través de este estímulo se dará la mayor validez y confiabilidad a la prueba que mediante ello se permitirá establecer las diferencias entre los tres grupos donde el primer grupo tendrá un



estímulo nulo ya que es el testigo y los dos grupos restantes tendrán un estímulo creciente. Representación gráfica para una investigación con estímulo creciente:

	Antes		Después
Grupo testigo	Grupo A	No hay estímulo	Grupo A 1
Grupo experimental	Grupo B	Estímulo intensidad	Grupo B 1
	Grupo C	Estímulo intensidad	Grupo C1

A = concreto patrón o testigo.

B = probetas de concreto celular.

C = probetas tipo viga de concreto celular.

Donde el grupo “A” es el concreto que tendrá la dosificación en donde no se altera al mezclado con proporciones de concreto celular, sin embargo tendrá la misma particularidad de proporción de mezcla, en el segundo grupo “B” encontramos probetas cilíndricas de concreto celular para un ensayo a compresión, mientras que en el grupo “C” tendremos un espécimen con un estímulo intensificado de concreto celular, por lo tanto decimos que el trabajo de investigación cuenta con un sub-tipo de diseño de estímulo creciente.

### 3.2 Variables y operacionalización:

Como variable independiente tenemos al concreto celular, en cuanto al enfoque es de tipo cuantitativo ya que sus propiedades serán acondicionadas para mejorar el diseño de estructuras a compresión y flexión de una vivienda unifamiliar mejorando así la resistencia de la sub estructura y superestructura. Donde “el concreto celular es un tipo de concreto liviano elaborado con espuma, que presenta densidades más bajas que las de un concreto convencional” (Cervantes, 2008, p. 144).

Tenemos como variable dependiente al diseño de elementos estructurales, de manera que se va a establecer el enfoque cuantitativo, ya que para un buen diseño

de estructuras se necesitara la relación a/c adecuada del concreto celular. Donde “el método por resistencia nos indica que los elementos deben proporcionarse para una resistencia adecuada de acuerdo con las disposiciones del reglamento ACI, utilizando factores de carga y factores de reducción de resistencia” (Ortega, 2014, p. 39).

De acuerdo a la definición operacional de nuestras dos variables tanto el independiente como el dependiente indica que el concreto celular es un producto cementante de alta resistencia, consistente en cemento, arena y otros materiales silíceos. [...] es muy liviano y está destinado principalmente a obras gruesas, ya que debido a su condición aislante (Cervantes, 2008, p. 115).

Con respecto a la variable dependiente el diseño de elementos estructurales como son las vigas de concreto sometidas a cargas o esfuerzos a flexión y que estas cargas se incrementen gradualmente en magnitud hasta que la viga falle, en este lapso la viga pasa por tres etapas: la primera de concreto no agrietado, la segunda esfuerzo elástico y concreto agrietado y la tercera de resistencia ultima. Las columnas están sometidas de esfuerzo a flexión y fuerzas axiales, por lo que es necesario necesario diseñarlas para que resistan ambas solicitudes. [...] estos elementos se flexionan bajo acción de momentos y estos producirán compresión en un lado de las columnas y en el otro lado tensión. (McComac & Brown, 2019, pp. 35-275).

**Variable independiente:** Concreto Celular

**Variable dependiente:** Diseño de Elementos Estructurales

### **3.3 Población, muestra y muestreo**

#### **3.3.1 Población**

En cuanto a la población son grupos de elementos en el cual ya ha sido elegido antes de la obtención de la muestra, a su vez cada grupo tienen mismas características de diseño. Al respecto Ñaupas et al. (2018), menciona que:

La población puede ser definida como el total de las unidades de estudio, que contienen las características requeridas, para ser consideradas como tales. Estas unidades pueden ser personas, objetos, conglomerados, hechos o fenómenos, que presenten las características requeridas para la investigación (p. 334).

Es decir, que el estudio tendrá una población conformada por la totalidad de un grupo de objetos de estudio, que poseen las mismas características, esta investigación contará como población a viviendas multifamiliares del distrito de Lurigancho – Chosica - Lima.

#### **3.3.2 Muestra**

Es la parte que conforma la población de donde se obtendrán la información, estas muestras serán evaluadas de acuerdo a la ejecución de pruebas realizadas regidas en la Norma Técnica Peruana (NTP) asimismo el diseño estará establecido de acuerdo con en el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) E-060. Del mismo modo lo aclarado se refuerza cuando se plantea que “la muestra [es] la parte seleccionada de una población o universo sujeto a estudio, y que reúne las características de la totalidad, por lo que permite la generalización de los resultados” (Ñaupas et al. 2018, p. 334).

Es decir, que la muestra para esta investigación serán las estructuras a compresión y flexión que conforman la vivienda unifamiliar de 4 niveles de la Asociación Santa Rosa de Huachipa – Lurigancho - Chosica.

**Tabla 1.** *Muestra de unidad de analisis*

<b>Nº de muestras</b>	<b>Descripción</b>	<b>Características</b>
Grupo 1	9 probetas patrón	Probetas de concreto natural
Grupo 2	27 probetas de concreto celular F'c 210 kg/cm <sup>2</sup>	Probetas de concreto celular para calcular la resistencia a compresión.
Grupo 3	18 probetas tipo viga de concreto celular F'c 210 kg/cm <sup>2</sup>	Probetas tipo viga a escala para calcular su resistencia a flexión.

Fuente: elaboración propia.

Esta tabla se describe las muestras que serán estudiadas y que se utilizaron para el respectivo ensayo y de acuerdo a ello se verán si son aptos para uso como material de construcción en estructuras de viviendas multifamiliares de 4 niveles en el distrito Lurigancho, 2022.

El muestreo respectivo para la investigación es aleatorio simple o al azar es por ello que será de tipo probabilístico, ya que nos darán resultados verídicos. Asimismo “el muestreo es un procedimiento que permite la selección de las unidades de estudio que van a conformar la muestra, con la finalidad de recoger los datos requeridos por la investigación que se desea realizar”. (Ñaupas et. al. 2018, p. 336).

Es decir, que en este procedimiento la cuantificación de la muestra será con un límite de población de 54 muestras de probetas de concreto celular, el pre-dimensionamiento de los elementos estructurales, más el diseño de estructuras estas tienen las mismas posibilidades de ser seleccionados para ser evaluados al momento de ensayo en el laboratorio.

### **3.4 Técnicas, instrumentos de recolección de datos, validez y fiabilidad**

Las Técnicas de recolección de datos se emplearon mediante la observación experimentación de las muestras a través de ensayos en laboratorios certificados, la recolección de datos ya que realizaremos la evaluación y analizaremos los cambios de comportamiento que presenta el concreto celular. Al respecto Ríos (2017), ratifica que:

Las técnicas representan la parte abstracta de la recolección de datos; es la forma que emplea el investigador para obtener datos., por lo tanto determinan [...] las características de las unidades de análisis, la naturaleza y grado de control de las variables, así como los recursos (p. 101).

Es decir, que para el proceso de verificación se utilizara la técnica de hojas de redacción del experimento evaluado para verificar las resistencias que tuvieron en cada tipo de ensayo.

Los instrumentos de recolección de datos para el estudio del presente se utilizaron instrumentos de laboratorio como horno, tamiz, moldes, máquina de rotura de probetas, trompo, fichas técnicas basadas en la norma E-060, cuyo objetivo fueron evaluar el nivel de satisfacción de la muestra. Según Ñaupas et al. (2018), ratifica que “Son las herramientas conceptuales o materiales, mediante los cuales se recoge los datos e informaciones, [...] que exigen respuestas del investigado [...] se redactan en función de la hipótesis y variables” (p. 273).

Es decir, que para el proceso de verificación se utilizara instrumentos que conforman el laboratorio para el estudio respectivo de la muestra, llegando a ser como el horno, probetas, tamiz, trompo de mesclado, máquina de rotura de probetas que a través de estos instrumentos llegaremos a obtener los resultados requeridos.

La valides de la investigación será a base del contenido del instrumento por juicio de expertos, quienes evaluaran el contenido y determinaran que el instrumento del concreto celular cumplan con los siguientes indicadores. Por otro lado Santos (2017), ratifica que “la validez es el grado en el que el instrumento mide lo que queremos medir y el modelo factorial suele proponerse como uno de los métodos de validación de constructo por lo que profundizamos en el mismo” (p. 05).

Es decir, que la valides del instrumento del trabajo de investigación estará en juicio por 4 expertos como mínimo uno de la parte metodológica y cinco de la parte temática y mediante la aprobación de los mismos se otorgara un coeficiente altamente significativo.

**Tabla 2.** *Valides del instrumento*

<b>Nº de expertos</b>	<b>Apellidos y nombres.</b>	<b>DNI/CIP</b>	<b>Situación</b>
1	Zamora Mondragón, Jesús Elmer		Aplicable
2	Pillaca Sicha, Cesar	232883	Aplicable
3	Alva Tamaya, Bárbara Marina	33425653	Aplicable
4	Franco Enríquez, Alejandro	269149	Aplicable
Valides del instrumento			

Fuente: elaboración propia.

La confiabilidad de la investigación estará basado en los instrumentos de fichas de observación, fichas de los agregados, del cemento, fichas técnicas basadas en la norma E-060: concreto. Según, (Ñaupas et al. 2018, p. 277) concluyé que “un instrumento es confiable cuando las mediciones hechas no varían significativamente, ni en el tiempo, ni por la aplicación a diferentes personas, que tienen el mismo grado de instrucción”.

Es decir, que para que instrumento sea confiable es necesario hacer una prueba piloto para evaluar el comportamiento del instrumento y así verificar la consistencia del contenido. En caso de nuestro estudio presentado no se procederá a decretar la confiabilidad ya que en el estudio no se emplearon como herramienta los cuestionarios.

### **3.5 Procedimientos**

Para realizar el procedimiento se efectúa de acuerdo a lo especificado y oficializado en la Norma Técnica Peruana NTP (400.012:2001) y el Reglamento Nacional de edificaciones (RNE) E-0.60. Dándole mayor importancia.

Con respecto a la recolección de materiales se prosiguieron varios procedimientos que establece la Norma Técnica Peruana.

- Agregado grueso obtenido de la cantera molina.
- Cemento tipo I de marca sol, obtenido del consorcio material nazca.
- Agua potable obtenida del domicilio doméstico.
- Aditivo espumante para la elaboración del concreto celular.
- Aditivo plastificante

- Juego de tamices que cumplan con la norma NTP 350.001: 1 ½", 1", ¾", ½", ⅜", N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100 Y N° 200.
- Balanza con precisión de 3 decimales.
- Palas
- Trompo
- Cronometro
- Probetas

Para realizar el procedimiento de selección del tipo de cemento a utilizar se toma como referencia la NTP y ASTM donde se verifica si se tomaron las consideraciones técnicas de producción del material en base a su, densidad de 3.15 g/cm<sup>3</sup> y la consistencia normal.

Con respecto a la calidad de los materiales, se analizó el agregado grueso en base a los ensayos de calidad, con fines de elaboración de diseño de mezcla, los cuales se detallan. Según Bazan (2017), indica que "Para la realización del control de materiales, se debe tener en cuenta el tipo de análisis fisicoquímico a realizar de acuerdo a la etapa del proceso" (p. 13).

Es decir para el proceso de control de la calidad de los materiales se harán estudios en el laboratorio para comprobar que si cumplen con los parámetros establecidos en la norma.

Con lo que respecta a la granulometría está determinado y oficializado mediante la norma técnica peruana NTP 400.012:2001 y el ASTM C-136 donde detalla que el ensayo granulométrico de la muestra es necesario por lo que mediante esto se podrá efectuar la gradación por tamaño de partículas y de esta manera determinara la característica correspondiente a utilizar entre los materiales y equipos:

- Agregado grueso obtenido de la Cantera Molina.
- Aditivo espumante.
- Juego de tamices que cumplan con la NTP 350.001: 1 ½", 1", ¾", ½", ⅜", N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100 Y N° 200.
- Balanza con 0.1 % de sensibilidad para agregados finos y gruesos.
- Agitador mecánico de tamices.

- Fuente de calor con medidas apropiadas que pueda establecer una temperatura uniforme de  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Para realizar el procedimiento de selección del agregado se hizo lo siguiente:

- Se tomó la muestra respectiva del agregado grueso de dicha empresa proveedora del material ya que la compra del material fue específicamente diseñada para el propósito correspondiente.
- Se pesó el agregado para realizar el tamizado correspondiente.
- Se preparó los tamices correspondientes según lo establecido por la norma técnica peruana 400.012.
- Se introdujo al ensayo correspondiente del agregado en los tamices.
- Mediante el aparato agitador vibratorio de tamices se obtuvo lo retenido en los tamices.
- Por último se evaluó y peso el agregado retenido en los tamices.

El peso específico está desarrollado mediante la norma técnica peruana NTP 400.021:2002 y el ASTM C-127-88 donde detalla que para efectuar el peso específico de la muestra es necesario que haya una relación a una temperatura permanente de la pasta en el aire y de esta manera determinara la característica correspondiente, de acuerdo a estas especificaciones se usaron los siguientes materiales y equipos:

- Arena gruesa
- Agua
- Picnómetro
- Estufa
- Balanza sensible a 0.5 g.

Para ello fue elaborado y calculado de acuerdo a la NTP 400.021:2002 y el ASTM C-127-88 establecido para arena gruesa donde especifica que el procedimiento y la formula a emplear es lo siguiente:

- Se realizó tres veces el cuarteo del material
- Se recogió dos muestras considerables de 300 gramos.
- Se procedió al secado de la muestra saturada
- Se pesó la muestra saturada superficialmente seca.



- Se calibro la balanza para hallar el peso sumergido
- Se pesó la muestra en la canastilla sumergida
- Se saca el material de la canastilla sumergida para luego llevarlo al horno y de ello obtener el peso seco.
- Finalmente de ello obtenemos el peso seco.

La absorción es desarrollado mediante la norma técnica peruana (NTP) 400.021:2002 y el ASTM C-128-07 donde detalla que para efectuar la absorción de la muestra es necesario que los agregados sean remojados en agua durante 24 horas y mantenido a una temperatura de  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$  ya que de esta manera se hará una corrección en el diseño de la mezcla y así determinar las características correspondientes, para ellos se usaron los siguientes materiales y equipos:

- Arena gruesa
- Agua
- Tamiz N° 4
- Picnómetro
- Pisón
- Estufa
- Horno
- Balanza con 0.1 % de sensibilidad
- Canastilla
- Bandeja

Para ello fue elaborado y calculado de acuerdo a la NTP 400.021:2002 y el ASTM C-128-07 establecido para arena gruesa donde especifica que el procedimiento y la fórmula a emplear es lo siguiente:

- Se realizó tres veces el cuarteo del material
- Se zarandeó la muestra con la malla N° 4 y lo retenido se utilizó para la elaboración del ensayo.
- Se procedió al lavado de la muestra hasta la obtención del agua transparente.
- Luego se dejó la muestra en una bandeja al secado unas 10 a 12 horas debiendo esta secarse uniformemente.

- Se colocó la muestra lavada al horno por 24 horas a una temperatura de 100 a 110 °C ya que ello lo especifica la norma.
- Se pasó a sacar el espécimen del horno y se procedió a enfriar entre 1 y 3 horas respectivamente
- Se pasó a pesar la muestra
- Finalmente se después de realizar los pasos para la obtención de la información del peso específico se calcularon con ello el porcentaje de absorción de las dos muestras ensayadas y resultando un promedio de 0.93 % de absorción obtenida en el ensayo respectivo. Para ello la formula a emplear será:

	FORMULA
Peso del material saturado superficialmente seco (aire)	A
Peso del picnómetro + agua	B
Peso del material saturado superficialmente seco (aire) + Peso del picnómetro + agua	$C = A + B$
Peso del picnómetro + agua + material	D
Volumen de masa + volumen de vacíos	$E = C - D$
Peso del material seco en estufa	F
Volumen de masa	$G = C - (A - D)$
Absorción (%)	$((A - F / F) * 100)$
Absorción promedio (%)	$(Ab.1 + Ab.2) / 2$
P.e. Bulk (Base Seca)	$F / E$
P.e. Bulk (Base Saturada)	$A / E$
P.e. Aparente (Base Seca)	$F / G$

*Figura 1.* Pasos empleados para el cálculo del peso específico, Adaptado de la NTP 400.021 ASTM C 127.

Para el contenido de humedad el procedimiento es desarrollado mediante la norma técnica peruana NTP 339.185:2013 y la ASTM C 566:2013 donde detalla que para efectuar el la humedad presentada en la muestra es necesario que el agregado este alterado por el calor, dando así mediciones refinadas de la humedad de la muestra. Este procedimiento también es definido por la NTP 339.047, se usaron los siguientes materiales y equipos:

- Arena gruesa
- Agua
- Balanza con 0.1 % de sensibilidad
- Puente de calor
- Bandeja o recipiente
- Revolvedor

Para ello fue elaborado y calculado de acuerdo a la NTP 339.185:2013 establecido para proceder a efectuar el ensayo respectivo donde especifica que el procedimiento mide la humedad en la muestra ensayada y la formula a emplear es lo siguiente:

- Se presentó la muestra con contenido de humedad natural
- Se calculó la masa del espécimen con una exactitud estable de 0.1 % ya que la norma específica la precisión de sensibilidad de la balanza. .
- Se colocó la muestra en una bandeja, luego fue llevado a la fuente de calor, evitando el secado rápido, y usando la fuente de calor a temperatura controlada según la norma específica que debe de estar a 110 °C. si no se efectúa ello se tendrá pérdida de la muestra o partícula.
- El secado de la muestra deberá ser durante 24 horas y a la temperatura controlada ya que mediante esto se obtendrá el secado o eliminación del agua.
- Finalmente después de haber estado durante las horas establecidas de secado se procede a enfriar la muestra luego se determina el pesado para la obtención de los datos del peso específico, el porcentaje presentado en la absorción y la humedad presentada por la muestra ensayadas, resultando un promedio de 0.48 % de contenido de humedad obtenida en el ensayo respectivo.

Para ello la formula a emplear será:

$$CONTENIDO DE HUMEDAD (\%) = \left( \frac{PESO HUMEDO - PESO SECO}{PESO SECO} \right) * 100$$

Donde el peso húmedo es la masa del espécimen húmedo a lo natural y el peso seco es la masa del espécimen seco posteriormente de haber sido sumergido 24 horas en el puente de calor restando el peso de la muestra húmeda y el peso de la muestra seca se extrae del peso del agua, aplicando la formula obtenemos el resultado de la humedad del espécimen.

Para el peso unitario suelto y compactado se desarrolló mediante la norma técnica peruana NTP 400.017:1999 y el ASTM C-29 donde detalla que el peso unitario de la muestra suelta es la medición de la densidad de la partícula o muestra incluyendo los vacíos de aire que están en la muestra, del mismo modo el peso unitario de la muestra compactado es la medición de la partícula o muestra ya

sometida a la compactación aumentando así el volumen de la masa del agregado y de esta manera determinara la característica correspondiente:

- Arena gruesa
- Balanza con 0.1 % de sensibilidad
- Barra compactadora (acero liso de 16 mm de diámetro y 60 cm de longitud.
- Bandeja a medida
- Pala pequeña.
- Equipo de calibración.

Para ello se elabora y calculada de acuerdo a la NTP 400.017:199 establecido para proceder a efectuar el ensayo respectivo donde especifica que el procedimiento mide el peso unitario en estado suelto y en estado en varillado de la muestra ensayada y la formula a emplear es lo siguiente:

- Se presentó la muestra en estado suelto con contenido de humedad natural
- Se determinó el peso del recipiente con una precisión estable, ya que la norma específica la precisión de sensibilidad de la balanza. .
- Se colocó la muestra suelta en una bandeja dejando caer de una altura aproximadamente de 50 mm, viendo ya la muestra en la bandeja se niveló el material sobrepasante.
- Se procedió a realizar el pesaje de la muestra suelta más la bandeja.

Para el estado compactado de la muestra se siguió con los parámetros establecidos en la Norma Técnica Peruana:

- Se procede a realizar el ensayo de la muestra en estado compactado con contenido de humedad natural.
- Se determina el peso del recipiente con una precisión estable, ya que la norma específica la precisión de sensibilidad de la balanza. .
- Se procede a colocar el espécimen suelto en la bandeja.
- Se procede a la compactación del material dando 25 golpes que se efectuaron de manera uniforme.
- Se llena nuevamente con el agregado suelto al vacío quedado después del primer compactado.

- Se procede a la compactación del material dando 25 golpes que se efectuaron de forma homogénea.
- Se nivela la caída de la superficie del recipiente
- Este procedimiento se repite tanto en el estado suelto y compactado hasta determinar que el porcentaje de error no supere el 1 % con respecto al promedio establecido.

Para ello la fórmula a emplear para determinar la operación del peso unitario de la muestra suelta y compactado estará dado de acuerdo a lo establecido en la norma, será:

$$M = \left( \frac{G - T}{V} \right)$$

$$M = (G - T) * F$$

Dónde:

M = Peso unitario del agregado en kg/m<sup>3</sup> (lb/p<sup>3</sup>)

G = Peso del recipiente de medida más el agregado en kg (lb)

T = Peso del recipiente de medida en kg (lb)

V = Volumen de la medida en m<sup>3</sup> (p<sup>3</sup>)

F = Factor de la medida en m<sup>-3</sup> (p<sup>-3</sup>)

Las proporciones de dosificación estarán determinadas de acuerdo a la metodología de la norma (ACI) dando a una relación de agua-cemento para la obtención de la resistencia máxima a compresión a los 28 días de curado, según el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) y la norma (ACI) esta resistencia de diseño varía de 140 a 420 kg/cm<sup>2</sup> en secuencia de una distribución de agua-cemento de 0.82 a 0.40. En consecuencia a ello las proporciones que se obtuvieron se mostraron en las siguientes tablas, primeramente aplicando la para una dosificación unitaria.

Grupo 1, 2, 3, 4

**Tabla 3.** *Proporción y/o dosificación para 36 unidades de probeta cilíndricas*

<b>Porcentaje de aditivo espumante</b>	<b>0% - 2% - 4% - 6%</b>	<b>Unidad</b>
Arena gruesa	678.0	kg
Arena fina	4464.0	kg
Cemento	17676.0	kg
Agua	838.8	lt

Fuente: Elaboración propia

Para 18 unidades de concreto rectangulares con aditivo espumante.

Grupo 1, 2, 3, 4

**Tabla 4.** *Proporción y/o dosificación para 18 unidades de probetas*

<b>Porcentaje de concreto celular</b>	<b>0% - 2% - 4% - 6%</b>	<b>Unidad</b>
Arena gruesa	2034.0	kg
Arena fina	2232.0	kg
Cemento	765.0	kg
Agua	419.4	lt

Fuente: Elaboración propia

### **3.6 Método de análisis**

El método de la investigación presentada en el análisis, será presentado mediante los ensayos correspondientes a la granulometría para la obtención de las dimensiones requeridas de las partículas para así poder realizar la muestra correspondiente al concreto celular. Asimismo, una vez obtenida la muestra se efectuarán ensayos para su verificación de la resistencia, rotura a esfuerzos dados, alabeos, entre otros.

Con la información y datos de los ensayos obtenidos se harán representaciones gráficas a través de los certificados de los laboratorios y de esta manera se dará la posible conclusión de si es factible la implementación del material de concreto celular y si estas ayudan a mejorar sus características del concreto para una posible implementación de estos materiales en el ámbito comercial y de la construcción.

### **3.7 Aspectos éticos**

En cuanto a la investigación nos comprometemos bajo los reglamentos y valores obtenidos a lo largo de nuestra instrucción universitaria de nuestra especialidad de

ingeniería civil dentro de nuestra prestigiosa universidad cesar vallejo a dar fe y originalidad de la redacción y autenticidad de los resultados de analisis de la muestra con un único propósito de que la investigación propuesta cumpla con todos los objetivos planteados para su respectivo análisis.

Por otro lado, se respetara la originalidad y creación de los autores que se tomaron como referencias en sus investigaciones. Al mismo tiempo el proyecto de investigación que exhibimos satisface con la mayoría de las condiciones de la ética que instruye nuestra universidad dentro de su estatus, por el cual dentro de nuestra investigación consideramos lo siguiente:

- El propósito que mueve a nuestro proyecto de investigación es considerado por la delegación de ética de la Universidad César Vallejo Lima este, asimismo la información propuesta obedece las condiciones de legitimidad, dentro de las cuales la identificación de la información del proyecto han sido cumplidas y respetadas por los autores.
- Por lo acomodado en el artículo 14, la norma de ética de Investigación planteada por la casa de estudios (Universidad César Vallejo), en donde la legitimidad de la investigación planteada, cuenta con registros e información que aseguran detalladamente todo el pedido de los aspectos éticos que darán valides al proyecto, ofreciendo veracidad al servicio del público y de donde se obtendrán las muestras para ser estudiadas en nuestra investigación.
- Así pues la información obtenida de los registros, datos específicos, estarán dentro de las referencias dando información de estas mediante citas de acuerdo a lo establecido por la norma ISO, la cual es una guía requerida por la casa de estudios y/o la escuela profesional de Arquitectura e ingeniería para el actual el proyecto de investigación pertenece.

Además, se considerará las normas establecidas por el colegio de Ingenieros en los art 9, 10 y 11 que mencionan lo siguiente:

#### Artículo 9.

Para empezar el código de ética propone criterios y noción e donde define guiar la conducta del profesional en la cual este sea especializado, asimismo autorregula bajo las normas establecidas según sean los criterios de la actuación del ingeniero responsable motivando a que su propósito sea desempeñado bajo los términos y reglamentos que formula el (CIP) dentro del ámbito de la persona profesional.

#### Artículo 10 y 11.

Acerca de la formulación establecida por el código de ética, establece que las multitareas que el profesional responsable destinado al campo debe de observar sus relaciones con la comunidad, el colegio, las instituciones para así ejercer de manera responsable en afán al ejercicio de la profesión del ingeniero bajo la delegación de falta contra la ética y otros reglamentos establecidos por el (CIP).



## **IV. RESULTADOS**

Los resultados de la investigación estarán presentes a través de los instrumentos de observación así mismo tendrán un certificado de ensayo de las muestras estudiadas para su respectivo análisis. Por otra parte, estarán determinadas mediante gráficos, tablas, programas para determinar las propiedades y características que se pudieron observar en el estudio del proyecto que titula “Diseño de estructuras a compresión y flexión con concreto celular de una edificación de 4 niveles, Huachipa – Lurigancho 2022.” Por lo tanto, se cumplirá con todos los parámetros de originalidad de todo los comprobantes donde representan los resultados que fueron obtenidos en el transcurso de los ensayos para cada tipo de muestra.

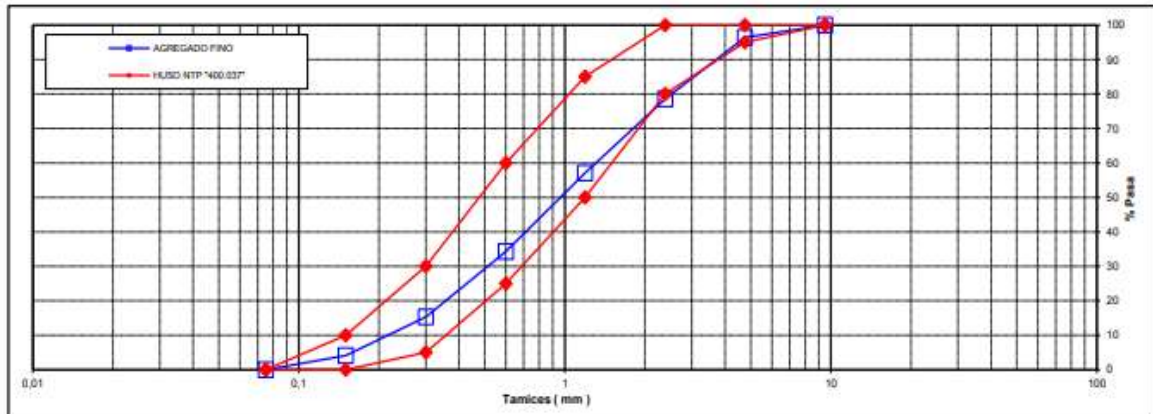
#### Ensayo del agregado

**Tabla 5. Ensayo de granulometría del agregado fino**

Peso Total (gr) 500

TAMIZ		gr	%	% RET.	%	% PASA
(Pulg)	(mm)	pesos	RET.	ACUM.	PASA	HUSO NTP "400.037"
1"	26					
3/4"	19					
1/2"	12,5					
3/8"	9,5		0,0	0,0	100,0	100 - 100
Nº 4	4,75	17,7	3,6	3,6	96,4	95 - 100
Nº 8	2,38	87,0	17,8	21,5	78,5	80 - 100
Nº 16	1,19	104,7	21,5	42,9	57,1	50 - 85
Nº 30	0,6	111,3	22,8	65,7	34,3	25 - 60
Nº 50	0,3	92,6	19,0	84,7	15,3	5 - 30
Nº 100	0,15	54,5	11,2	95,9	4,1	0 - 10
FONDO		20,0	4,1	100,0	0,0	0 - 0

Fuente: Adaptado del instrumento de recolección de datos y observación, 2022



**Gráfico 1.** Curva Granulométrica del agregado fino, Adaptado del instrumento de recolección de datos y observación, 2022.

Por medio de la Gráfico 1, ensayo granulométrico podemos observar que la NTP 400. 012 y la ASTM C-136 presentan condiciones de la metodología del ensayo que representa el tipo de agregado, así mismo, es aplicable para la muestra que presenta este tipo de estudio, determinando de esta manera el tamaño máximo nominal del agregado. Por ende, según el diagrama representado, expresa el ensayo de la muestra que pasa por las aberturas del tamiz con el fin de identificar un tamaño máximo de N° 4, mostrando proporciones que lleguen a ayudar a mejorar la resistencia del tipo de concreto propuesto para su estudio.

**Tabla 6.** *Propiedades físicas*

Módulo de Fineza	3,14
Peso Unitario Suelto (Kg/m <sup>3</sup> )	1,368
Peso Unitario Compactado (Kg/m <sup>3</sup> )	1,511
Peso Especifico	2,61
Contenido de Humedad (%)	2,56
Porcentaje de Absorción (%)	2,46

Fuente: Adaptado del instrumento de recolección de datos y observación, 2022.

De la tabla 6 podemos visualizar el tipo de análisis presentado en su característica obtenida de la muestra de estudio. Todo ello representa las propiedades físicas del agregado fino, donde de acuerdo a las características mecánicas presentadas y ensayadas de acuerdo a las normas NTP 400. 021, ASTM C-127 y la ASTM C-128 que bajo el análisis de acuerdo a las normas se podrá determinar la cantidad de

agregados que se necesitaran para dar proporciones de dosificación de las muestras de ensayo.

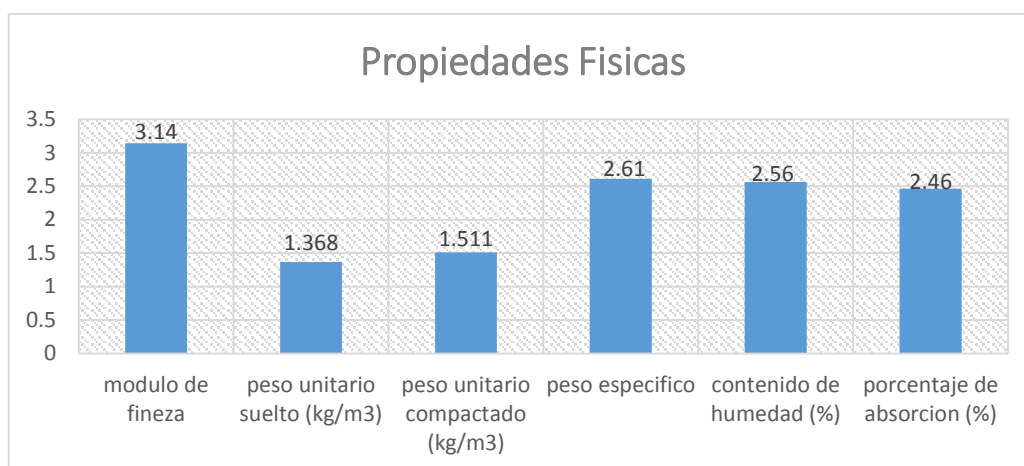


Gráfico 2. Histograma del peso específico de la arena fina, adaptado del instrumento de recolección de datos y observación, 2022.

Con respecto al histograma (grafico 2) podemos ver y/o representa las propiedades físicas del agregado, donde podemos apreciar que según los ensayos realizados el agregado fino contiene el 3.14 de módulo de fineza, así mismo el peso unitario suelto tiene una densidad de 1.368 menor a la del peso unitario compactado de 1.511. La muestra tiende de un contenido de humedad de 2.56 y un porcentaje de absorción de 2.46. Bajo criterios de la norma NTP 400.021 y la ASTM C-128 criterios donde se encuentran la cantidad de agua que suele ser alojado por el agregado.

Tabla 7. Ensayo de granulometría del agregado Grueso

Peso Total (gr) 3808,6

TAMIZ		gr	%	% RET.	%	% PASA
(Pulg)	(mm)	pesos	RET.	ACUM.	PASA	HUSO 67
2 1/2"	63					
2"	50					
1 1/2"	37,5		0,0	0,0	100,0	100 - 100
1"	25	0	0,0	0,0	100,0	100 - 100
3/4"	19	0	0,0	0,0	100,0	90 - 100
1/2"	12,5	985,6	25,9	25,9	74,1	60 - 75
3/8"	9,5	1034	27,1	53,0	47,0	20 - 55
Nº 4	4,75	1469	38,6	91,6	8,4	0 - 10

<b>Nº 8</b>	2,38	320	8,4	100,0	0,0	0 - 5
<b>Nº 16</b>	1,19					-
<b>FONDO</b>						

Fuente: Adaptado del instrumento de recolección de datos y observación, 2022.

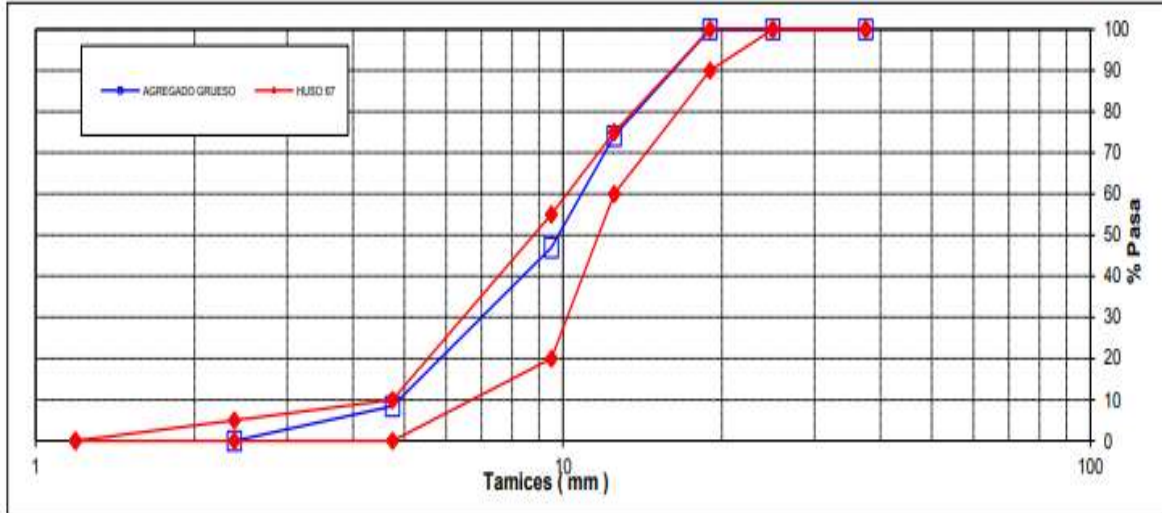


Gráfico 3. Curva granulométrica de la arena gruesa, adaptado del instrumento de recolección de datos y observación, 2022.

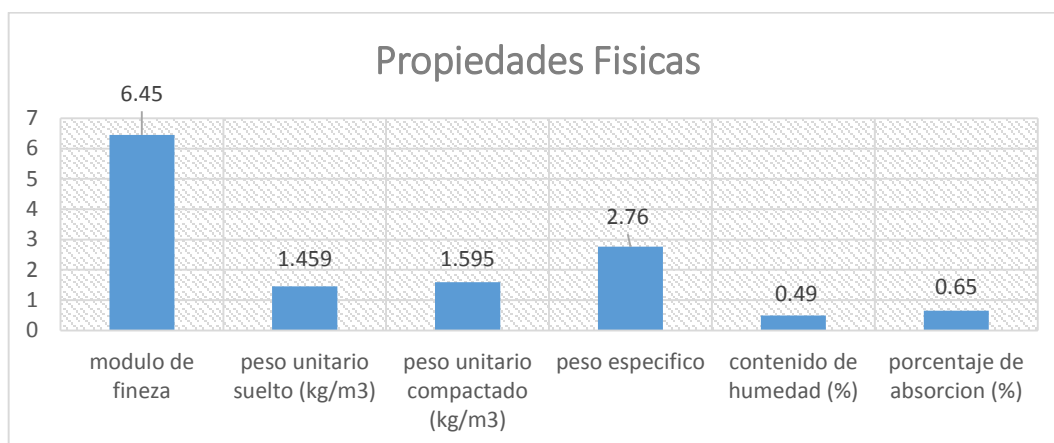
El Gráfico 3, con respecto a este ensayo granulométrico de la muestra del agregado grueso bajo la NTP 400. 012 y la ASTM C-136 presentan condiciones de la metodología del ensayo que representa el tipo de agregado, así mismo, es aplicable para la muestra que presenta este tipo de estudio, determinando de esta manera el tamaño máximo nominal del agregado. Por ende, según el diagrama representado, expresa el ensayo de la muestra que pasa por las aberturas del tamiz con el fin de identificar un tamaño máximo de  $\frac{1}{2}$ ", mostrando proporciones que lleguen a ayudar a mejorar la resistencia del tipo de concreto propuesto para su estudio.

**Tabla 8. Propiedades físicas**

Tamaño Nominal Máximo	1/2"
Módulo de Fineza	6,45
Peso Unitario Suelto (Kg/m3)	1,459
Peso Unitario Compactado (Kg/m3)	1,595
Peso Especifico	2,76
Contenido de Humedad (%)	0,49
Porcentaje de Absorción (%)	0,65

Fuente: Adaptado del instrumento de recolección de datos y observación, 2022.

De la tabla 8 se puede ver que las características de las muestras de ensayo presentado tienden a un tamaño máximo nominal ½". Todo ello representa las propiedades físicas del agregado grueso, donde la representación del ensayo está dado por las normas NTP 400. 021, ASTM C-127 y la ASTM C-128 que bajo el analisis de acuerdo a las normas se determina la cantidad de agregados que se necesitaran para dar proporciones de dosificación de las muestra.



**Gráfico 4.** Histograma del peso específico del agregado gruesa, adaptado del instrumento de recolección de datos y observación, 2022.

Con respecto al histograma (grafico 4) podemos ver y/o representa las propiedades físicas del agregado, donde podemos apreciar que según los ensayos realizados el agregado grueso contiene el 6.45 de módulo de fineza, así mismo el peso unitario suelto tiene una densidad de 1.459 menor a la del peso unitario compactado de 1.595. Teniendo así un peso específico de 2.76. La muestra tiende de un contenido de humedad de 0.49 y un porcentaje de absorción de 0.65. Bajo criterios de la norma NTP 400.021 y la ASTM C-128 criterios donde se encuentran la cantidad de agua que suele ser alojado por el agregado.

### **Peso Unitario del Agregado Fino**

**Tabla 9.** *Propiedades físicas*

Peso Unitario Varillado (gr/cm3)	:	<b>1,511</b>
Peso Unitario Suelto (gr/cm3)	:	<b>1,368</b>
Peso del molde (gr)	:	<b>1070</b>
Volumen de molde (cm3)	:	<b>3009</b>

Fuente: Adaptado del instrumento de recolección de datos y observación, 2022.

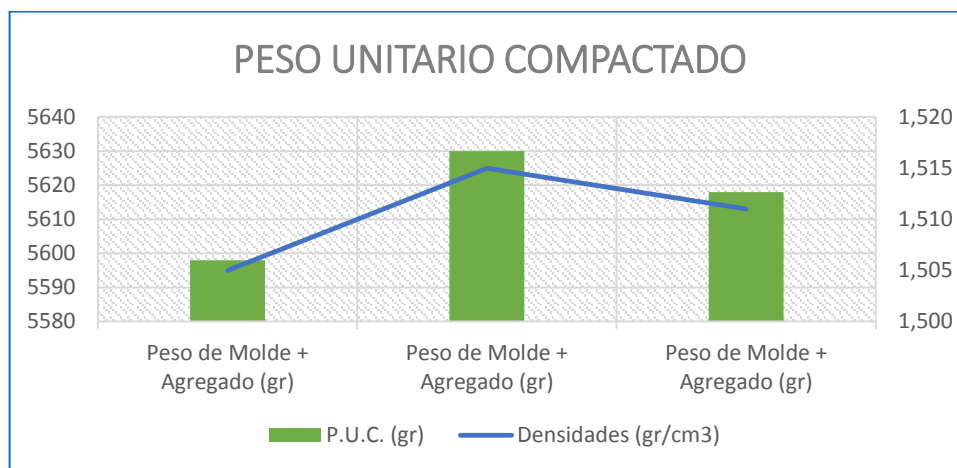
Enfocándonos en el desarrollo de las mezclas el análisis de resultados depende de la obtención de los resultados obtenidos en el peso unitario varillado dando un valor de 1,511 gr/cm<sup>3</sup>, así mismo en el peso unitario suelto 1,368 gr/cm<sup>3</sup> teniendo una variación de resultados al varillado, el peso del molde son la tara del instrumento de medición; dando un volumen de 3009 cm<sup>3</sup>.

**Tabla 10. Propiedades físicas**

	P.U.C. (gr)	Densidades (gr/cm <sup>3</sup> )
Peso de Molde + Agregado (gr)	5598	1,505
Peso de Molde + Agregado (gr)	5630	1,515
Peso de Molde + Agregado (gr)	5618	1,511
	P.U.S. (gr)	Densidades (gr/cm <sup>3</sup> )
Peso de Molde + Agregado (gr)	5186	1,368
Peso de Molde + Agregado (gr)	5190	1,369
Peso de Molde + Agregado (gr)	5185	1,368

Fuente: Adaptado del instrumento de recolección de datos y observación, 2022.

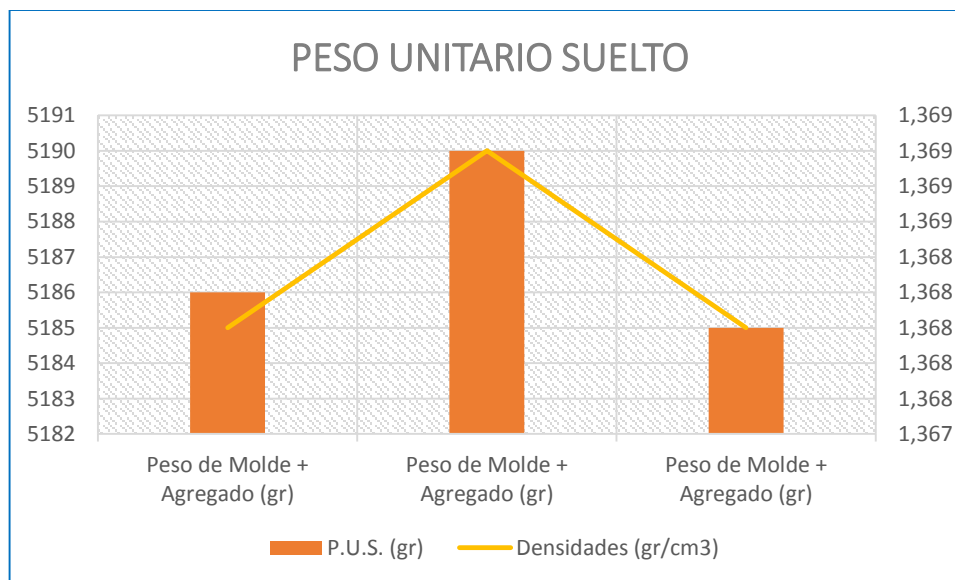
Enfocándonos en el desarrollo de los ensayos los valores arrojados por este método de la granulometría tenemos resultados variados en el peso unitario compactado y en el peso unitario suelto; de esta manera obtenemos las densidades de las tres pruebas realizadas.



**Gráfico 5.** Histograma del peso unitario compactado, adaptado del instrumento de recolección de datos y observación, 2022.

Según el histograma presenta resultados variantes en el peso unitario compactado de las tres muestras realizadas. Teniendo como primer resultado un peso de molde

más el agregado de 5598 gr con una densidad 1,505 gr/cm<sup>3</sup>, dando una variación en la segunda muestra con un peso de molde más el agregado de 5630 gr y una densidad de 1,515 gr/cm<sup>3</sup> y por ultimo disminuyendo el peso del molde más el agregado con 5618 gr con densidad baja de 1,511 gr/cm<sup>3</sup>.



*Gráfico 6.* Histograma del peso unitario suelto, adaptado del instrumento de recolección de datos y observación, 2022.

Según el histograma presenta resultados variantes en el peso unitario suelto de las tres muestras realizadas. Teniendo como primer resultado un peso de molde más el agregado de 5186 gr con una densidad 1,368 gr/cm<sup>3</sup>, dando una variación en la segunda muestra con un peso de molde más el agregado de 5190 gr y una densidad de 1,369 gr/cm<sup>3</sup> y por ultimo disminuyendo el peso del molde más el agregado con 5185 gr con densidad baja de 1,368 gr/cm<sup>3</sup>.

### **Peso Unitario del Agregado Grueso**

**Tabla 11.** *Propiedades físicas*

Peso Unitario Varillado (gr/cm <sup>3</sup> )	:	<b>1,595</b>
Peso Unitario Suelto (gr/cm <sup>3</sup> )	:	<b>1,459</b>
Peso del molde (gr)	:	<b>2253</b>
Volumen de molde (cm <sup>3</sup> )	:	<b>9421,0</b>

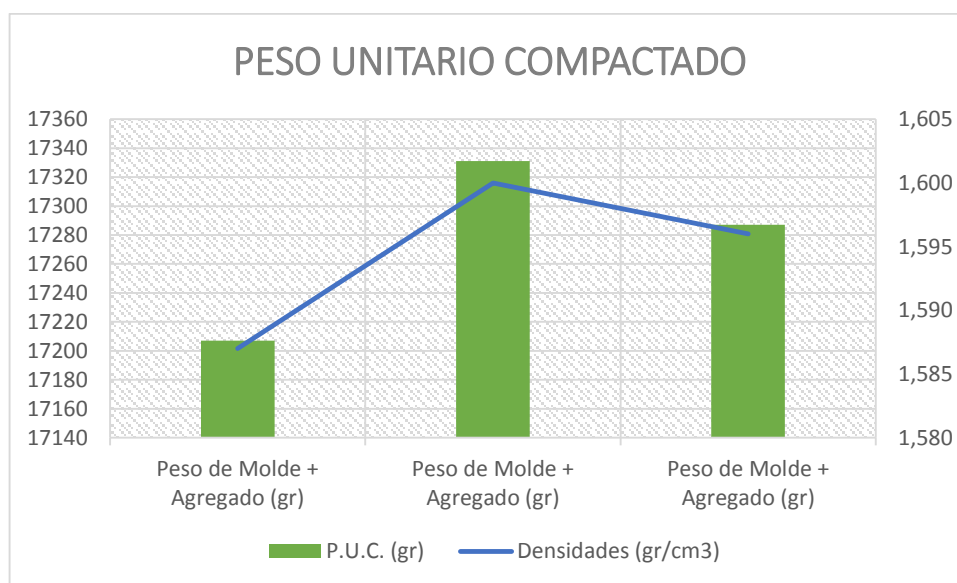
Fuente: Adaptado del instrumento de recolección de datos y observación, 2022.



**Tabla 12. Propiedades físicas**

	<b>P.U.C. (gr)</b>	<b>Densidades (gr/cm3)</b>
Peso de Molde + Agregado (gr)	17207	1,587
Peso de Molde + Agregado (gr)	17331	1,600
Peso de Molde + Agregado (gr)	17287	1,596
	<b>P.U.S. (gr)</b>	<b>Densidades (gr/cm3)</b>
Peso de Molde + Agregado (gr)	15952	1,454
Peso de Molde + Agregado (gr)	15981	1,457
Peso de Molde + Agregado (gr)	16050	1,464

Fuente: Adaptado del instrumento de recolección de datos y observación, 2022.



**Grafico 7.** Histograma del peso unitario compactado, adaptado del instrumento de recolección de datos y observación, 2022.

Según el histograma presenta resultados variantes en el peso unitario suelto de las tres muestras realizadas. Teniendo como primer resultado un peso de molde más el agregado de 5186 gr con una densidad 1,368 gr/cm3, dando una variación en la segunda muestra con un peso de molde más el agregado de 5190 gr y una densidad de 1,369 gr/cm3 y por ultimo disminuyendo el peso del molde más el agregado con 5185 gr con densidad baja de 1,368 gr/cm3.

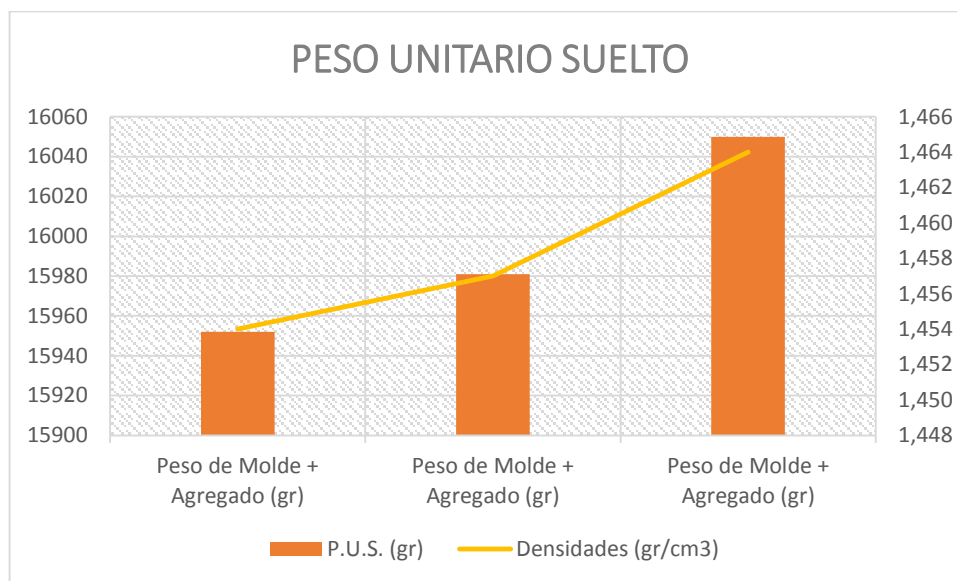


Gráfico 8. Histograma del peso unitario suelto, adaptado del instrumento de recolección de datos y observación, 2022.

Según el histograma presenta resultados variantes en el peso unitario suelto de las tres muestras realizadas. Teniendo como primer resultado un peso de molde más el agregado de 5186 gr con una densidad 1,368 gr/cm<sup>3</sup>, dando una variación en la segunda muestra con un peso de molde más el agregado de 5190 gr y una densidad de 1,369 gr/cm<sup>3</sup> y por ultimo disminuyendo el peso del molde más el agregado con 5185 gr con densidad baja de 1,368 gr/cm<sup>3</sup>.

### Gravedad específica y absorción del agregado fino

Tabla 13. Propiedades físicas

Muestra N°	1	2	3
Peso Mat. Sat. Sup. Seca (en aire) (gr)	500,0		
Peso de Frasco + H2O (gr)	648,4		
Peso de Frasco + H2O + A (gr)	1148,4		
Peso del mat. + H2O en el frasco (gr)	961,1		
Vol. De Masa + Vol. De Vacío =C-D	187,3		
Peso del mat. Seco en estufa (gr)	488		
Vol. De Masa=E-(A-F)	175,3		
P.e. BULK (BASE SECA)	2,605		
P.e. BULK (BASE SATURADA)	2,670		
P.e. APARENTE (BASE SECA)	2,784		
% DE ABSORCION	2,5		

Fuente: Adaptado del instrumento de recolección de datos y observación, 2022.

## Gravedad específica y absorción del agregado Grueso

**Tabla 14. Propiedades físicas**

Temperatura de Ensayo	23 °C			PROMEDIO
Muestra N°	1	2	3	
Peso mat. Sat. Superf. Seca en aire (gr)	1081,0			
Peso mat. Sat. Superf. Seca en agua (gr)	692,0			
Volumen de masa + volumen de vacíos (gr)	389,0			
Peso del material seco (105°C) (gr)	1074,0			
Volumen de masa (gr)	382,0			
Peso Bulk (base seca)	2,761			
Peso bulk (base saturada)	2,779			2,779
Peso aparente (base seca)	2,812			2,812
Porcentaje de absorción (%)	0,65			0,65

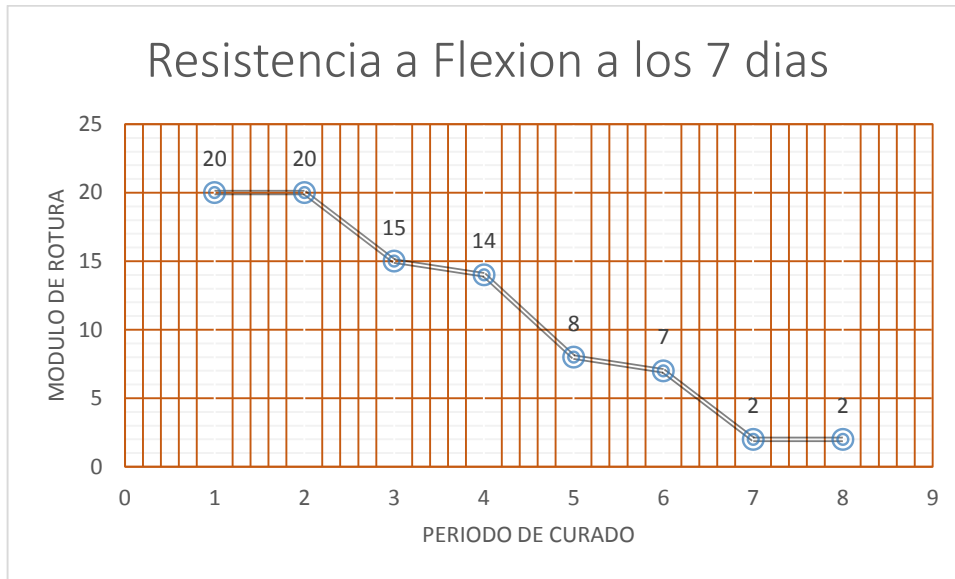
Fuente: Adaptado del instrumento de recolección de datos y observación, 2022.

## Rotura de Probetas a flexión a los 7 días de curado

**Tabla 15. Ensayo de probetas a los 7 días.**

IDENTIFICACION DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	EDAD días	b (cm)	h (cm)	L (cm)	Lo (cm)	UBICACIÓN DE FALLA	MODULO DE ROTURA
Diseño Convencional	06/10/2022	7	15.1	15.00	51.0	45.0	TERCIO CENTRAL	20 kg/cm <sup>2</sup>
Diseño Convencional	06/10/2022	7	15	15.10	50.9	45.0	TERCIO CENTRAL	20 kg/cm <sup>2</sup>
Diseño Mod. 2 %	06/10/2022	7	15	15.10	50.9	45.0	TERCIO CENTRAL	15 kg/cm <sup>2</sup>
Diseño Mod. 2 %	06/10/2022	7	15	15.00	50.2	45.0	TERCIO CENTRAL	14 kg/cm <sup>2</sup>
Diseño Mod. 4 %	06/10/2022	7	15	15.00	50.2	45.0	TERCIO CENTRAL	8 kg/cm <sup>2</sup>
Diseño Mod. 4 %	06/10/2022	7	15.1	15.10	51.0	45.0	TERCIO CENTRAL	7 kg/cm <sup>2</sup>
Diseño Mod. 6 %	06/10/2022	7	15	15.10	50.6	45.0	TERCIO CENTRAL	2 kg/cm <sup>2</sup>
Diseño Mod. 6 %	06/10/2022	7	15.1	15.10	51.0	45.0	TERCIO CENTRAL	2 kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: Adaptado del instrumento de recolección de datos y observación, 2022.



**Gráfico 9.** Histograma de módulo de rotura a flexión de prismas de concreto celular endurecido y curado a los 7 días, adaptado del instrumento de recolección de datos y observación, 2022.

Según la Norma ASTM C78 donde plantea la realización de pruebas estándar de probetas de concreto sometidas a flexión, dando parámetros que formulan la medida de la resistencia y/o módulo de ruptura cerca del 10% al 20% de la resistencia a compresión dependiendo del diseño de mezcla y las dimensiones del prisma, así mismo la primera prueba de módulo de rotura basado en la norma C78 donde plantea la aplicación de dos cargas en los puntos tercios de la luz es más bajo la resistencia del prisma es por ello que se toma el módulo de rotura determinado por la norma ASTM C293 para la viga cargada en el punto medio. Llegando a tener módulos de rotura variables en los diseños planteados.

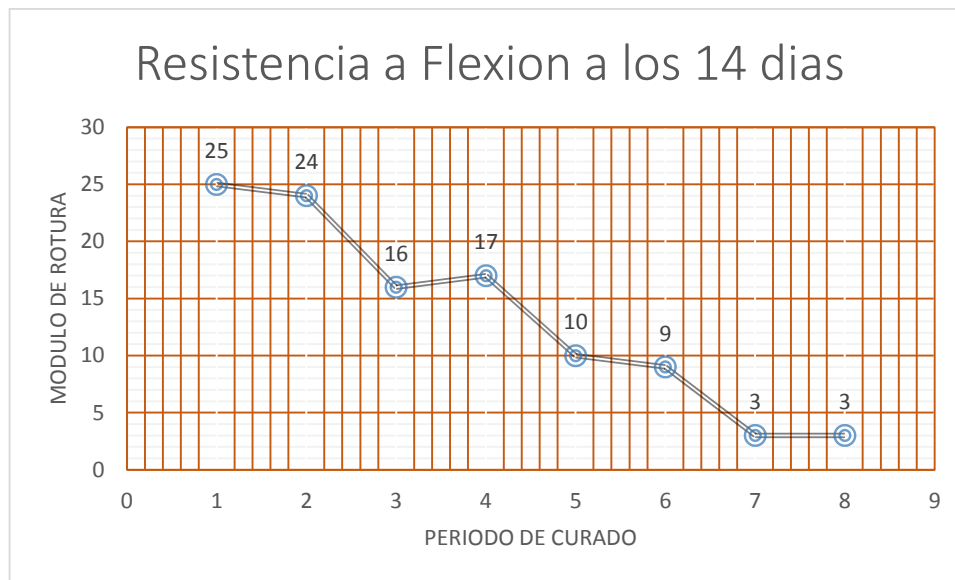
### Rotura de Probetas a flexión a los 14 días de curado

**Tabla 16.** Ensayo de probetas a los 14 días.

IDENTIFICACION DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	EDAD días	b (cm)	h (cm)	L (cm)	Lo (cm)	UBICACIÓN DE FALLA	MODULO DE ROTURA
Diseño Convencional	20/10/2022	14	15	15.10	50.5	45.0	TERCIO CENTRAL	25 kg/cm <sup>2</sup>
Diseño Convencional	20/10/2022	14	15	15.10	51	45.0	TERCIO CENTRAL	24 kg/cm <sup>2</sup>
Diseño Mod. 2 %	20/10/2022	14	15.2	15.10	51.1	45.0	TERCIO CENTRAL	16 kg/cm <sup>2</sup>

Diseño Mod. 2 %	20/10/2022	14	15.1	15.10	51	45.0	TERCIO CENTRAL	17 kg/cm <sup>2</sup>
Diseño Mod. 4 %	20/10/2022	14	15.1	15.00	52.2	45.0	TERCIO CENTRAL	10 kg/cm <sup>2</sup>
Diseño Mod. 4 %	20/10/2022	14	15	15.10	50.3	45.0	TERCIO CENTRAL	9 kg/cm <sup>2</sup>
Diseño Mod. 6 %	20/10/2022	14	15.1	15.00	52.2	45.0	TERCIO CENTRAL	3 kg/cm <sup>2</sup>
Diseño Mod. 6 %	20/10/2022	14	15.1	15.10	51	45.0	TERCIO CENTRAL	3 kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: Adaptado del instrumento de recolección de datos y observación, 2022.



*Gráfico 10.* Histograma de módulo de rotura a flexión de prismas de concreto celular endurecido y curado a los 14 días, adaptado del instrumento de recolección de datos y observación, 2022.

Según el histograma el módulo de rotura en el tercio central es desplazado bajo una fuerza aplicable dando así resultados variables de la caracterización del material refractarios en un tipo de diseño de mezcla de 2 %, 4 % y 6 % de adición de aditivo soportando una tensión máxima de 17 kg/cm<sup>2</sup>, por lo tanto; la viga por el eje longitudinal sufre un esfuerzo generando una parábola dando fuerzas variables de tensión y compresión en cada lado del eje neutro. A comparación del concreto tradicional ensayado y sometido a esfuerzo axial de flexión, soportando esfuerzos de compresión en la parte superior generando aplastamiento y en la cara inferior del prisma se observa esfuerzos de tracción produciendo alargamiento y soportando así un módulo de rotura en el tercio central de 25 kg/cm<sup>2</sup> mayor al concreto celular propuesto para el diseño de elementos estructurales.

## Rotura de Probetas a flexión a los 28 días de curado

Tabla 17. Ensayo de probetas a los 28 días.

IDENTIFICACION DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	EDAD días	b (cm)	h (cm)	L (cm)	Lo (cm)	UBICACIÓN DE FALLA	MODULO DE ROTURA
Diseño Convencional	03/11/2022	28	15.1	15.00	52.2	45.0	TERCIO CENTRAL	28 kg/cm <sup>2</sup>
Diseño Convencional	03/11/2022	28	15.2	15.10	51	45.0	TERCIO CENTRAL	27 kg/cm <sup>2</sup>
Diseño Mod. 2 %	03/11/2022	28	15.1	15.00	52.2	45.0	TERCIO CENTRAL	18 kg/cm <sup>2</sup>
Diseño Mod. 2 %	03/11/2022	28	15	15.10	51	45.0	TERCIO CENTRAL	19 kg/cm <sup>2</sup>
Diseño Mod. 4 %	03/11/2022	28	15.1	15.00	52.2	45.0	TERCIO CENTRAL	11 kg/cm <sup>2</sup>
Diseño Mod. 4 %	03/11/2022	28	15.2	15.10	51.1	45.0	TERCIO CENTRAL	11 kg/cm <sup>2</sup>
Diseño Mod. 6 %	03/11/2022	28	15.1	15.00	52.2	45.0	TERCIO CENTRAL	4 kg/cm <sup>2</sup>
Diseño Mod. 6 %	03/11/2022	28	15.1	15.00	52.2	45.0	TERCIO CENTRAL	5 kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: Adaptado del instrumento de recolección de datos y observación, 2022.

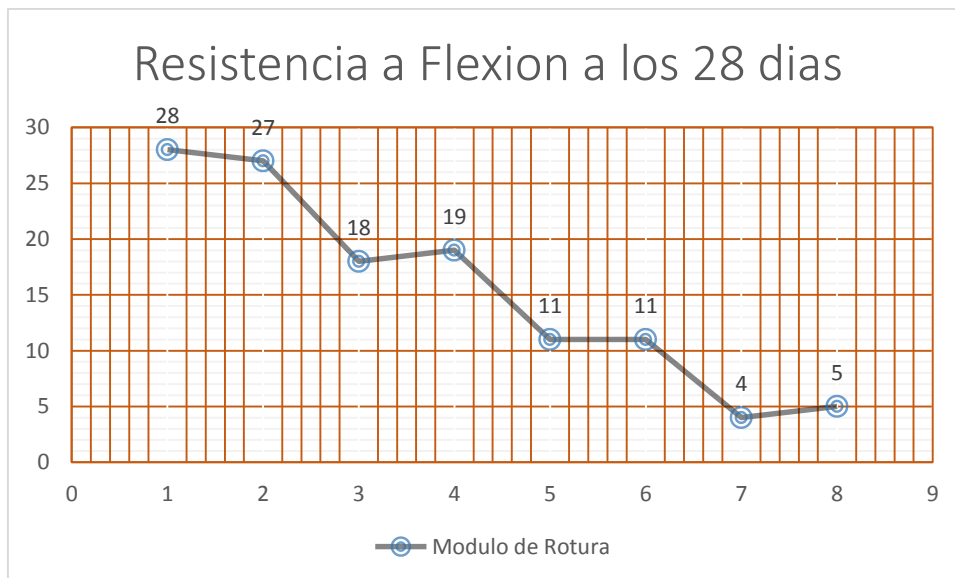


Gráfico 11. Histograma de módulo de rotura a flexión de prismas de concreto celular endurecido y curado a los 28 días, adaptado del instrumento de recolección de datos y observación, 2022.

Según el histograma el módulo de rotura en el tercio central es desplazado bajo una fuerza aplicable dando así resultados variables de la caracterización del material refractarios en un tipo de diseño de mezcla de 2 %, 4 % y 6 % de adición de aditivo soportando una tensión máxima de 19 kg/cm<sup>2</sup>, por lo tanto; la viga por el eje longitudinal sufre un esfuerzo generando una parábola dando fuerzas variables de tensión y compresión en cada lado del eje neutro. A comparación del concreto tradicional ensayado y sometido a esfuerzo axial de flexión, soportando esfuerzos de compresión en la parte superior generando aplastamiento y en la cara inferior del prisma se observa esfuerzos de tracción produciendo alargamiento y soportando así un módulo de rotura en el tercio central de 28 kg/cm<sup>2</sup> mayor al concreto celular propuesto para el diseño de elementos estructurales.

#### **Rotura de Probetas a compresión a los 7 días de curado**

**Tabla 18.** *Ensayo de probetas a los 7 días.*

<b>IDENTIFICACION DE ESPECIMEN</b>	<b>FECHA DE VACIADO</b>	<b>EDAD días</b>	<b>DIAMETRO mm</b>	<b>FUERZA MAXIMA KN</b>	<b>AREA cm<sup>2</sup></b>	<b>ESFUERZO kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>TIPO DE FALLA</b>
Diseño Convencional	06/10/2022	7	101.6	163.40	81.07	205	2
Diseño Convencional	06/10/2022	7	101.4	163.30	80.67	206	2
Diseño Convencional	06/10/2022	7	101.6	165.80	81.07	208	1
Diseño Mod. 2%	06/10/2022	7	101.4	112.50	80.67	142	3
Diseño Mod. 2%	06/10/2022	7	101.5	116.50	80.83	147	2
Diseño Mod. 2%	06/10/2022	7	100.6	116.82	79.49	150	2
Diseño Mod. 4%	06/10/2022	7	101.7	86.23	81.15	108	2
Diseño Mod. 4%	06/10/2022	7	101.5	87.50	80.91	110	2
Diseño Mod. 4%	06/10/2022	7	101.1	85.20	80.28	108	2
Diseño Mod. 6%	06/10/2022	7	103.1	55.50	83.4	68	2
Diseño Mod. 6%	06/10/2022	7	102.7	53.20	82.84	65	2
Diseño Mod. 6%	06/10/2022	7	102.2	50.20	82.03	62	1

Fuente: Adaptado del instrumento de recolección de datos y observación, 2022.

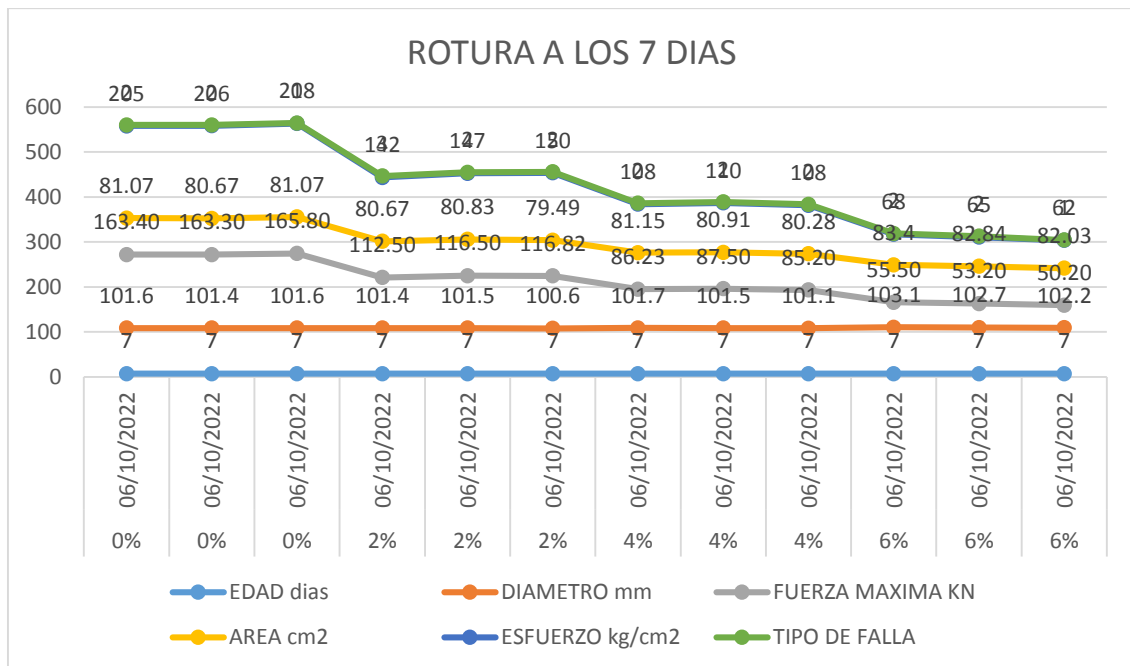


Gráfico 12. Histograma de probetas, adaptado del instrumento de recolección de datos y observación, 2022.

Según la Norma ASTM C39 donde plantea la realización de pruebas estándar de probetas de concreto sometidas a compresión, dando parámetros que formulan el esfuerzo máximo del concreto es la medición en carga por unidad de área, es por ello que tienen una alta gama de propiedades mecánicas y durabilidad cumpliendo así con los requisitos y fines de control de calidad y aceptación del material para ello se utilizaron muestras tipo cilíndricas en las cuales fueron sometidas a compresión en un periodo de curación de 7 días en donde el diseño convencional con 0% de aditivo polvo de aluminio y aditivo plastificante la relación obtenida del esfuerzo normal promedio y la deformación normal unitaria de 208 kg/cm<sup>2</sup> dando un tipo de falla de tipo 1.

Así mismo en un 2%, 4% de aditivo polvo de aluminio y aditivo plastificante se obtuvo una resistencia de 150 kg/cm<sup>2</sup> 110 kg/cm<sup>2</sup> tipo de falla 2 y en un 6% de aditivo polvo de aluminio y aditivo plastificante se obtuvo una resistencia de 68 kg/cm<sup>2</sup> tipo de falla 2. Podemos ver según el histograma que a menor porcentaje de aditivo se puede obtener mayor resistencia a compresión y flexión dando resultados favorables para uso de un concreto en sistemas estructurales que aligeran la carga.



## Rotura de Probetas a compresión a los 14 días de curado

Tabla 19. Ensayo de probetas a los 14 días.

IDENTIFICACION DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	EDAD días	DIAMETRO mm	FUERZA MAXIMA KN	AREA cm2	ESFUERZO kg/cm2	TIPO DE FALLA
Diseño Convencional	06/10/2022	14	100.7	198.80	79.64	254	2
Diseño Convencional	06/10/2022	14	100.8	202.20	79.80	258	2
Diseño Convencional	06/10/2022	14	100.9	198.50	79.96	253	2
Diseño Mod. 2%	06/10/2022	14	101.4	139.50	80.67	176	2
Diseño Mod. 2%	06/10/2022	14	101.3	137.50	80.52	174	1
Diseño Mod. 2%	06/10/2022	14	101.5	140.40	80.91	177	2
Diseño Mod. 4%	06/10/2022	14	100.7	104.20	79.64	133	2
Diseño Mod. 4%	06/10/2022	14	101.2	104.90	80.44	133	2
Diseño Mod. 4%	06/10/2022	14	101.6	105.00	81.07	132	1
Diseño Mod. 6%	06/10/2022	14	101.7	62.90	81.15	79	2
Diseño Mod. 6%	06/10/2022	14	100.6	63.30	79.49	81	2
Diseño Mod. 6%	06/10/2022	14	100.9	66.90	79.88	85	2

Fuente: Adaptado del instrumento de recolección de datos y observación, 2022.

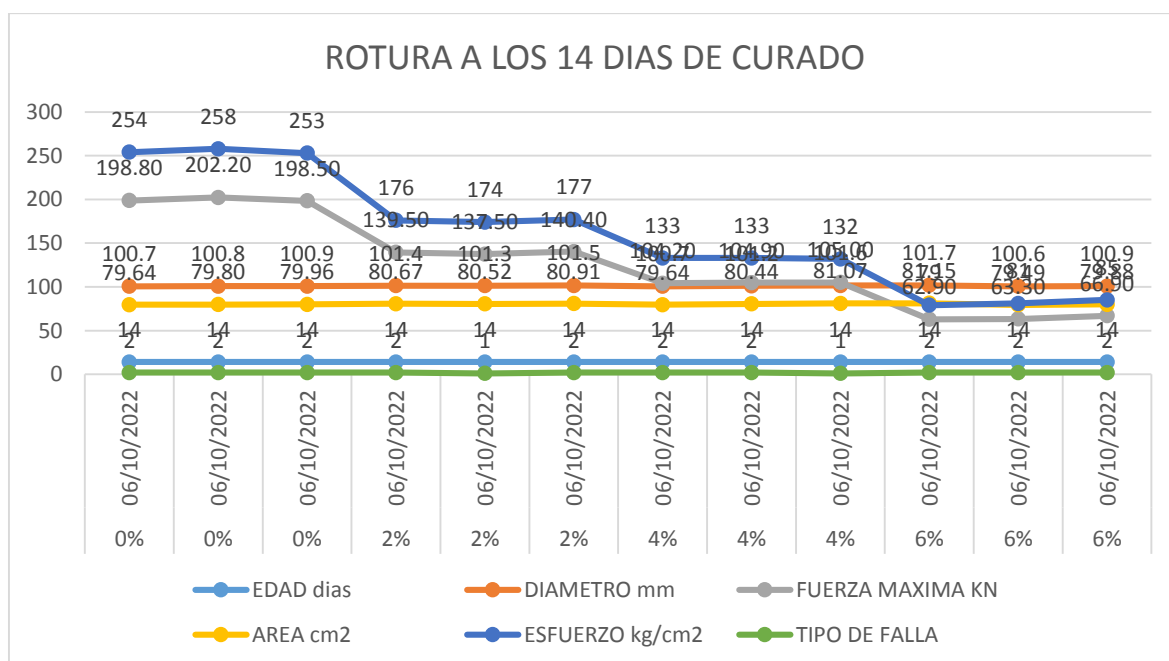


Gráfico 13. Histograma de probetas, adaptado del instrumento de recolección de datos y observación, 2022.

Al apreciar los resultados de compresión y flexión, en un periodo de curación de 14 días en donde el diseño convencional con 0% de aditivo polvo de aluminio y aditivo

plastificante la relación obtenida del esfuerzo normal promedio y la deformación normal unitaria de 258 kg/cm<sup>2</sup> dando un tipo de falla de tipo 2, así mismo en un 2%, 4% de aditivo polvo de aluminio y aditivo plastificante se obtuvo una resistencia de 176 kg/cm<sup>2</sup> 133 kg/cm<sup>2</sup> tipo de falla 2 y en un 6% de aditivo polvo de aluminio y aditivo plastificante se obtuvo una resistencia de 85 kg/cm<sup>2</sup> tipo de falla 2.

Podemos ver según el histograma que a menor porcentaje de aditivo se puede obtener mayor resistencia a compresión y flexión dando resultados favorables para uso de un concreto en sistemas estructurales que aligeran la carga y estructuras portantes, así mismo, podemos apreciar que la falla ideal es la del cilindro ya que se obtiene una resistencia de óptima resistencia para un elemento estructural de una edificación de tres niveles ya que describe en sus niveles de falla puntos homogéneos de resistencia y las deformaciones que describe son proporcionales al esfuerzo.

Por último en una resistencia con aditivo al 6% la falla actuante en relación de la esbeltez debido a la fuerza aplicada y sus dimensiones da oposición a los esfuerzos resultantes obteniendo resistencias desfavorables que no son aplicables en sistemas estructurales.

### Rotura de Probetas a compresión a los 28 días de curado

**Tabla 20.** *Ensayo de probetas a los 28 días.*

IDENTIFICACION DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	EDAD días	DIAMETRO mm	FUERZA MAXIMA KN	AREA cm <sup>2</sup>	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>	TIPO DE FALLA
Diseño Convencional	06/10/2022	28	102.3	239.97	82.11	298	1
Diseño Convencional	06/10/2022	28	102.9	247.04	83.08	303	2
Diseño Convencional	06/10/2022	28	102.2	237.97	82.03	296	1
Diseño Mod. 2%	06/10/2022	28	101.4	162.50	80.67	205	1
Diseño Mod. 2%	06/10/2022	28	101.5	166.90	80.91	210	2
Diseño Mod. 2%	06/10/2022	28	101.0	170.20	80.12	217	2
Diseño Mod. 4%	06/10/2022	28	100.8	124.20	79.80	159	1
Diseño Mod. 4%	06/10/2022	28	101.5	123.20	80.83	155	2
Diseño Mod. 4%	06/10/2022	28	101.6	120.20	80.99	151	2
Diseño Mod. 6%	06/10/2022	28	100.8	85.50	79.80	109	2
Diseño Mod. 6%	06/10/2022	28	101.3	80.20	80.60	101	2
Diseño Mod. 6%	06/10/2022	28	101.2	79.20	80.44	100	2

Fuente: Adaptado del instrumento de recolección de datos y observación, 2022.

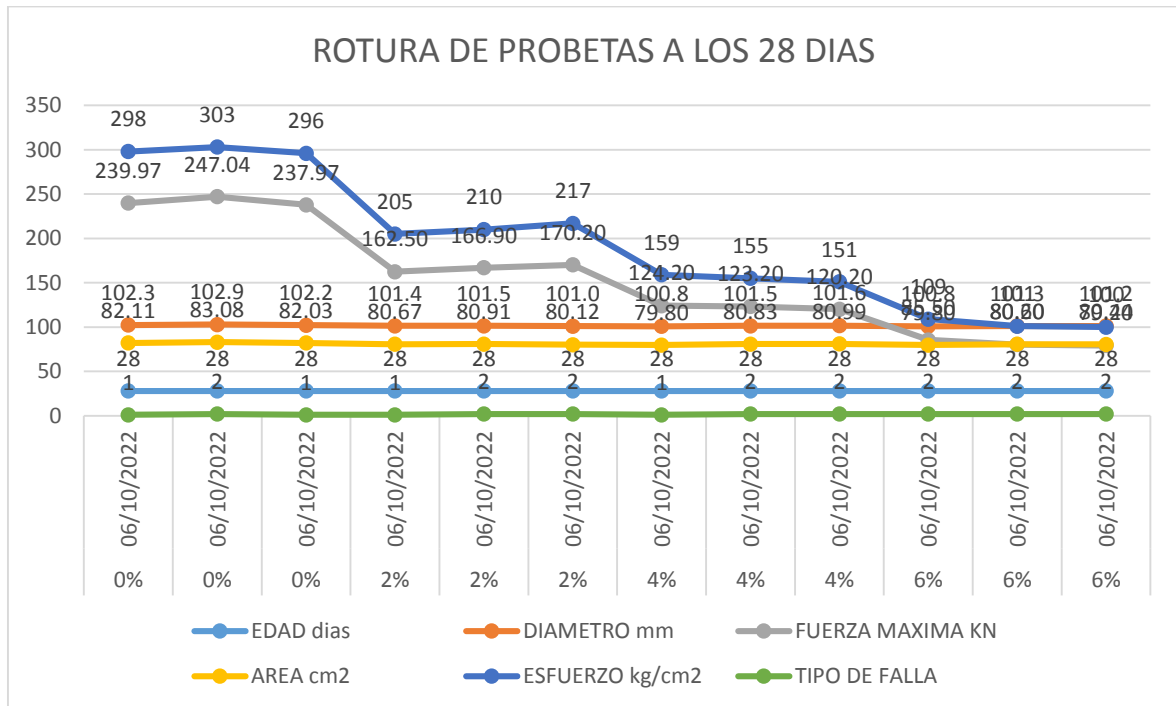


Gráfico 14. Histograma de probeta, Adaptado del instrumento de recolección de datos y observación, 2022.

Es llamativo los resultados de compresión y flexión, en un periodo de curación de 28 días en donde el diseño convencional con 0% de aditivo polvo de aluminio y aditivo plastificante la relación obtenida del esfuerzo normal promedio y la deformación normal unitaria de 303 kg/cm<sup>2</sup> dando un tipo de falla de tipo 2, así mismo en un 2%, 4% de aditivo polvo de aluminio y aditivo plastificante se obtuvo una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup> 159 kg/cm<sup>2</sup> tipo de falla 1, 2 y en un 6% de aditivo polvo de aluminio y aditivo plastificante se obtuvo una resistencia de 109 kg/cm<sup>2</sup> tipo de falla 2.

Podemos ver según el histograma que en la dosificación cumple para la realización de estructuras de concreto celular con una duración de curado de 28 días constantemente se puede obtener mayor resistencia a compresión y flexión dando resultados favorables para uso de un concreto en sistemas estructurales y sistemas que aligeran la carga, así mismo; con las muestras de un aditivo incorporado de 6% se obtuvo una resistencia última equivalente a un concreto de 1560 PSI, donde los demás especímenes no llegaron a alcanzar la resistencia propuesta teniendo en

cuenta que el proceso de curado fue sometido a temperaturas medio ambientales agresivas que afectaron la estructura física y resultados químicos de la muestra.

### **Pre-dimensionamiento de elementos estructurales**

El sistema de diseño propuesto determina la utilización de elementos estructurales con un tipo de diseño de mezcla de concreto celular con aditivos de 2% y tipo de falla dos ya que se verifico que estas muestras tienen los puntos homogéneos de resistencia y falla a la rotura del material, modificando así la teoría propuesta de elasticidad en donde se vio que las deformaciones de rotura son proporcionales al esfuerzo aplicado a la muestra es por ello que se estimó la capacidad del material a implementar en futuras construcciones y así poder llegar a evitar consecuencias que llegaran a suceder a futuro. **Ver anexos 4.**

### **Diseño estructural (Etabs)**

Luego de realizar el pre dimensionamiento de los elementos estructurales (columna, losa aligerada, viga) en el programa o software Microsoft Excel, se procedió a realizar el modelamiento de la edificación para verificar que cumplan con los parámetros establecidos en la Norma Técnica Peruana.

Propiedades del Concreto Celular de acuerdo a los Estudios y ensayos realizados en el laboratorio:

La Resistencia a la compresión de este tipo de concreto es de:  $f'c=2.05 \text{ kg/cm}^2$

El Peso volumétrico del concreto Celular es de:  $\delta c= 1.65 \text{ tn/m}^3$

El Módulo de elasticidad de este tipo de concreto:  $E_c= (w_c^{1.5}) * 0.14 \sqrt{f'c} \text{ kg/cm}^2$   
 $=1342258 \text{ tn/m}^2$

El Módulo de poisson:  $u_c=0.2$

El Módulo de corte:  $G_C =559274.17 \text{ tn/m}^2$

Se coloca también los componentes del acero en el programa o software etabs 2016.

El Acero de fluencia:  $f'y=4200 \text{ kg/cm}^2$

Peso volumétrico del acero:  $\delta s=7.85 \text{ tn/m}^3$

El Módulo de elasticidad:  $E_s=2 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$

Luego de poner las propiedades del concreto y del acero se hace el dimensionamiento de las vigas las columnas y la losa, que tenemos como datos del pre dimensionamiento:

Columna Esquinera:  $0.25 \times 0.25$

Columna excéntrica:  $0.25 \times 0.25$

Columna Céntrica:  $0.25 \times 25$

Viga principal:  $25 \times 35$

Viga secundaria:  $25 \times 25$

Una vez hecho el modelamiento se procede a asignar las cargas vivas y muertas.

Carga Muerta (CM)

Peso volumétrico del concreto:  $1649 \text{ kg/m}^3$

Peso de losas aligeradas:  $300 \text{ kg/m}^2$

Peso de la tabiquería fija:  $100 \text{ kg/m}^2$

Peso del piso Terminado:  $100 \text{ kg/m}^2$  C

Carga Viva (CV)

Para las cargas vivas en las losas según el Reglamento Nacional de Edificaciones. La norma E.020 para viviendas la carga es de  $200 \text{ kg/m}^2$

S/C:  $200 \text{ kg/m}^2$

Techo y azotea:  $100 \text{ kg/m}^2$

Luego de hacer el respectivo análisis se obtendrá el periodo de vibración de la edificación de 4 niveles de sistema a porticado.

**Tabla 21.** *Periodos de vibración de la edificación de 4 niveles.*

Case	Mode	Period	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY	Sum UZ	RX	RY	RZ	Sum RX	Sum RY	Sum RZ
		sec												
Modal	1	0.635	0.871	0.0046	0	0.871	0.0046	0	0.0006	0.124	0.0176	0.0006	0.124	0.0176

Modal	2	0.622	0.0065	0.8818	0	0.8775	0.8864	0	0.1215	0.0009	0.008	0.1221	0.125	0.0256
Modal	3	0.565	0.0155	0.0098	0	0.893	0.8963	0	0.0013	0.0022	0.8702	0.1234	0.1272	0.8957
Modal	4	0.213	0.0824	0.0005	0	0.9755	0.8968	0	0.0049	0.7843	0.0017	0.1283	0.9114	0.8974
Modal	5	0.209	0.0007	0.081	0	0.9762	0.9778	0	0.7988	0.0067	0.0007	0.9272	0.9182	0.8981
Modal	6	0.19	0.0015	0.0009	0	0.9777	0.9786	0	0.0088	0.0147	0.0803	0.936	0.9328	0.9784
Modal	7	0.131	0.0181	0.0003	0	0.9958	0.9789	0	0.0005	0.0381	0.0004	0.9365	0.9709	0.9788
Modal	8	0.129	0.0003	0.0176	0	0.9961	0.9965	0	0.036	0.0007	0.0001	0.9725	0.9716	0.979
Modal	9	0.117	0.0004	0.0002	0	0.9965	0.9967	0	0.0004	0.0008	0.0177	0.9729	0.9724	0.9966
Modal	10	0.101	0.0033	0.0002	0	0.9997	0.9969	0	0.0013	0.0255	0.0001	0.9742	0.9979	0.9967
Modal	11	0.101	0.0002	0.0031	0	0.9999	1	0	0.0255	0.0014	1.34E-05	0.9997	0.9994	0.9968
Modal	12	0.091	0.0001	3.17E-05	0	1	1	0	0.0003	0.0006	0.0032	1	1	1

Fuente: adaptado de resultados de Etabs

El periodo fundamental máximo obtenida por el software Etabs ver **anexo. 05**, en el eje “x” es de 0.635 segundos, mientras que en el eje “y” es de 0.622 segundos.

**Tabla 22.** Irregularidad por Piso blando en X.

Story	Load Case	Shear X tonf	Drift X m	Stiffness X tonf/m	Shear Y tonf	Drift Y m	Stiffness Y tonf/m
Story4	ESPECTRO EN X	81.923	0.001972	41545.64	0.19	0.00152	0
Story3	ESPECTRO EN X	166.836	0.003747	44526.12	0.3886	0.00292	0
Story2	ESPECTRO EN X	228.304	0.005084	44905.72	0.5328	0.00398	0
Story1	ESPECTRO EN X	266.584	0.00579	46042.47	0.6221	0.00461	0

Fuente: adaptado de resultados Etabs.

Con relación a este caso no existiría piso blando ya que la rigidez presentada en la parte lateral de entepiso es considerable a lo presentado al entepiso superior, ocurriendo de la misma manera en los 4 niveles del eje x. **ver anexo 05**, de acuerdo al modelamiento de la estructura.

Analizaremos las Irregularidades por Masa o Peso.

Luego definiremos el diagrama rígido por piso, el espectro y los parámetros del análisis dinámico se verificara las derivas según lo propuesto en las líneas de la norma E.030

Se hace una evaluación o comparación con el análisis estático. Ya que es crucial realizar la comprobación de las derivas para que estas no superen el 0.007 lo tipificado para concreto armado.

**Tabla 23. Desplazamiento en el eje “X” y “Y”**

<b>X</b>	<b>Altura</b>	<b>Concreto Celular</b>	<b>Desplazamiento Permitido</b>
Story4	11.4	0.00692	0.007
Story3	8.6	0.00688	0.007
Story2	5.8	0.00618	0.007
Story1	3	0.00379	0.007
<b>Y</b>	<b>Altura</b>	<b>Concreto Celular</b>	<b>Desplazamiento Permitido</b>
Story4	11.4	0.00623	0.007
Story3	8.6	0.00693	0.007
Story2	5.8	0.00512	0.007
Story1	3	0.00108	0.007

Fuente. Elaboración Propia

El comportamiento que tuvo este tipo de concreto celular (concreto azul o concreto aireado) con un  $f_c = 205$  y una densidad de  $1649 \text{ kg/m}^3$  en el análisis de la edificación de 4 niveles si es trabajable en sistemas apertados, pero no da una mejora a la resistencia de los elementos estructurales, por lo tanto acorde a los resultados arrojados con respecto al análisis sísmico, se pudo observar y concluir que los resultados positivos en las derivas inelásticas tanto en el eje xx como en el yy, ambas derivas cumplen con los valores que exige la norma E 0.30, debido a que están en un rango o promedio aceptable según el desplazamiento permitido.

## V. DISCUSIÓN



¿Determinar de qué manera el concreto celular influirá en el diseño de elementos estructurales de una vivienda multifamiliar de 4 niveles, Huachipa - Lurigancho 2022?

El comportamiento que tuvo este tipo de concreto celular (concreto azul o concreto aireado) con un  $f'c = 205 \text{ kg/cm}^2$  y una densidad de  $1649 \text{ kg/m}^3$  en el análisis de la edificación de 4 niveles si es trabajable en sistemas apertados ya que la resistencia mínima para elementos estructurales es de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  pero lo compensa con la densidad que tiene a comparación con el concreto tradicional que tiene una densidad aproximada de  $2350 \text{ kg/m}^3$ , pero no da una mejora a la resistencia de los elementos estructurales, de acuerdo a los resultados obtenidos con respecto al análisis sísmico, se pudo observar los resultados positivos en las derivas inelásticas tanto en el eje xx como en el yy, ambas derivas cumplen con los valores que exige la norma E 0.30, debido a que están en un rango o promedio aceptable según el desplazamiento permitido.

¿Determinar en qué medida el diseño de mezcla influirá en los elementos estructurales de una vivienda multifamiliar de 4 niveles, Huachipa - Lurigancho 2022?

Según los resultados obtenidos se pudo llegar casi al límite permitido para resistencia a compresión de elementos estructurales de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , con un porcentaje de polvo de aluminio del 2 %, con un promedio de agregado de cemento del 5.48 kg, agregado fino del 18.06 kg, aproximadamente 2.99 litros de agua, y 123.02 gr de polvo de aluminio.

Al respecto Choccelahua y Yovera (2020), en la tesis planteada "Influencia del poliestireno expandido de un concreto celular en la utilización de elementos estructurales Lima - 2020", obteniendo resultados de las características del hormigón celular o espumante en circunstancia fresca y endurecido, en donde se realizaron pruebas de muestras a compresión a los siete, catorce y veintiuno días para proporciones de mezclas de  $1850 \text{ kg/m}^3$ ,  $1800 \text{ kg/m}^3$  y  $1750 \text{ kg/m}^3$ .

Donde a partir de estas dosificaciones se determinaron nuevos valores y se establecieron los resultados de la densidad, resistencia a compresión y tracción para proporciones de 1840 kg/m<sup>3</sup>, 1790 kg/m<sup>3</sup> y 1775 kg/m<sup>3</sup>, estableciendo una densidad final de 1818.53 kg/m<sup>3</sup>, resistencia a tracción de 25.17 kg/cm<sup>2</sup> y a compresión de 215.47 kg/cm<sup>2</sup> a los 21 días. Por último se logró contrastar el dominio del poliestireno expandido para uso en una mezcla de concreto celular y de esta manera llegar a la utilización de la mezcla en elementos estructurales en la dosificación de 1790 kg/m<sup>3</sup>, debido a su aceptabilidad estructural según la N.T.E. E.060 Concreto Armado.

De lo cual los resultados en lo que respecta a la resistencia a compresión son casi similares y se podría dar a entender que si existe un buen diseño de mezcla este tipo de concreto es óptimo para el uso en elementos estructurales.

## **VI. CONCLUSIONES**

- La utilización de este tipo de concreto celular fue propuesta y ensayada con fines de obtener resultados favorables que ayuden a ganar resistencia en los elementos estructurales ya que estos tipos de concretos están siendo utilizados en estructuras que aligeran la carga y/o muros, ladrillos teniendo como mayor tendencia de uso en países Europeos. La aplicación de este material en Latinoamérica es de poco uso y debidamente tienen la misma trayectoria de uso que los países Europeos, es por ello que proponemos realizar un ensayo de la muestra con fines de uso en elementos estructurales y ver sus comportamientos mecánicos para dar y verificar su uso efectivo en el Perú.
  
- El diseño de mezcla propuesto a través de la guía del método ACI fue para poder garantizar una adecuada dosificación en el uso del nuevo material de construcción como el concreto celular, la dosificación propuesta es considerada con un diseño de mezcla final de  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , es por ello que a través del método ACI se diseñó una mezcla homogénea con características para un concreto con 2% de aditivo con asentamiento de 3" – 4" y una relación de a/c de diseño y obra 0.55, así mismo; las proporciones de diseño es de 1.0 : 2.85 y una proporción de obra 1.0 : 2.92, adicionando un aditivo de polvo de aluminio de 850.00 gr. Por bolsa de cemento. La cantidad de material por m<sup>3</sup> de concreto en obra fue diseñado con 4.9 de plastificante, 491 kg. De cemento, 1433 kg arena, 0 kg. De piedra, 269 lt. De agua, 9.82 kg. De aditivo de polvo de aluminio y una densidad de 1649 kg/m<sup>3</sup>. Así mismo se calculó la cantidad de material por bolsa de cemento en obra con 42.5 kg de cemento, 124.0 kg de arena, 23.3 lt/bolsa de agua y un aditivo de polvo de aluminio de 0.85 kg. La proporción asumida es de 1.0 : 3.17 : 00 para un diseño de mezcla con 2% de aditivo.
  
- El diseño de mezcla propuesto para un concreto celular con 4% de aditivo tiende a tener un asentamiento de 3"-4", una relación de a/c de diseño y de obra de 0.55 la proporción asumida de diseño es de 1.0 : 285 : 00, por otro lado la proporción de obra es de 1.0 : 2.92 : 00, agregando un cantidad de

850.00 gr. Por bolsa de cemento de aditivo de polvo de aluminio, la cantidad de material por m<sup>3</sup> de concreto en obra planteado por el método ACI es de 4.9 kg de plastificante, 491 kg de cemento, 1433 kg de arena, 0 kg de piedra, 269 lt de agua, 9.82 kg de aditivo de polvo de aluminio llegando a tener una densidad de 1134 kg/m<sup>3</sup>. Así mismo; la cantidad de material por bolsa de cemento en obra es considerado con un porcentaje de 42.5 kg de cemento, 124.0 kg de arena, 0.0 kg de piedra, 23.3 lt/bolsa de agua, 0.85 kg de aditivo de polvo de aluminio llegando a tener una proporción de 1.0 : 3.17 : 0.00 para lograr resultados favorables en el diseño de la muestra y ensayo respectivo.

- El diseño de mezcla propuesto para un diseño de mezcla de concreto celular con 6% de aditivo llega a tener proporciones variables de 1.0 : 285 :0.00 y 1.0 : 2.92 :0.00 incorporando el polvo de aluminio de 1700.00 gr por bolsa de cemento. La cantidad de material por obra en m<sup>3</sup> tiende a utilizar una proporción de 4.9 kg de plastificante, 491 kg de cemento, 1433 kg de arena, 0 kg de piedra, 269 lt de agua, 19.64 kg de polvo de aluminio llegando a tener una densidad de 1420 kg/m<sup>3</sup>. Además la cantidad de material por bolsa de cemento en obra llega a tener 42.5 kg de cemento, 124.0 kg de arena, 0.0 kg de piedra, 23.3 lt/bolsa de agua, 1.70 kg de polvo de aluminio optando así una proporción de diseño de 1.0 : 3.17 : 00 y así tener una resistencia favorable en los diseños de vigas y columnas.
- Llegando a hacer la comparación con el concreto tradicional el módulo de rotura en el tercio central es desplazado bajo una fuerza aplicable dando así resultados variables de la caracterización del material refractarios en un tipo de diseño de mezcla de 2 %, 4 % y 6 % de adición de aditivo soportando una tensión máxima de 17 kg/cm<sup>2</sup>, por lo tanto; la viga por el eje longitudinal sufre un esfuerzo generando una parábola dando fuerzas variables de tensión y compresión en cada lado del eje neutro. A comparación del concreto tradicional ensayado y sometido a esfuerzo axial de flexión, soportando esfuerzos de compresión en la parte superior generando aplastamiento y en la cara inferior del prisma se observa esfuerzos de

tracción produciendo alargamiento y soportando así un módulo de rotura en el tercio central de 25 kg/cm<sup>2</sup> mayor al concreto celular propuesto para el diseño de elementos estructurales.

- La rotura a compresión de las muestras con diseños de mezclas de 2 % 4 % 6 % de polvo de aluminio y aditivo plastificante en un periodo de curación de 14 días y 28 días en donde el diseño convencional con 0% de aditivo polvo de aluminio y aditivo plastificante la relacion obtenida del esfuerzo normal promedio y la deformación normal unitaria de 258 kg/cm<sup>2</sup> dando una aceptación favorable con falla de tipo 2, así mismo en un 2%, 4% de aditivo polvo de aluminio y aditivo plastificante se obtuvo una resistencia de 176 kg/cm<sup>2</sup> 133 kg/cm<sup>2</sup> tipo de falla 2 y en un 6% de aditivo polvo de aluminio y aditivo plastificante se obtuvo una resistencia de 85 kg/cm<sup>2</sup> tipo de falla 2. Podemos ver que a menor porcentaje de aditivo se puede obtener mayor resistencia a compresión dando resultados favorables para la investigación en el uso de un concreto celular en sistemas estructurales que aligeran la carga y estructuras portantes, así mismo, podemos apreciar que la falla ideal es la del cilindro ya que se obtiene una resistencia óptima para un elemento estructural de una edificación de tres niveles ya que describe en sus niveles de falla puntos homogéneos de resistencia y las deformaciones que describe son proporcionales al esfuerzo. Y en una resistencia con aditivo al 6% la falla actuante en relacion de la esbeltez debido a la fuerza aplicada y sus dimensiones da oposición a los esfuerzos resultantes obtiene una resistencia desfavorable llegando a no ser aplicables en sistemas estructurales.
- Habiendo tenido resultados favorables en el diseño de mezcla y los ensayos respectivos a compresión podemos concluir que el concreto celular es favorable para uso en sistemas de estructura a compresión por tanto su uso lega a ser favorable de acuerdo a los resultados obtenidos, ya que estos tipos de materiales endurecidos tienen mayor resistencia a compresión, sin embargo se obtuvieron en los ensayos a flexión módulos de rotura desfavorables para el diseño, logrando así concluir a llevar más la

investigación para tener un comportamiento óptimo en estos sistemas el concreto celular puede ser usado hasta dos pisos como mínimo de acuerdo a los resultados a flexión y 4 pisos de acuerdo a los resultados a compresión, teniendo en cuenta las tablas de limitaciones de uso en zonas sísmicas presentado por el RNE E-0.30. Diseño Sismoresistentes y la E-0.60 Concreto Armado.

- De acuerdo a la resistencia de este tipo de concreto tanto a la flexión y a la compresión , y de acuerdo al predimensionamiento donde nos dio como dimensiones para la columna de 0.25m x 0.25 m y para viga principal de 0.25 m x 0.35 m y para viga secundaria de 0.25 m x 0.25 m y estos datos llevándolos al software ETABS no botaron unos resultados desfavorables ya que sobrepasan lo permitido de acuerdo a lo establecido en la norma E.030, debido a estos resultados se procedió a aumentar las dimensiones de los elementos estructurales donde nos dieron un resultado favorable, donde las vigas tendrá una sección de 0.35 x 0.30 m y para la columnas una sección cuadrada de 0.35 x 0.35 m estando dentro de los parámetros establecidos de acuerdo al desplazamiento permitido tanto en el eje "XX" y en el eje "YY".

## **VII. RECOMENDACIONES**



- Es recomendable el uso de este tipo de concreto al 2% de aditivo espumante o menores a este porcentaje, ya que si se agrega más aditivo espumante la resistencia bajara considerablemente, también se recomienda que al momento de hacer el diseño se considere un aditivo plastificante que tenga la función de dar resistencia al concreto.
- Realizar un previo diseño de mezcla al incrementar porcentajes de aditivo plastificante, ya que la funcionalidad de este aditivo es de mantener la consistencia del diseño propuesto, además visto la primera prueba de diseño de mezcla se dio en la obligación de mejorar el diseño propuesto ya que estos aditivos tienen reacciones inmediatas, por ello se recomienda controlar los pesos volumétricos de cada agregado y a relacion a/c.
- Se recomienda diseñar proporciones de mezclas de acuerdo a la norma del método ACI. Así mismo por cada adición de aditivo las propiedades varían teniendo un 60% de diferente ante una mezcla con aditivo de 2% es por ello que la relacion a/c comienza a secarse rápidamente por las reacciones de espumas del aditivo de aluminio, ya que comienzan a hinchar como arroz.
- Los resultados obtenidos dan fe a que la utilización de estos tipos de concreto llegan a cumplir las condiciones de su utilización en edificaciones de rapidez de construcción, así mismo, dan prueba de que el uso es favorable en estructuras que aligeran la carga ya que tienden a tener menor peso, es por ello que se recomienda realizar pruebas de estos tipos de materiales en usos de sistemas estructurales para dar mayor crecimiento en el mercado nacional.
- El material propuesto para la implementación en el sistema estructural es novedoso en el mercado nacional para ello se recomienda realizar investigaciones a profundidad para darle uso, así mismo estos materiales no deben tener diferencias de alteraciones en su nomenclatura ya que podrían variar de resultados es por ello que se recomienda seguir el procedimiento para nuevos estudios propuestos.

## REFERENCIAS

- Arapa (2017). Análisis y diseño comparativo de concreto celular usando espuma de poliestireno y agente espumante. Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez. Juliaca, Perú.  
 Disponible en: [http://repositorio.uancv.edu.pe/handle / UANCV/732](http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/732)
- Arraya (2017). Diseño de concreto celular para diferentes densidades, análisis de sus propiedades y sus aplicaciones. Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa, Perú. Disponible en: [http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream /handle/ UNSA/2381/IClaarJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/2381/IClaarJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- Awad y Elham (2019). Glazing and Coloring of Cellular Concrete Blocks. Vol.23, no 3, pp. 678 – 688.  
 Disponible en: [https://www.researchgate.net/ publication/332115823](https://www.researchgate.net/publication/332115823).
- Basilio (2019). Análisis de escaleras prefabricadas con concreto celular para mejorar el proceso constructivo de las vías peatonales de Independencia, Lima – 2019. Universidad César Vallejo.
- Borbón, Álvarez, Rodríguez-Muñoz, Ramírez, Castro, Sau-Soto y Najera (2020). Design and Application of Cellular Concrete on a Mexican Residential Building and Its Influence on Energy Savings in Hot Climates: Projections to 2050. Vol. 10, no 8225, pp. 1- 28. Disponible en: doi:10.3390/app10228225
- CAMACHO J.S., SOUDAIS P.R.N, PARSEKIAN, G.A. Influencia do uso de barras transversais soldadas na aderencia aco-concreto celular de baixissima resistencia a compressao. Brasil: Ibracon, 2018. 620-643 pp.  
 ISSN 19834195
- Cárdenas y Rivera (2017). Desarrollo y aplicación del concreto celular a base de aditivo espumante para la elaboración de bloques macizos destinados a

tabiquerías no portantes en edificaciones. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima. Disponible en: [https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/10757/622468/9/ORTEGA\\_RO.pdf.txt](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/10757/622468/9/ORTEGA_RO.pdf.txt)

- CERVANTES, Alejandro (2008) Nuevas tecnologías en concretos: concreto celular – concreto reforzado con fibra – concreto ligero estructural. México: Congreso Nacional de Administración y Tecnología para la Arquitectura, Ingeniería y Diseño.
- Chine (2018). Desarrollo de técnicas de medición no destructivas para la determinación de gradientes de densidad y caracterización mecánica de materiales estructurales porosos y celulares.
- CONZA Henry. Diseño de hormigón celular de baja densidad, utilizando áridos de la cantera del rio jubones. Analizar sus propiedades y aplicaciones. Examen complejo (Título de Ingeniero Civil). Machala: Universidad Técnica de Machala, 2021.  
Disponible en <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/17803>
- CORDOVA Marvin. FLORES Jadick. Analisis comparativo de las propiedades mecánicas del concreto celular para optimizar el diseño utilizando aditivo espumante y polvo de aluminio. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2021.  
Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12692/66841>
- COVEÑAS Coveñas, Christian. VALLE Rimaycuna, Yan Carlo. Diseño de bloques de concreto celular con fibras sintéticas para muros no estructurales en viviendas unifamiliares en la ciudad de Piura, 2019. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Piura – Peru: Universidad Cesar Vallejo, 2019.  
Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12692/54618>

- Flores y Reyes (2019). Diseño de un Sistema estructural para vivienda de interés social usando la metodología de Paredes portantes con mortero celular ciudad de Ecuador.
  
- GOMEZ del Pezo, Rogelio Santiago. MORA Figueroa, Jairo Alexi. Diseño de hormigón celular en base a espumante RV-2020 y cerámica cocida. Trabajo de integración curricular (Ingeniero Civil). La Libertad – Ecuador: Universidad Estatal Península de Santa Elena 1998, 2021.  
Disponible en <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/6942>
  
- GONG, Weiliang; LUTZE, Werner; PEGG, Ian L. High-strength geopolymer composite cellular concrete. U.S. Patent No 9, 919, 974. 20 Mar. 2018.
  
- HUERTAS Nardy. Diseño de mezcla de un concreto celular de baja densidad utilizando residuos de cantera. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Colombia: Universidad Piloto de Colombia, 2021.  
Disponible en <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/10084>
  
- INACAL (2017). NTP 399.602 Unidades de albañilería. Bloques de concreto para uso estructural.
  
- IZQUIERDO Miguel, ORTEGA Oscar. Desarrollo y Aplicación del Concreto Celular a Base de Aditivo Espumante para la Elaboración de Bloques Macizos Destinados a Tabiquerías no Portantes en Edificaciones. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2017.  
Disponible en <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>
  
- Lazo (2017). Diseño de concreto celular para diferentes densidades propiedades y aplicaciones Perú.
  
- MAIRONGO Sanchez, Yesenia Karina. Analisis de las propiedades mecánicas del hormigón celular como base o subbase en las construcciones

de las calles urbanas. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Guayaquil – Ecuador: Universidad de Guayaquil, 2018.

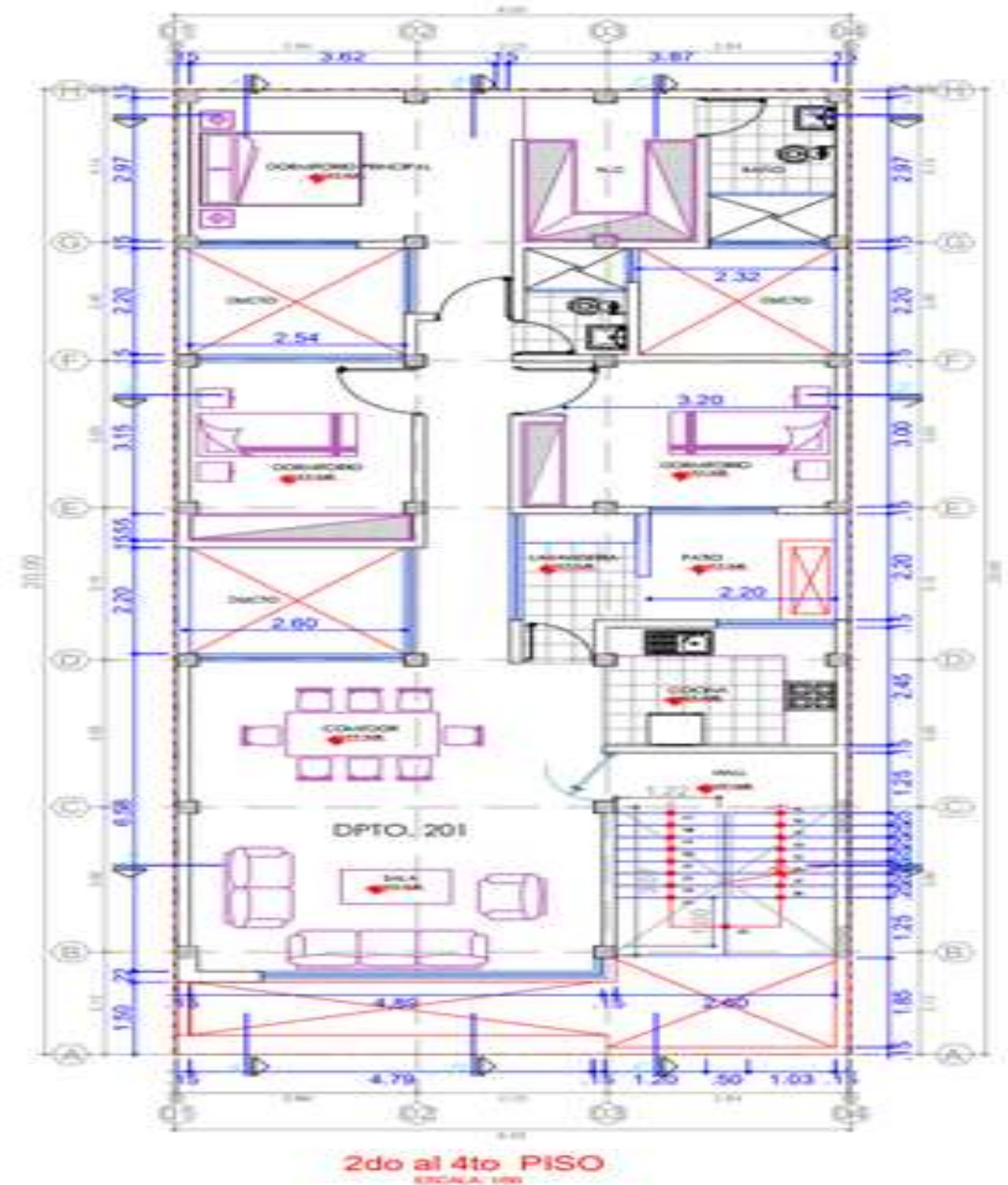
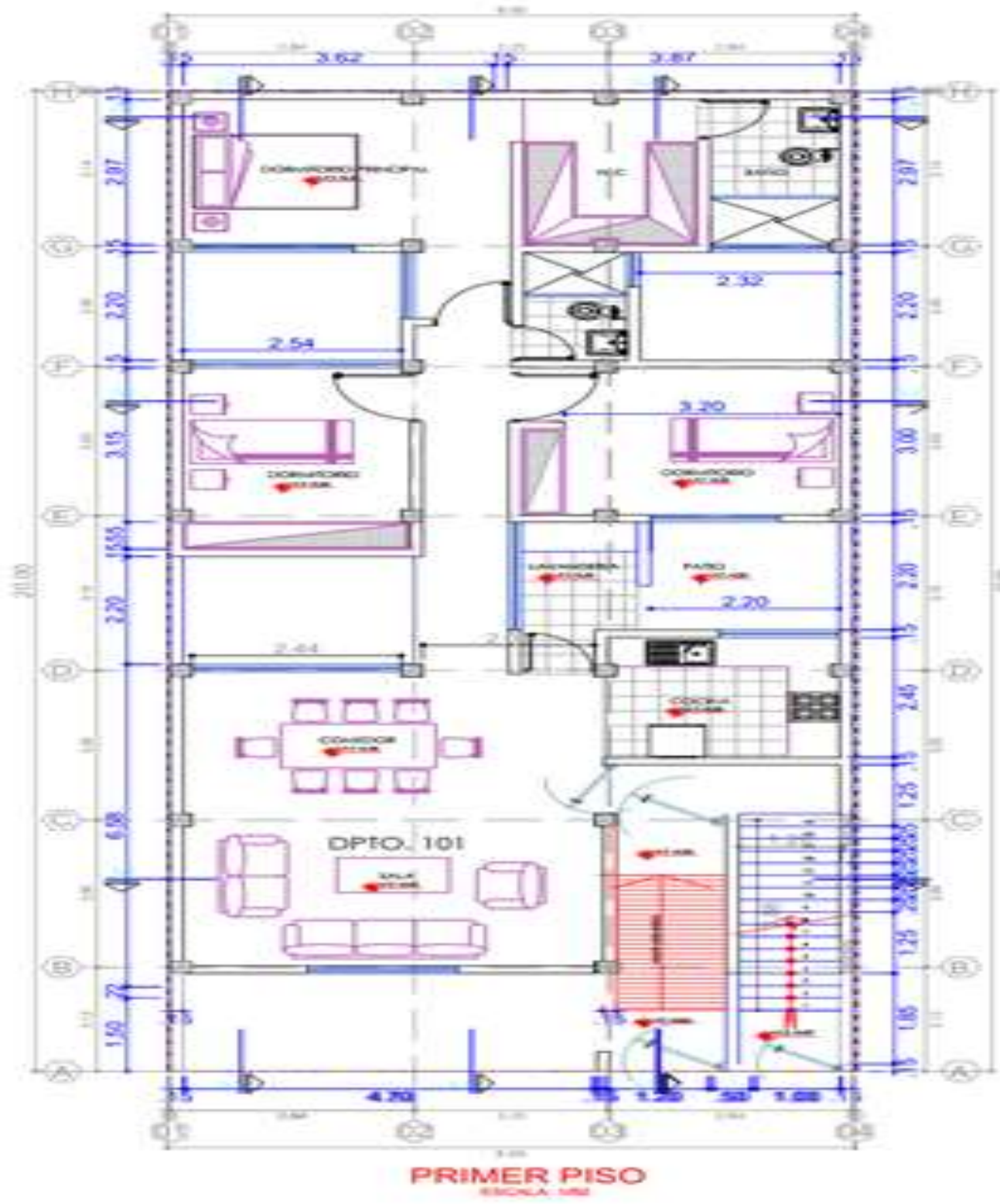
Disponible en <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/35925>

- Nandi, Chatterjee, Prantik y Hansda (2016). Cellular Concrete & its facets of application in Civil Engineering. International Journal of Engineering Research ISSN: 2319-6890. Vol.5, no 1, pp. 37-43. Disponible en: DOI: 10.17950/ijer/v5i1/009.
- Pacheco (2018). Propiedades físicas mecánicas de concreto celular. Universidad Cesar Vallejo. Lima, Perú.  
Disponible en: <http://www.repositorio.ucv.edu.pe>
- RAMOS Rivera, Kleber Patricio. Propuesta de dosificación para hormigón celular utilizando polvo de aluminio en diferentes fracciones de peso respecto al cemento y su influencia en las propiedades mecánicas del hormigón. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Quito: Escuela Politécnica Nacional, 2021.  
Disponible en <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/21561>
- Reglamento Nacional de Edificaciones (Peru) RNE 2021 E.060 concreto armado. Lima: CA, 2021. 855 pp.

## **ANEXOS**

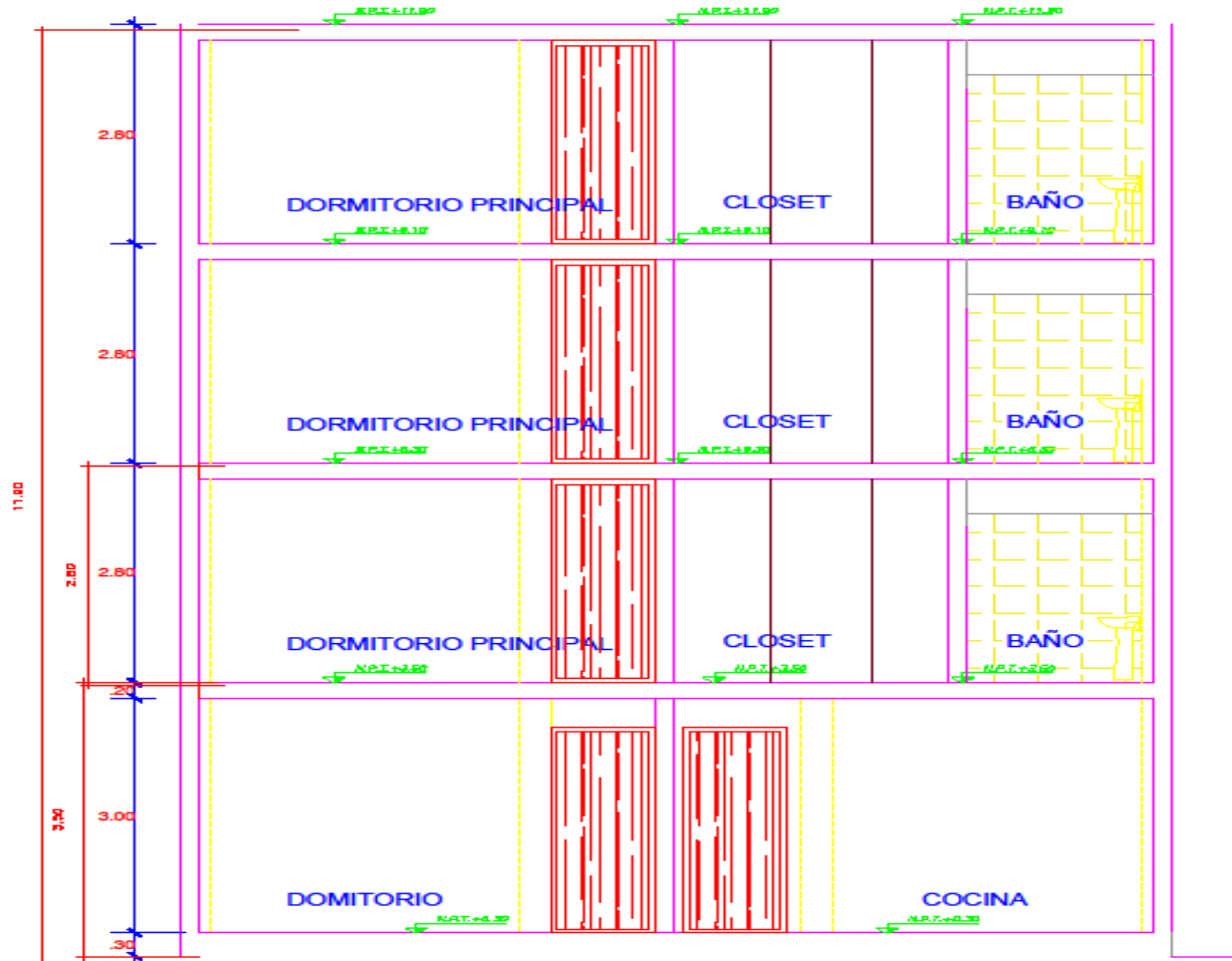


Anexo 01. Plano de Arquitectura

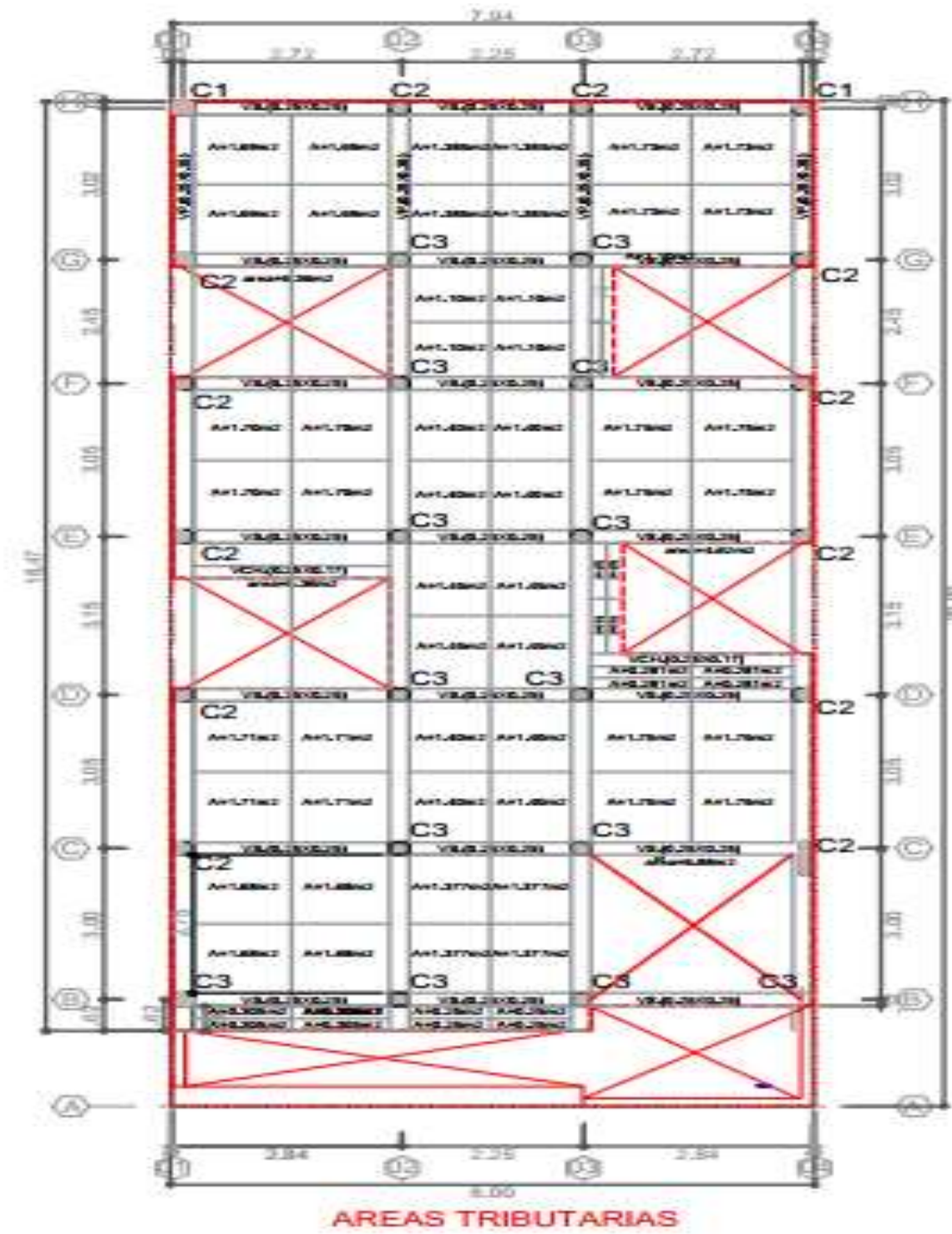
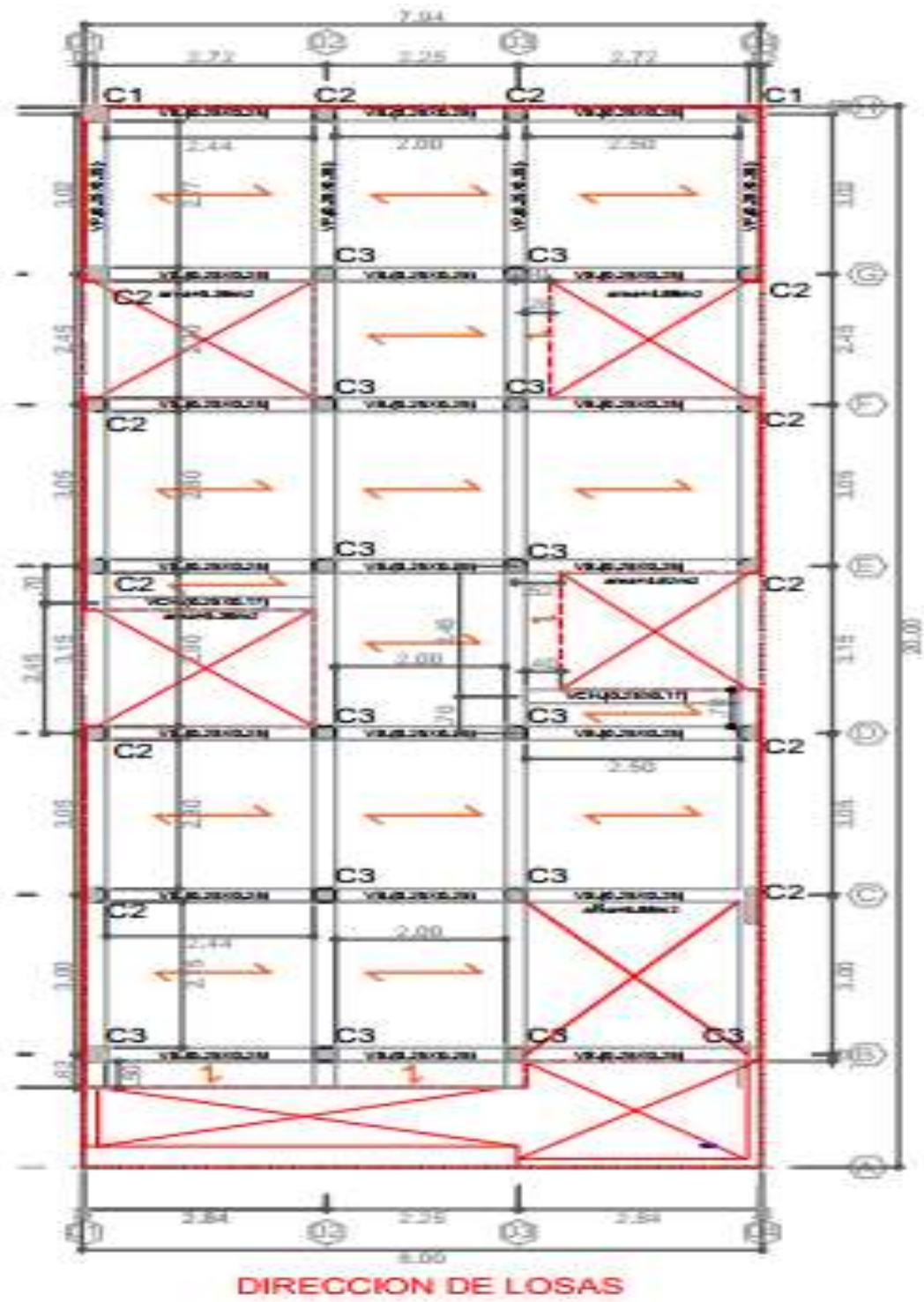




Anexo 02. Plano de Corte



Anexo 03. Dirección de losa y Área tributaria



## Anexo 04. Pre dimensionamiento

### Viga principal

$$h = \frac{\textit{luz mayor}}{10}$$

$$h = \frac{3.15 \textit{ m}}{10} = 0.32 \textit{ m}$$

$$h = 0.35 \textit{ m}$$

$$b = 3 \times h$$

$$b \geq 0.25 \textit{ m}$$

$$b = 0.3 \times 0.35 \textit{ m}$$

$$b = 0.11 \textit{ m}$$

Aplicando la condición

$$0.11 \geq 0.25$$

$$b = 0.25 \textit{ m}$$

### Viga secundaria

$$h = \frac{\textit{luz mayor}}{12}$$

$$h = \frac{2.72 \textit{ m}}{12} = 0.23 \textit{ m}$$

$$h = 0.25 \textit{ m}$$

$$b = 3 \times h$$

$$b \geq 0.25 \textit{ m}$$

$$b = 0.3 \times 0.25 \textit{ m}$$

$$b = 0.08 \textit{ m}$$

Aplicando la condición

$$0.08 \geq 0.25$$

$$b = 0.25 \textit{ m}$$

### Pre-dimensionamiento de losas

El sistema estructural propuesto por el tipo de diseño de mezcla propuesto comprende de elementos estructurales sometidos a flexión y compresión, ya que es una evaluación que se propone para poder determinar las tendencias de fallas, es por ello que una de las partes de la estructuras que también tienen la funcionalidad de esfuerzos a flexión son las losas aligeradas es por ello que se pretende determinar el tipo de losa que puede ser usado con este tipo de concreto celular con un 2% de aditivos y una curación proyectada a los 28 días.

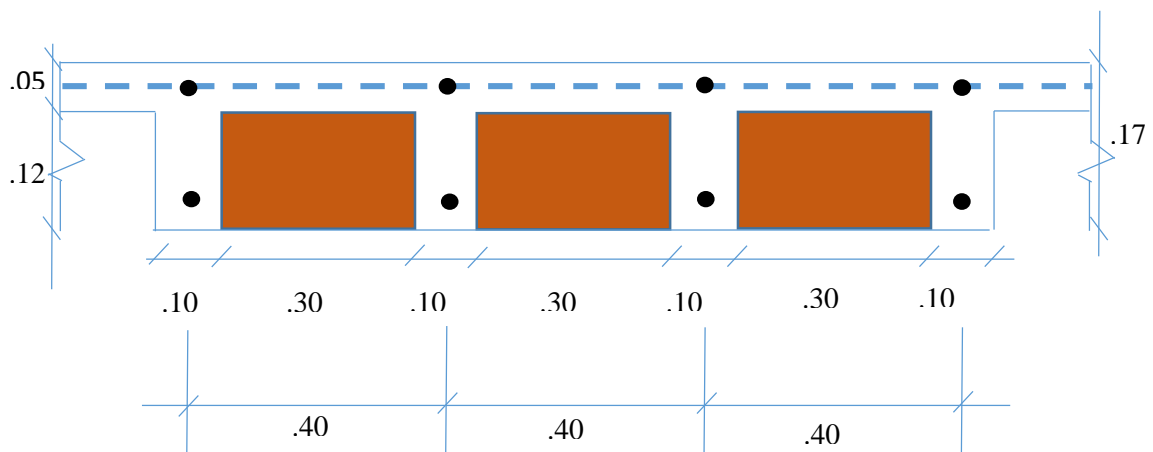
$$h = \frac{\textit{luz mayor}}{25}$$

$$h = \frac{3.15 \textit{ m}}{25} = 0.13 \textit{ m}$$

Por norma E-020 luces menores a 4m se tomara una losa con espesor  $h = 0.17$  m con un peso de  $280 \text{ kg/m}^2$ , Como es un sistema de concreto celular se tomara un concreto obtenido de una resistencia de  $176 \text{ kg/cm}^2$  con aditivo de  $2 \%$  o un concreto de  $210$  con aditivo de  $2\%$  y una falla homogénea de  $2$ .

Ln (m)	hL (cm)	Hlad (cm)	Peso (kg/m <sup>2</sup> )
4	17	12	280
5	20	15	300
6	25	20	350

### Detalle de losa



### Pre-dimensionamiento de escalera

El pre-dimensionamiento de la escalera es una de las partes fundamentales de la estructura ya que permiten conocer el diseño que este tendrá dentro de la edificación, así mismo la funcionalidad que tendrá, el peso que ejercerá en los apoyos de la viga y columna.

### Material

$F'c: 210 \text{ kg/cm}^2$

$Fy: 4200 \text{ kg/cm}^2$

## Geometría

Paso: 0.25 metros

Contrapaso: 0.18

### Metrado de cargas de elementos estructurales.

El metrado de caras corresponde a la estructuración de la vivienda multifamiliar, así mismo estas son las actuantes de dar la rigidez a la estructura por tal motivo se determina para poder entender la deformación que tendrá la estructura ante las fuerzas actuantes que ejercen sobre ella.

Cargas unitarias

Losa aligerada.

ancho	altura	Carga unitaria
1.00 m	0.17 m	0.28 t/m <sup>2</sup>

### Vigas X-X secundarias

ancho	altura	Peso específico
0.25 m	0.25 m	2400 kg/m <sup>3</sup>

$$\text{Carga unitaria: } \frac{0.25 \text{ m} \times 0.25 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/cm}^3}{1000} = 0.15 \text{ t/m}$$

### Vigas Y - Y principales

ancho	altura	Peso específico
0.25 m	0.35 m	2400 kg/m <sup>3</sup>

$$\text{Carga unitaria: } \frac{0.25 \text{ m} \times 0.35 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/cm}^3}{1000} = 0.21 \text{ t/m}$$

### Vigas chatas

ancho	altura	Peso específico
-------	--------	-----------------

0.25 m	0.25 m	2400 kg/m <sup>3</sup>
--------	--------	------------------------

Carga unitaria:  $\frac{0.25 \text{ m} \times 0.25 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/cm}^3}{1000} = 0.15 \text{ t/m}$

### Columnas esquineras

ancho	altura	Peso especifico
0.25 m	0.25 m	2400 kg/m <sup>3</sup>

Carga unitaria:  $\frac{0.25 \text{ m} \times 0.25 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/cm}^3}{1000} = 0.15 \text{ t/m}$

### Columnas interiores

ancho	altura	Peso especifico
0.25 m	0.25 m	2400 kg/m <sup>3</sup>

Carga unitaria:  $\frac{0.25 \text{ m} \times 0.25 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/cm}^3}{1000} = 0.15 \text{ t/m}$

### Muros de albañilería

Nº de pisos	ancho	altura	Peso especifico
1º pisos	0.15 m	3.00 m	1800 kg/m <sup>3</sup>
2-4º piso	0.15 m	2.50 m	1800 kg/m <sup>3</sup>

Carga unitaria 1º piso:  $\frac{0.15 \text{ m} \times 3.00 \text{ m} \times 1800 \text{ kg/cm}^3}{1000} = 0.81 \text{ t/m}$

Carga unitaria 2-4º piso:  $\frac{0.15 \text{ m} \times 2.50 \text{ m} \times 1800 \text{ kg/cm}^3}{1000} = 0.68 \text{ t/m}$

### Muros de corte

ancho	altura	Peso especifico
-------	--------	-----------------

0.20 m	3.00 m	2400 kg/m <sup>3</sup>
0.20 m	2.50 m	2400 kg/m <sup>3</sup>

Carga unitaria 1º piso:  $\frac{0.20 \text{ m} \times 3.00 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/cm}^3}{1000} = 1.44 \text{ t/m}$

Carga unitaria 2-4º piso:  $\frac{0.20 \text{ m} \times 2.50 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/cm}^3}{1000} = 1.20 \text{ t/m}$

Tabiquería equivalente		
1-3º piso	0.10	t/m <sup>2</sup>
4º piso	0.10	t/m <sup>2</sup>

sobrecarga		
vivienda	0.20	t/m <sup>2</sup>
techo	0.10	t/m <sup>2</sup>

acabados	
0.10	t/m <sup>2</sup>

Los pesos de los elementos se tendrán en cuenta en las siguientes estructuras:

En losa aligerada el 1º piso teniendo una área de 119.5518 m<sup>2</sup> con un peso unitario de 0.28 t/m<sup>2</sup> y un peso específico de  $119.5518 \text{ m}^2 \times 0.28 \text{ t/m}^2 = 33.47 \text{ t/m}$  como tenemos una vivienda multifamiliar de cuatro niveles tendremos un peso constante para cada entrepiso.

Nivel	Área		Peso Unitario		Peso en Entrepiso	
1º	119.5518	m <sup>2</sup>	0.28	T/m <sup>2</sup>	33.47	T
2º	119.5518	m <sup>2</sup>	0.28	T/m <sup>2</sup>	33.47	T
3º	119.5518	m <sup>2</sup>	0.28	T/m <sup>2</sup>	33.47	T
4º	119.5518	m <sup>2</sup>	0.28	T/m <sup>2</sup>	33.47	T

En columnas el primer nivel tendremos un peso específico de  $\frac{2400 \text{ kg/m}^3}{1000} = 2.4 \text{ t/m}^3$  y un peso de columna esquinera de  $2 \times 0.25 \text{ m} \times 0.25 \text{ m} \times 3.00 \text{ m} = 0.375 \text{ m}^3$ ; para el segundo nivel tendremos  $2 \times 0.25 \text{ m} \times 0.25 \text{ m} \times 2.50 \text{ m} = 0.3125 \text{ m}^3$  y en columnas exteriores tendremos  $12 \times 0.25 \text{ m} \times 0.25 \text{ m} \times 3.00 \text{ m} = 2.25 \text{ m}^3$ , para el segundo al cuarto nivel tendremos un peso de 1.875 m<sup>3</sup> y en columnas interiores con pesos para el primer nivel de  $14 \times 0.25 \text{ m} \times 0.25 \text{ m} \times 3.00 \text{ m} = 2.625 \text{ m}^3$  y en el resto de los niveles con 2.1875 m<sup>3</sup>;

el peso específico de primer nivel será de  $2.4 \text{ Tn/m}^3 \times (0.375 \text{ m}^3 + 2.25 \text{ m}^3) \times 2.625 \text{ m}^3 = 15.08 \text{ Toneladas}$  y en el resto de los niveles tendremos un peso específico de  $10.59 \text{ Ton}$ .

Nivel	Peso específico		columna de esquina		columnas exteriores		columnas interiores		Peso en Entrepiso	
1°	2.4	Tn/m <sup>3</sup>	0.375	m <sup>3</sup>	2.25	m <sup>3</sup>	2.625	m <sup>3</sup>	15.08	T
2°	2.4	Tn/m <sup>3</sup>	0.3125	m <sup>3</sup>	1.875	m <sup>3</sup>	2.1875	m <sup>3</sup>	10.59	T
3°	2.4	Tn/m <sup>3</sup>	0.3125	m <sup>3</sup>	1.875	m <sup>3</sup>	2.1875	m <sup>3</sup>	10.59	T
4°	2.4	Tn/m <sup>3</sup>	0.3125	m <sup>3</sup>	1.875	m <sup>3</sup>	2.1875	m <sup>3</sup>	10.59	T

En vigas de dirección del eje X – X tendremos una longitud 1 constante hasta el cuarto nivel de  $7 \times (2.44 + 2 + 2.5) = 48.58 \text{ m}$ , de la misma forma un peso unitario constante de  $0.15 \text{ t/m}^2$  y una longitud de  $2.44 + 2.5 = 4.94 \text{ m}$ , dando así un peso propio de la estructura en cada entrepiso de  $8.03 \text{ Toneladas}$ ; este valor es constante para todos los niveles.

Nivel	Longitud 1		Peso Unitario		Longitud		Peso Unitario		Peso en Entrepiso	
1°	48.58	m	0.15	T/m	4.94	m	0.15	T/m	8.03	T
2°	48.58	m	0.15	T/m	4.94	m	0.15	T/m	8.03	T
3°	48.58	m	0.15	T/m	4.94	m	0.15	T/m	8.03	T
4°	48.58	m	0.15	T/m	4.94	m	0.15	T/m	8.03	T

En vigas de dirección del eje Y – Y tendremos una longitud 1 constante hasta el cuarto nivel de  $4 \times (0.5 + 2.72 + 2.8 + 2.9 + 2.8 + 2.2 + 2.7) - 0.5 = 66.38 \text{ m}$ , de la misma forma un peso unitario constante de  $0.21 \text{ t/m}^2$ , dando así un peso propio de la estructura en cada entrepiso de  $13.94 \text{ Toneladas}$ ; este valor es constante para todos los niveles.

Nivel	Longitud		Peso Unitario		Longitud		Peso Unitario		Peso en Entrepiso	
1°	66.38	m	0.21	T/m	0	m	0.15	T/m	13.94	T
2°	66.38	m	0.21	T/m	0	m	0.15	T/m	13.94	T
3°	66.38	m	0.21	T/m	0	m	0.15	T/m	13.94	T
4°	66.38	m	0.21	T/m	0	m	0.15	T/m	13.94	T

En tabiquería tendremos un área constante de  $119.55 \text{ m}^2$  hasta el cuarto nivel con un peso unitario constante de  $0.10 \text{ t/m}^2$ , dando así un peso propio de la estructura en cada entrepiso de  $11.96 \text{ Toneladas}$ ; este valor es constante para todos los niveles. Así mismo, estos cargas por entre piso son considerados para los sistemas de revestimientos de fachadas.

Nivel	Área		Peso Unitario		Peso en Entrepiso	
1°	119.5518	m <sup>2</sup>	0.10	T/m <sup>2</sup>	11.96	T
2°	119.5518	m <sup>2</sup>	0.10	T/m <sup>2</sup>	11.96	T
3°	119.5518	m <sup>2</sup>	0.10	T/m <sup>2</sup>	11.96	T
4°	119.5518	m <sup>2</sup>	0.10	T/m <sup>2</sup>	11.96	T

Se considera una sobrecarga a la estructura por lo que el edificio estará bajo un elemento resistente del peso de los objetos que gravitan sobre ella por razón de uso dentro de un área constante de  $119.55 \text{ m}^2$  hasta el cuarto nivel con un peso unitario constante de  $0.20 \text{ t/m}^2$ , dando así un peso propio de la estructura en cada entrepiso de  $23.91 \text{ Toneladas}$ ; este valor es constante para todos los niveles.



Nivel	Área		Peso Unitario		Peso en Entrepiso	
1°	119.5518	m2	0.20	T/m2	23.91	T
2°	119.5518	m2	0.20	T/m2	23.91	T
3°	119.5518	m2	0.20	T/m2	23.91	T
4°	119.5518	m2	0.10	T/m2	11.96	T

Considerando los pesos obtenidos de la estructura llegamos a formular para la obtención de la carga muerta, carga viva, carga parcial y carga total de la vivienda multifamiliar esto con fines de poder encontrar el analisis estático de la estructura.

	1°	2°	3°	4°
Carga Muerta	94.43	89.95	89.95	89.95
Carga Viva	23.91	23.91	23.91	11.96
Carga Parcial	100.405	95.924	95.924	92.9352
Carga Total	385.19 Ton			

Analisis estático según norma E-030

Edificio destinado a vivienda multifamiliar de 4 niveles, altura de primer piso es de 3.00 m, altura de segundo piso al cuarto es de 2.50 m, carga muerta primer piso 94.43 tn, carga muerta segundo tercero y cuarto piso, 89.95 tn, carga viva 23.91 tn, carga viva cuarto piso 11.96 tn, tipo de sistema estructural pórtico, tipo de suelo; mayor concentración de grava, arena, ubicación de sitio de fundación Lima – Huachipa.

Calculo del periodo fundamental de vibración.

$$T = \frac{hn}{Ct}$$

$hn = 13.00$   
 $Ct = 45.00$   
 $T = 0.29 \text{ s}$

$C_t = 35$  Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean únicamente:

- a) Pórticos de concreto armado sin muros de corte.
- b) Pórticos dúctiles de acero con uniones resistentes a momentos, sin arriostramiento.

$C_t = 45$  Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean:

- a) Pórticos de concreto armado con muros en las cajas de ascensores y escaleras.
- b) Pórticos de acero arriostrados.

$C_t = 60$  Para edificios de albañilería y para todos los edificios de concreto armado duales, de muros estructurales, y muros de ductilidad limitada.

hn = altura total de edificación

Factor de amplificación sísmica ( C ).

$$\begin{cases}
 T \leq T_p & C=2,5 \\
 T_p < T < T_L & C=2,5 * \left( \frac{T_p}{T} \right) \\
 T \geq T_L & C=2,5 * \left( \frac{T_p * T_L}{T^2} \right)
 \end{cases}$$

$$T_p = 0.300$$

$$T_L = 3.000$$

$$T = 0.289 \text{ s}$$

$$C = 2.50$$

	Perfil de suelo			
	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
T <sub>p</sub> (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
T <sub>L</sub> (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

T es el periodo de acuerdo al numeral 4.5.4, concordado con el numeral 4.6.1.

Este coeficiente se interpreta como el factor de amplificación de la aceleración estructural respecto de la aceleración en el suelo.

Categoría de la edificación y factor de uso.

$$U = 1.00$$

Factor de suelo "S".

$$S = 1.05$$

C	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree pérdidas adicionales.	1,0
---	--	-----

Tabla N° 3 FACTOR DE SUELO "S"				
ZONA \ SUELO	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
Z <sub>4</sub>	0,80	1,00	1,05	1,10
Z <sub>3</sub>	0,80	1,00	1,15	1,20
Z <sub>2</sub>	0,80	1,00	1,20	1,40
Z <sub>1</sub>	0,80	1,00	1,60	2,00

Coefficiente de reducción de la fuerza sísmica.

$$R_0 = 8.00$$

$$l_a = 1.00$$

$$l_p = 1.00$$

$$R = 8.00$$

$$R = R_0 * l_a * l_p$$

**Estructuras Regulares** son las que en su configuración resistente a cargas laterales, no presentan las irregularidades indicadas en las Tablas N° 8 y N° 9.

En estos casos, el factor  $r_i$ , o  $r_l$ , será igual a 1,0.

**Estructuras Irregulares** son aquellas que presentan una o más de las irregularidades indicadas en las Tablas N° 8 y N° 9.

Peso de la edificación.

$$P = 385.190 \text{ tn}$$

Factor de zona "Z".

$$Z = 0.45$$

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

Comprobación de C/R.

$$C = 2.50$$

$$R = 8.00$$

$$C/R = 0.313 \geq 0.125 \text{ OK}$$

El valor de C/R no deberá considerarse menor que:

$$\frac{C}{R} \geq 0,125$$

Cortante basal (cortante por piso).

$$Z = 0.450$$

$$U = 1.000$$

$$C = 2.500$$

$$S = 1.05$$

$$R = 8.00$$

$$V = \frac{Z * U * C * S}{R} * P$$

Distribución de fuerza sísmica en altura.

$$F_i = \alpha_i * V \quad \alpha_i = \frac{P_i(h_i)^k}{\sum_{i=1}^n P_i(h_i)^k} \quad \alpha_i = \frac{P_i(h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j(h_j)^k}$$

- a) Para T menor o igual a 0,5 segundos: k = 1,0.  
 b) Para T mayor que 0,5 segundos: k = (0,75 + 0,5 T) ≤ 2,0.

V = 43.334 T                      T = 0.289 s ≤ 0.5s OK!                      k = 1.000

PESO	D(Tn)	L (Tn)	Pi (Tn)	hi (m)	Pi*hi <sup>k</sup>	αi	Fi
4	89.95	11.96	92.94	10.5	975.87	0.3794	16.44
3	89.95	23.91	95.9275	8.0	767.42	0.2984	12.93
2	89.95	23.91	95.9275	5.5	527.60	0.2051	8.89
1	94.43	23.91	100.4075	3.00	301.22	0.1171	5.07
			<b>385.2025</b>		<b>2572.11375</b>	<b>1.0000</b>	<b>43.33</b>

## Anexo 05. Modelamiento

Diseño estructural ( Etabs)

Luego de realizar el pre dimensionamiento de los elementos estructurales (columna, losa aligerada, viga) en el programa o software Microsoft Excel, se procedio a realizar el modelamiento de la edificación para verificar que cumplan con los parámetros establecidos en la Norma Técnica Peruana y Reglamento Nacional de Edificaciones.

### 1.1 CATEGORÍA DE LA EDIFICACIÓN:

De acuerdo al reglamento nacional de construcciones y su norma E030 Diseño Sismo resistente, categorizamos a la edificación como edificación común c (vivienda).

## 1.2 ELEMENTO ESTRUCTURALES

Columnas:  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$

Vigas:  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$

Losa aligerada:  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$

Acero: Grado 60  $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$

## 1.3 DIMENSIONES DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES:

Columnas:

C1= 25 x 25 cm

Vigas:

V1= 25 x 25cm

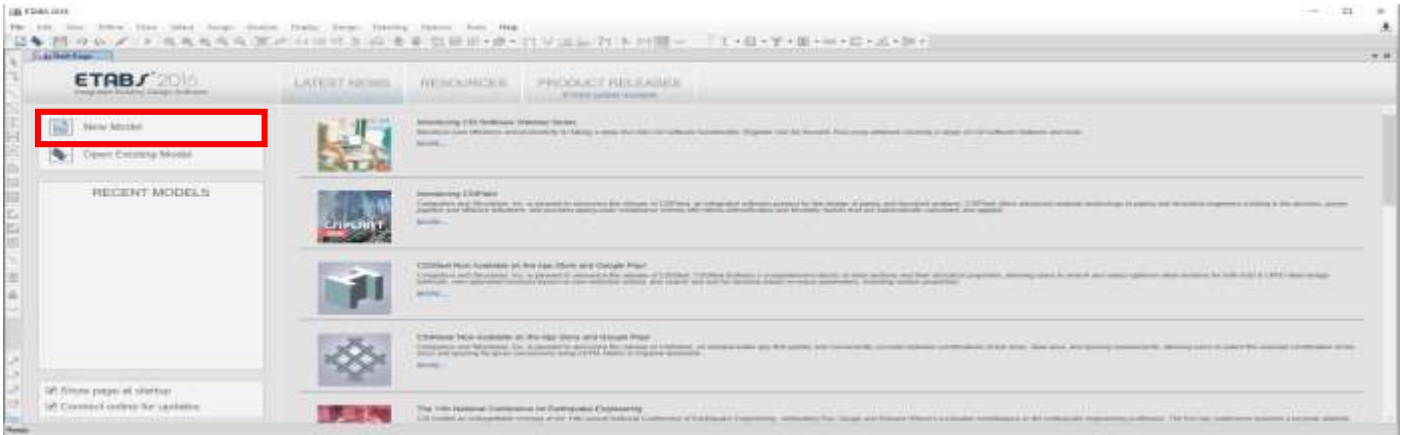
V2= 25 x 30cm

Losa aligerada: 17 cm

- **Element Self Mass:** incluye la masa de las propiedades de sección utilizadas por los elementos Para los elementos Enlace / Soporte, esta masa se define explícitamente en la sección propiedad. Para todos los demás elementos, la masa proviene del material. propiedad a la que hace referencia la propiedad de la sección.
- **Masa adicional:** incluye la masa asignada a las articulaciones y cualquier masa adicional asignada a los elementos de armazón o envoltura.
- **Patrones de carga especificados:** la masa se calcula a partir de la carga de gravedad calculada a partir de una combinación lineal especificada de patrones de carga. Para cada fuente de masa definida, puede especificar cuál de las contribuciones anteriores deben ser considerados por defecto, solo hay una Fuente de masa única, y esto incluye la Misa propia del elemento y la Masa adicional, sin contribución de patrones de carga especificados.

- **DEFINIR**

Se inicia el Etabs y se tendrá acceso a la ventana principal del programa.



## UNIDADES

A Continuación, se nos presenta el cuadro de dialogo Model Initialization, y lo primero que hacemos es definir nuestras unidades, por esto en display units seleccionamos Metric SI. Seleccionamos OK.

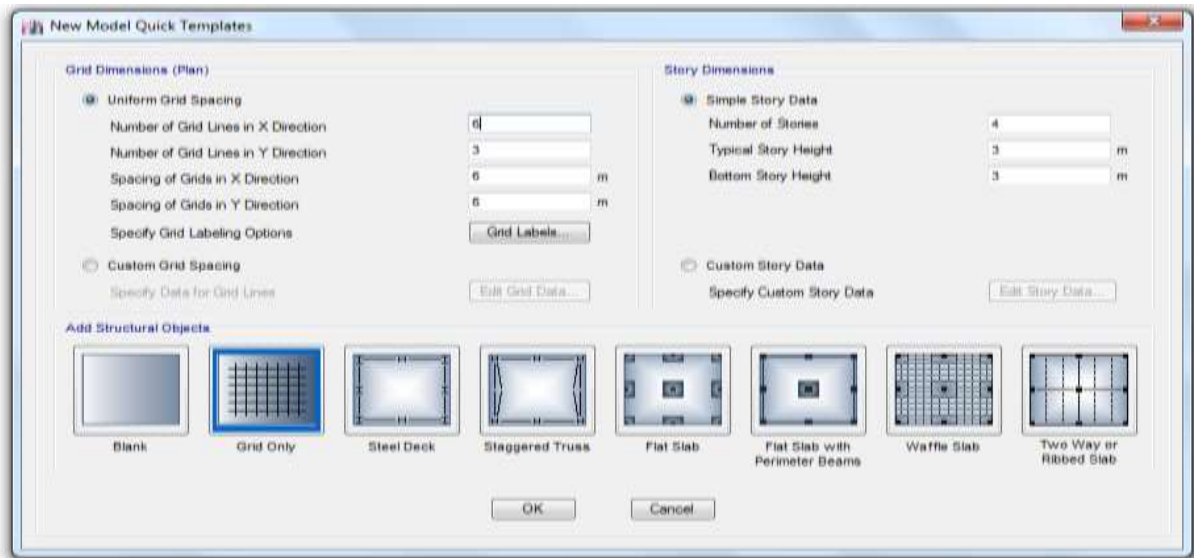


## EJES Y NIVELES

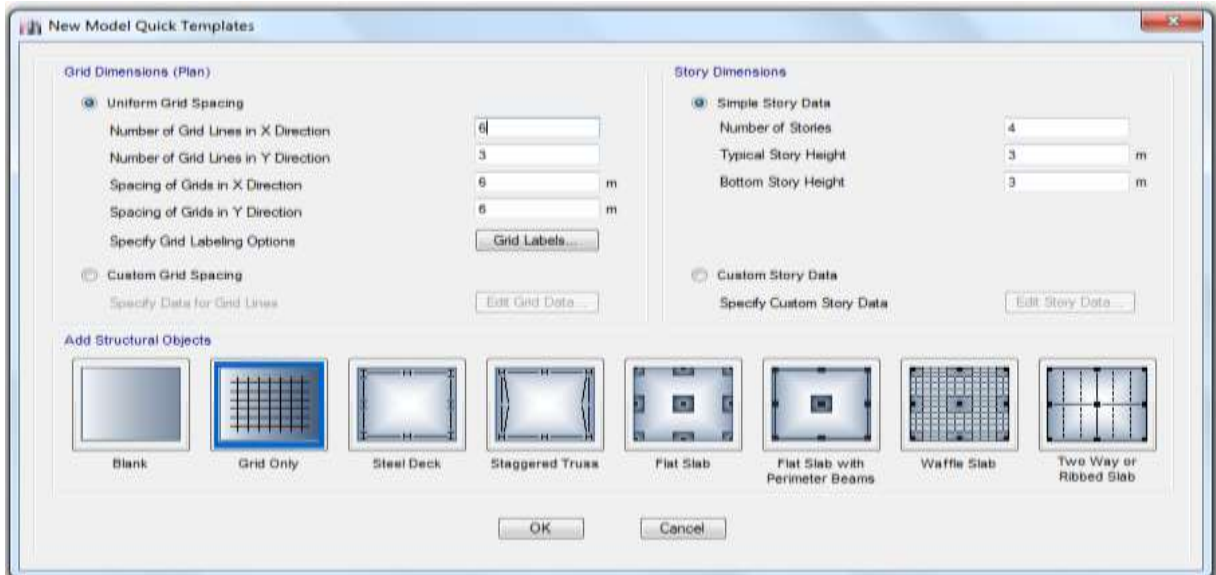
Luego aparecerá la ventana New Model Quick Templates, En el cual se definirá el número de pisos con su respectiva altura, y el número de ejes en planta.

### EJES

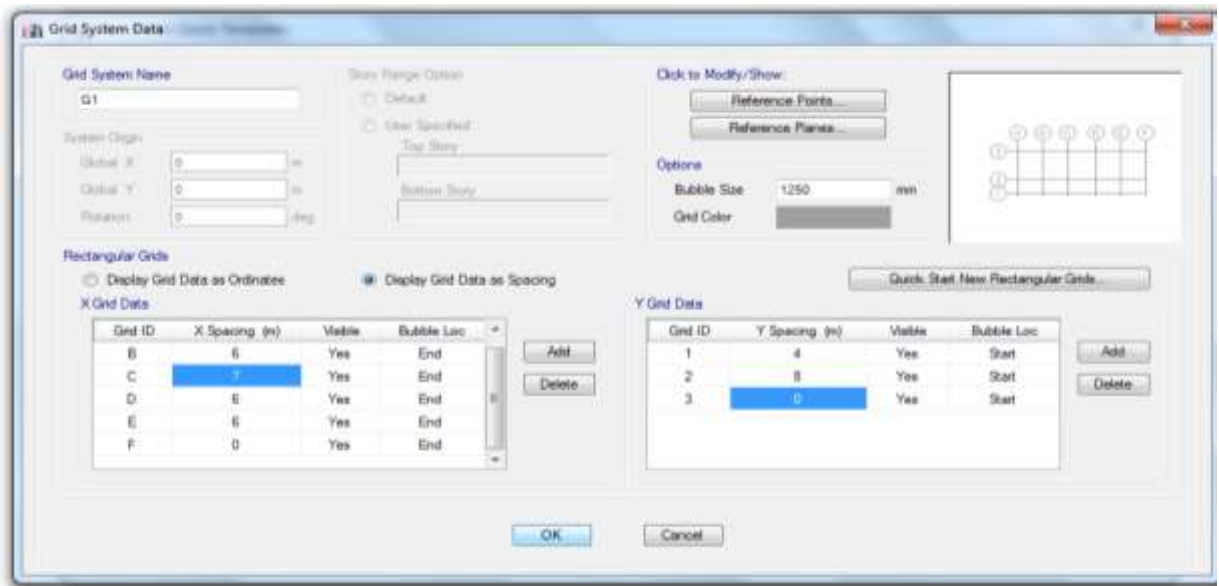
En uniform grid spacing definimos los números de ejes tanto en x (6 ejes) como en y (3 ejes)



Luego para editarlos conforme a nuestro plano hacemos clic en custom grid spacing, luego en edit grit data.

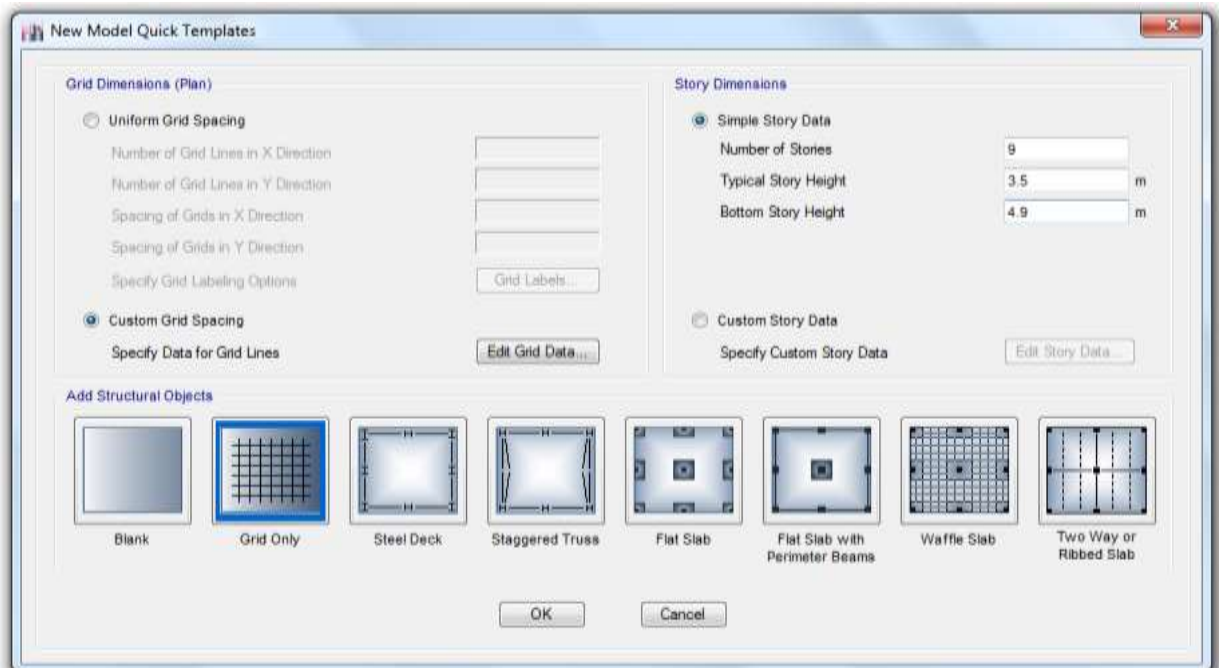


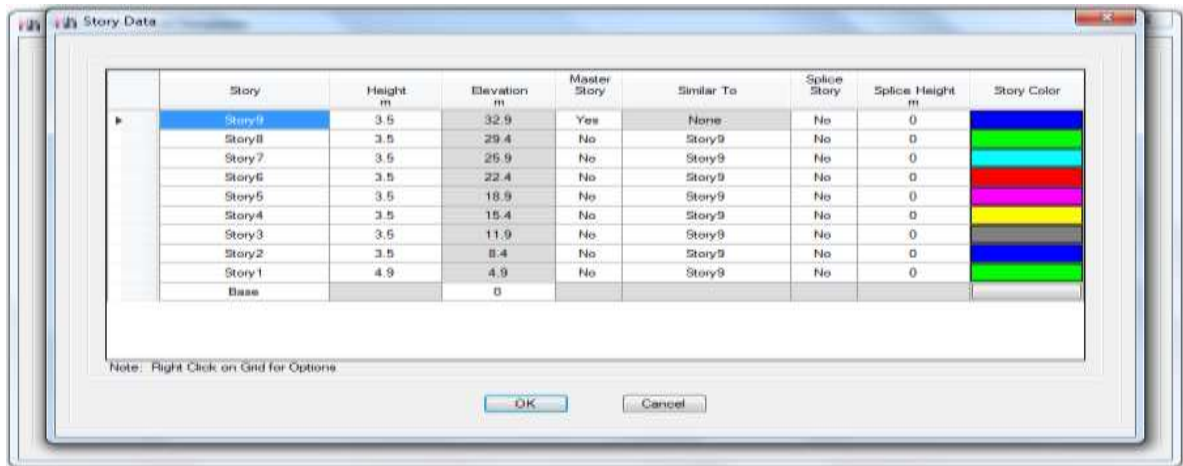
Colocamos los espaciamientos y clickeamos ok.



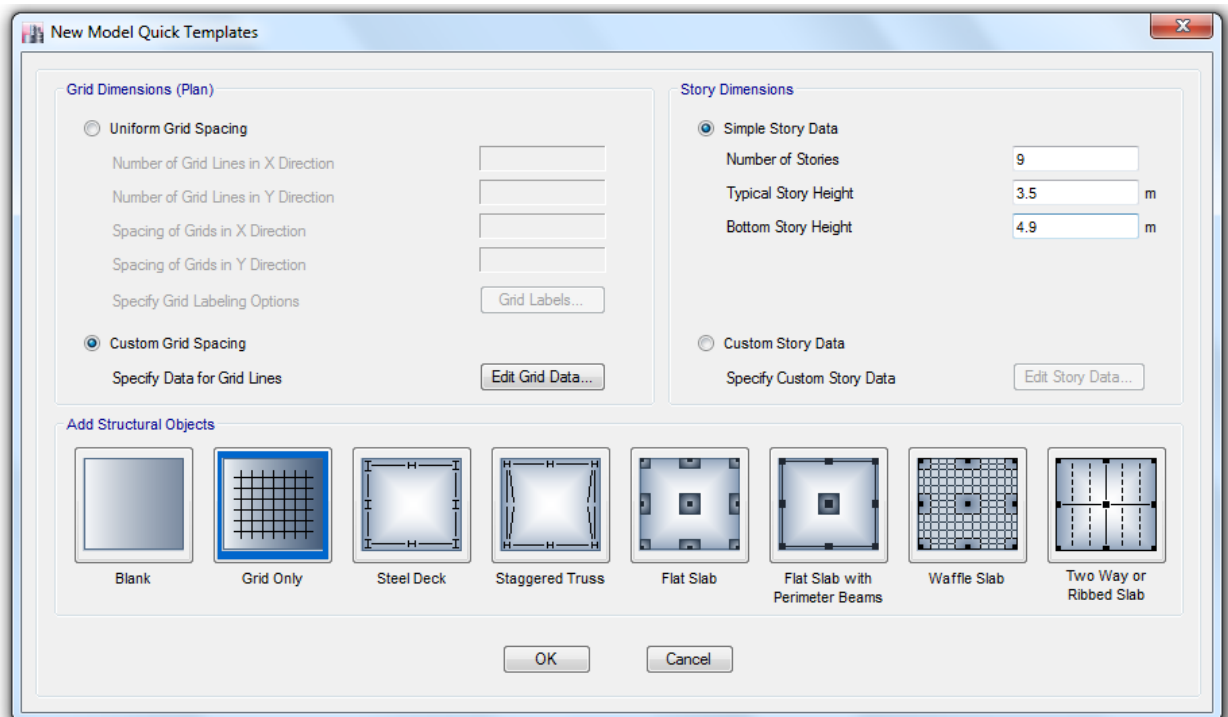
## NIVELES

Luego establecemos el número de pisos, pisos y la altura entrepiso.



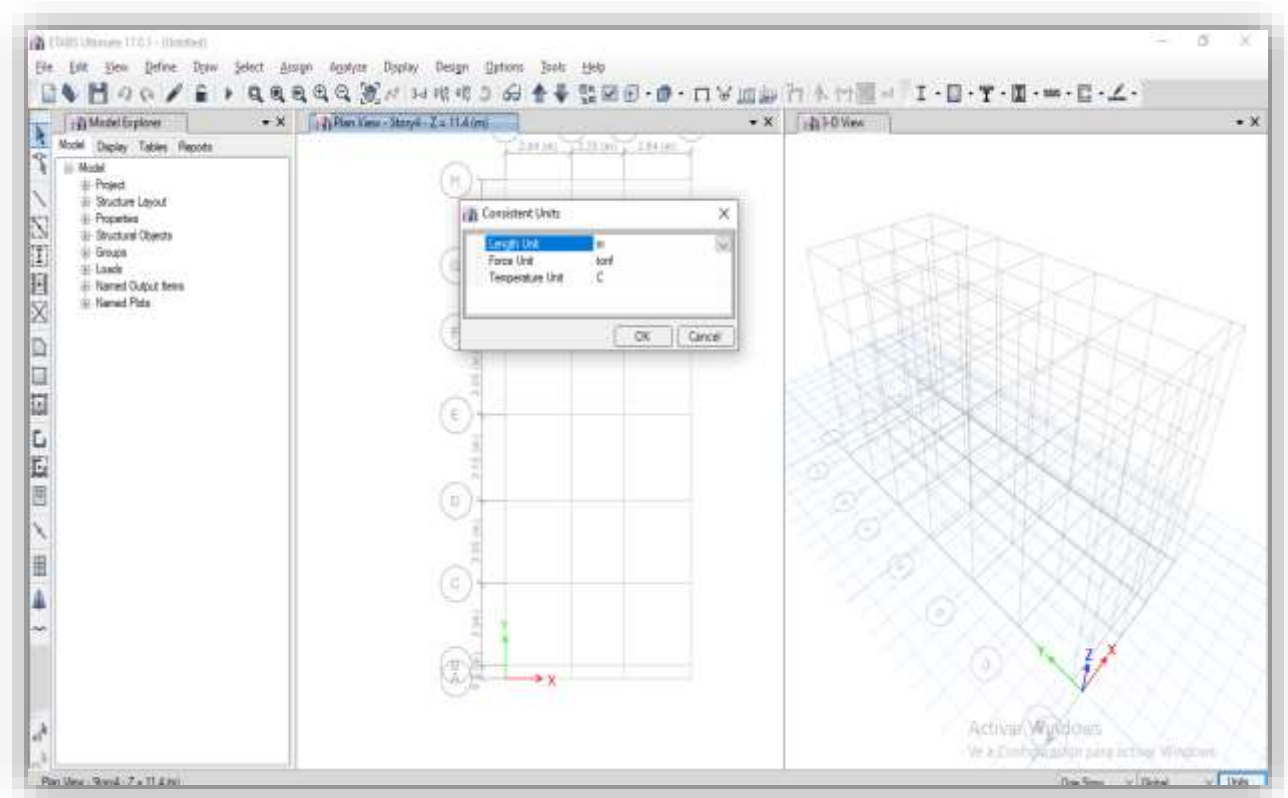


Luego seleccionamos grid only y Ok.



Luego aparecerá nuestra ventana de trabajo del Etabs con el número de ejes y pisos que se estableció.





Luego agregaremos las propiedades del Concreto Celular de acuerdo, a los Estudios y ensayos realizados en el laboratorio:

La Resistencia a la compresión de este tipo de concreto es de :  $f'_c=2.05 \text{ kg/cm}^2$

El Peso volumétrico del concreto Celular es de :  $\delta_c= 1.65 \text{ tn/m}^3$

El Módulo de elasticidad de este tipo de concreto:  $E_c= (w_c^{1.5}) \cdot 0.14 \sqrt{f'_c} \text{ kg/cm}^2$   
 $=1342258 \text{ tn/m}^2$

El Módulo de poisson :  $\nu_c=0.2$

El Módulo de corte :  $G_C =559274.17 \text{ tn/m}^2$

**Material Property Data**

**General Data**

Material Name: FC=205

Material Type: Concrete

Directional Symmetry Type: Isotropic

Material Display Color:  Change...

Material Notes: Modify/Show Notes...

**Material Weight and Mass**

Specify Weight Density  Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: 1.65 tonf/m³

Mass per Unit Volume: 0.168253 tonf·s³/m⁴

**Mechanical Property Data**

Modulus of Elasticity, E: 1342258 tonf/m²

Poisson's Ratio, U: 0.2

Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000099 1/C

Shear Modulus, G: 555274.17 tonf/m²

**Design Property Data**

Modify/Show Material Property Design Data...

**Advanced Material Property Data**

Nonlinear Material Data... Material Damping Properties... Time Dependent Properties...

Propiedades del concreto Celular  $f'_c = 205 \text{ kg/cm}^2$

Fuente: Elaboración Propia.

Se coloca también los componentes del acero en el programa o software etabs 2016.

El Acero de fluencia :  $f'_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

Peso volumétrico del acero :  $\delta_s = 7.85 \text{ tn/m}^3$

El Módulo de elasticidad :  $E_s = 2 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$

Material Property Data

**General Data**

Material Name: FY=4200

Material Type: Rebar

Directional Symmetry Type: Uniaxial

Material Display Color:   Change...

Material Notes: Modify/Show Notes...

**Material Weight and Mass**

Specify Weight Density       Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: 7.849 tonf/m<sup>3</sup>

Mass per Unit Volume: 0.80038 tonf-s<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>

**Mechanical Property Data**

Modulus of Elasticity, E: 21000000 tonf/m<sup>2</sup>

Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000117 1/C

**Design Property Data**

Modify/Show Material Property Design Data...

**Advanced Material Property Data**

Nonlinear Material Data...      Material Damping Properties...

Time Dependent Properties...

OK      Cancel

Luego de poner las propiedades del concreto y del acero se hace el dimensionamiento de las vigas las columnas y la losa, que tenemos como datos del pre dimensionamiento:

Columna Esquinera: 0.25 x 25

Columna excéntrica: 0.25 x 0.25

Columna Centrica: 0.25 x 25

Viga principal: 25 x 35

Viga secundaria: 25 x 25

Losa: h = 0.17 m

Una vez colocado las dimensiones d en el software Etabs, tendremos nuestro nuevo modelo.



Una vez hecho el modelamiento se procede a asignar las cargas vivas y muertas.

Carga Muerta (CM)

Peso volumétrico del concreto:  $1649 \text{ kg/m}^3$

Peso de losas aligeradas:  $300 \text{ kg/m}^2$

Peso de la tabiquería fija:  $100 \text{ kg/m}^2$

Peso del piso Terminado:  $100 \text{ kg/m}^2$  C

Carga Viva (CV)

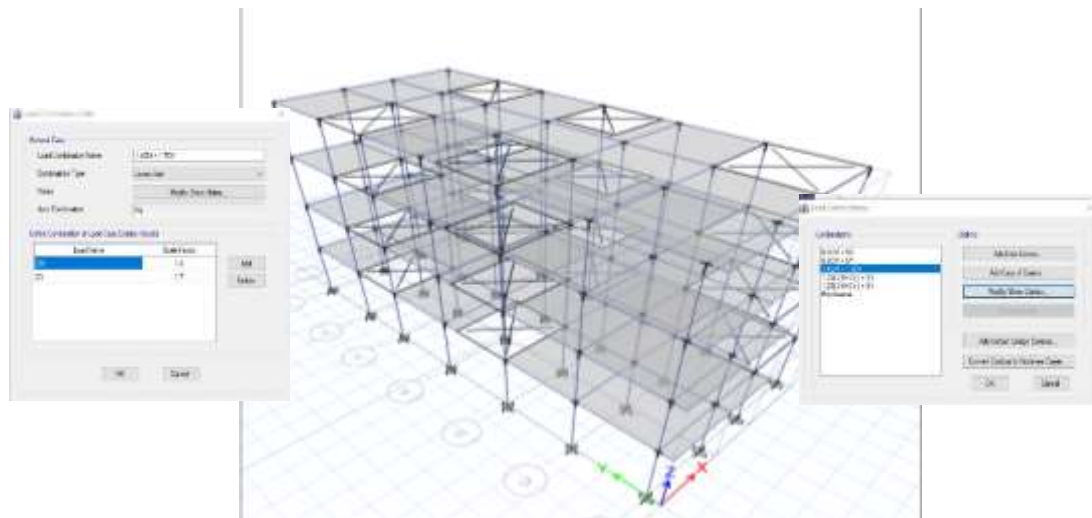
S/C:  $200 \text{ kg/m}^2$

Techo y azotea:  $100 \text{ kg/m}^2$

Para las cargas vivas en las losas según el Reglamento Nacional de Edificaciones. La norma E.020 para viviendas la carga es de 200 kg/m<sup>2</sup>



Carga Ultima (CU)



Carga Última para el diseño de acero

**Asignación de diafragma rígido:**

El modelo por cargas concentradas en los entrepisos nos permite calcular con hipótesis, de que todos los puntos en un nivel dado tengan los mismos desplazamientos.

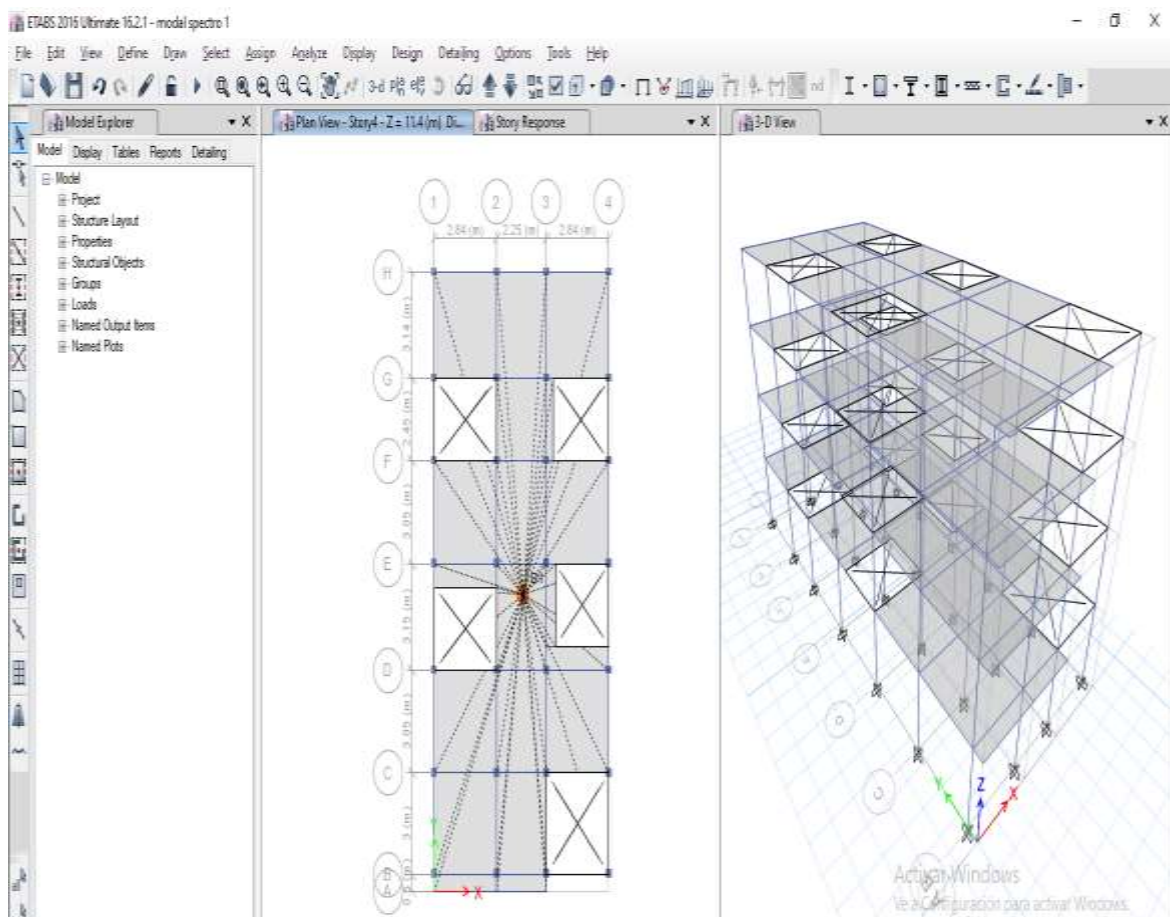
Entonces debemos de asignar diafragmas rígidos al modelo. El Etabs permite asignar diafragmas rígidos a los puntos del entrepiso o a las losas.

La asignación de diafragmas rígidos se realiza por piso, nos cercioramos de que se encuentre en one story.

Seleccionamos las losas del modelo e ingresamos por el menú “Assigns/Shell/Diaphragms”. Por defecto el programa nos muestra el “D1”, se ha indicado al programa que es un diafragma rígido.

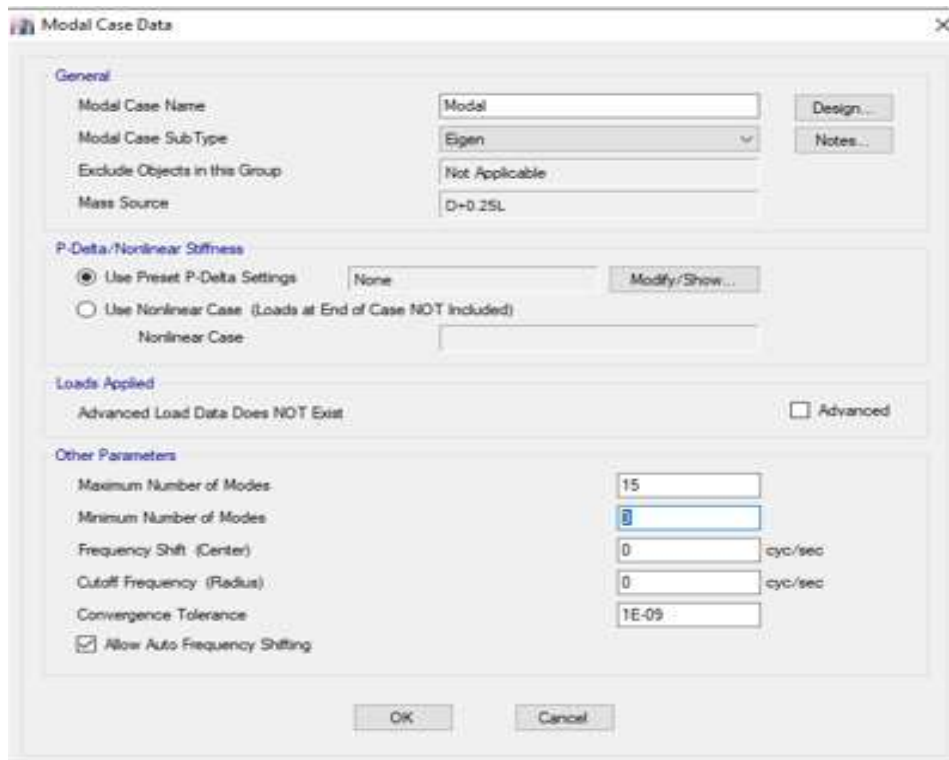
Podemos añadir un diafragma distinto para cada nivel o usar un solo tipo.

Seleccionamos apply y OK. Creándose el primer diafragma.

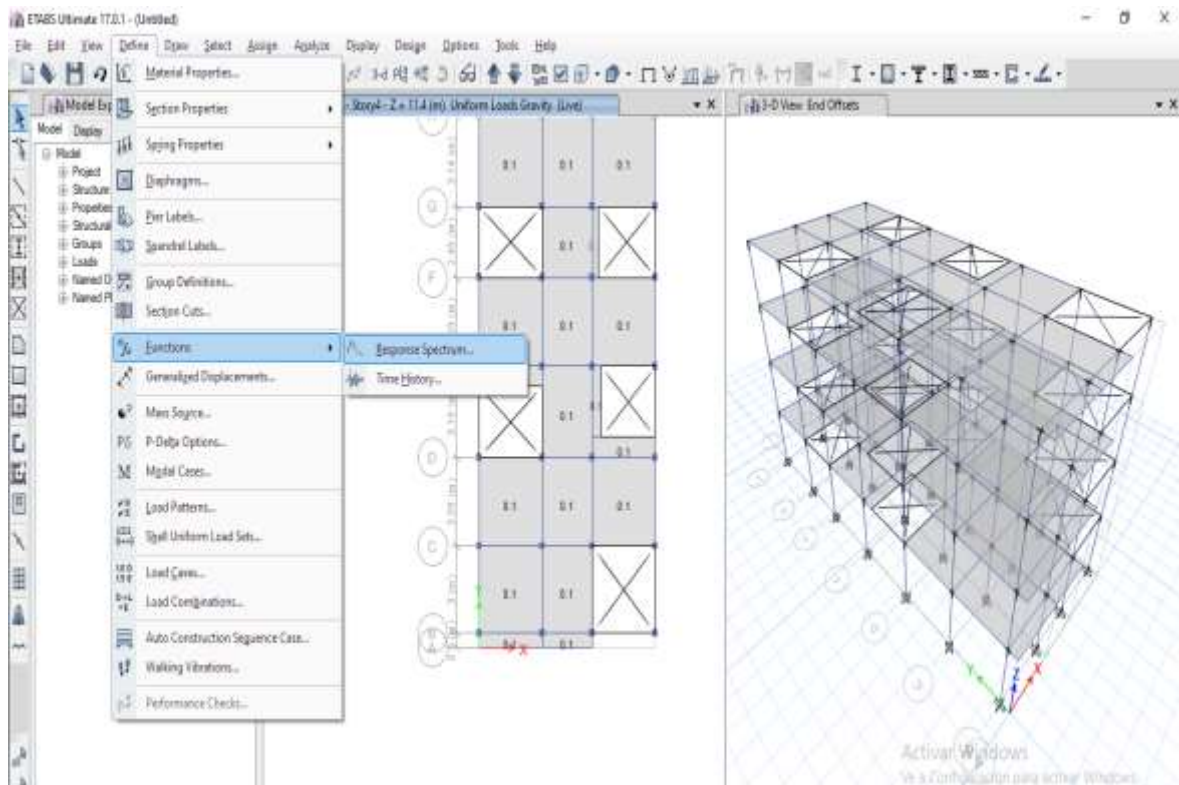


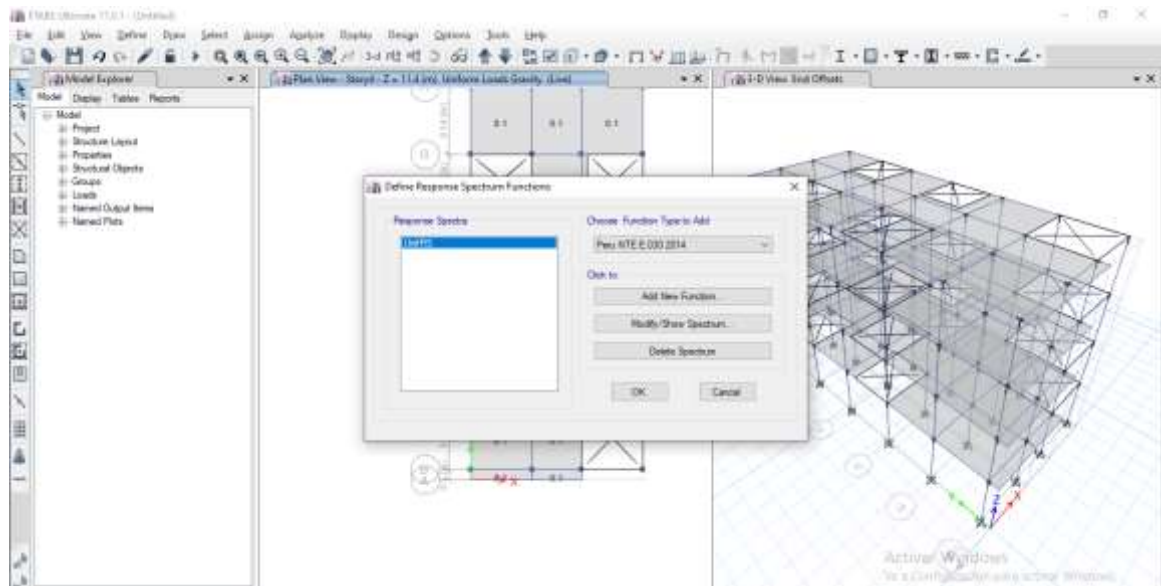
Definiremos el análisis Modal





Luego para definir la carga sísmica primero se define el espectro

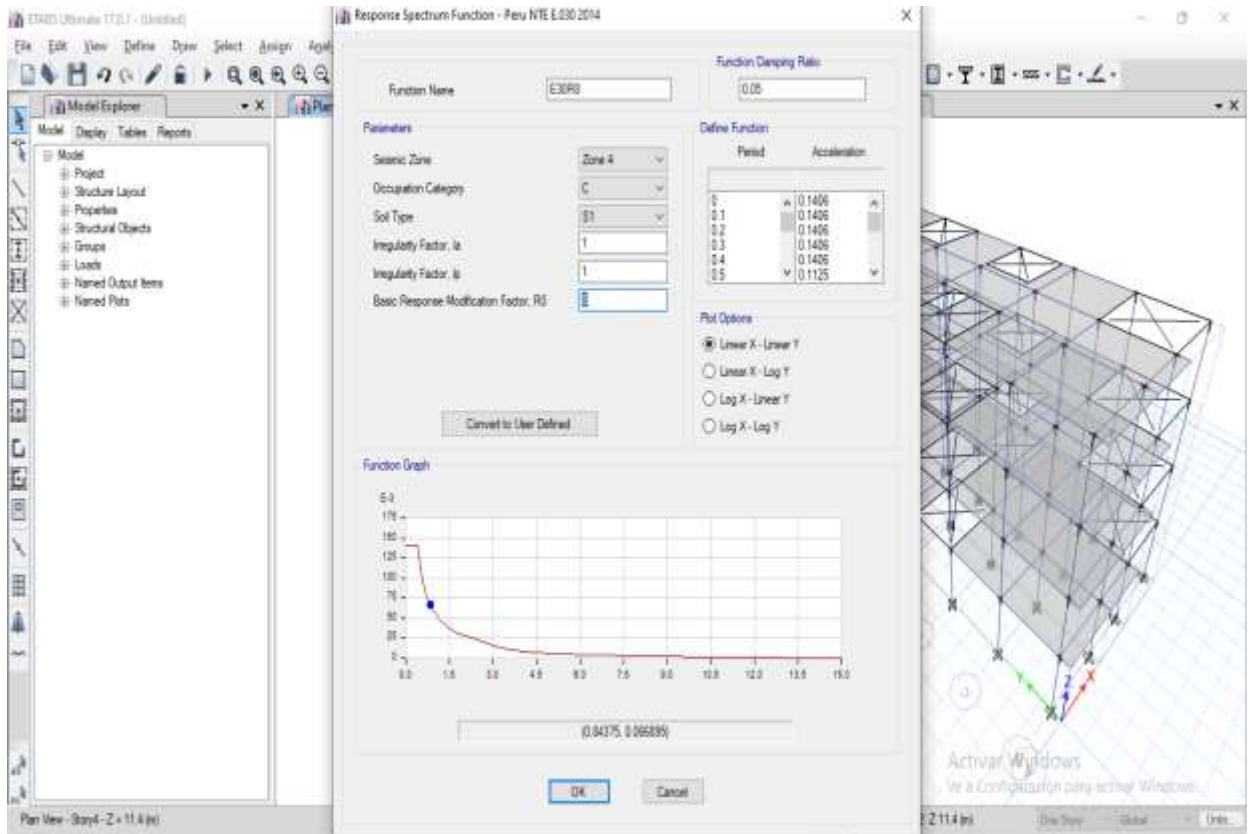




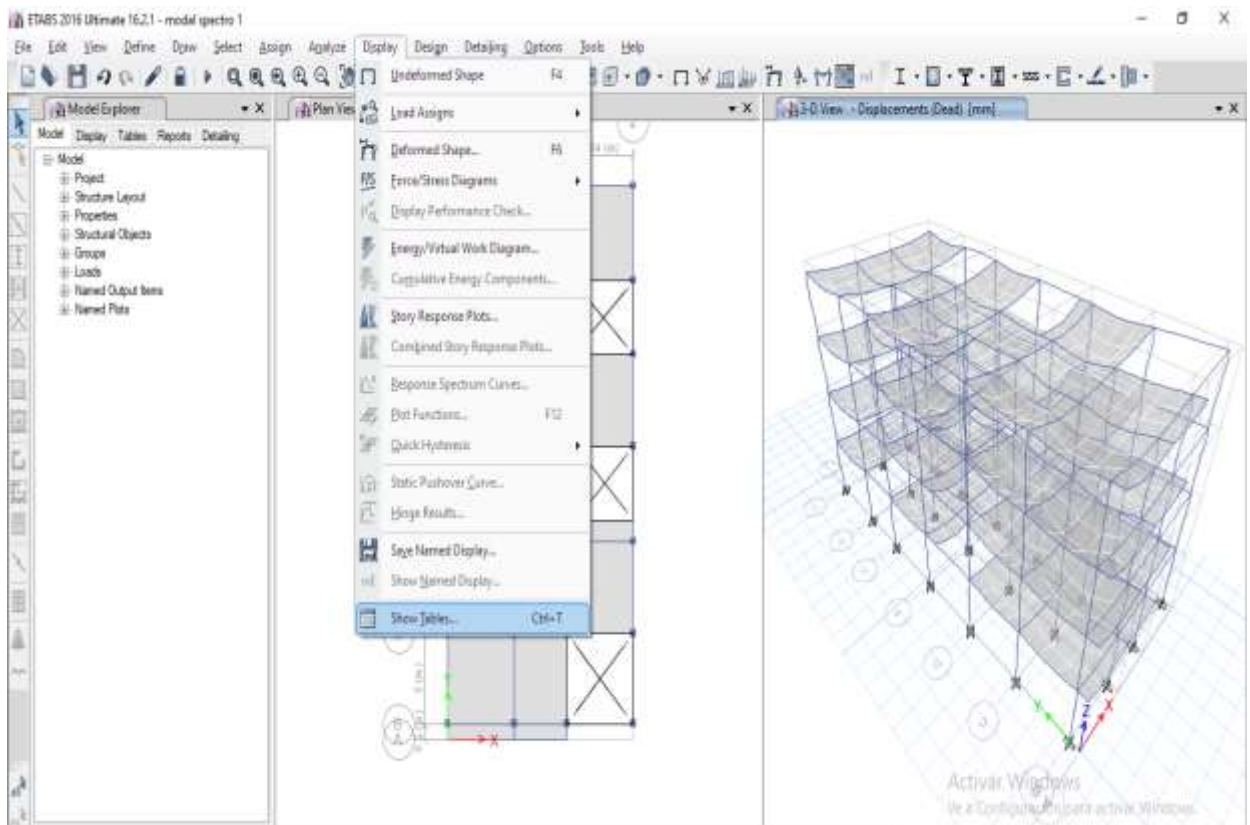
**Factor de reducción para pórticos según el Reglamento Nacional de Edificaciones**

<b>Tabla N° 6 SISTEMAS ESTRUCTURALES</b>	
Sistema Estructural	Coeficiente de Reducción, R Para estructuras regulares (*) (**)
Acero	
Pórticos dúctiles con uniones resistentes a momentos.	9,5
Otras estructuras de acero:	
Arriostres Excéntricos.	6,5
Arriostres en Cruz.	6,0
Concreto Armado	
Pórticos <sup>(1)</sup>	8
Dual <sup>(2)</sup>	7
De muros estructurales <sup>(3)</sup>	6
Muros de ductilidad limitada <sup>(4)</sup>	4
Albañilería Armada o Confinada <sup>(5)</sup>	3
Madera (Por esfuerzos admisibles)	7

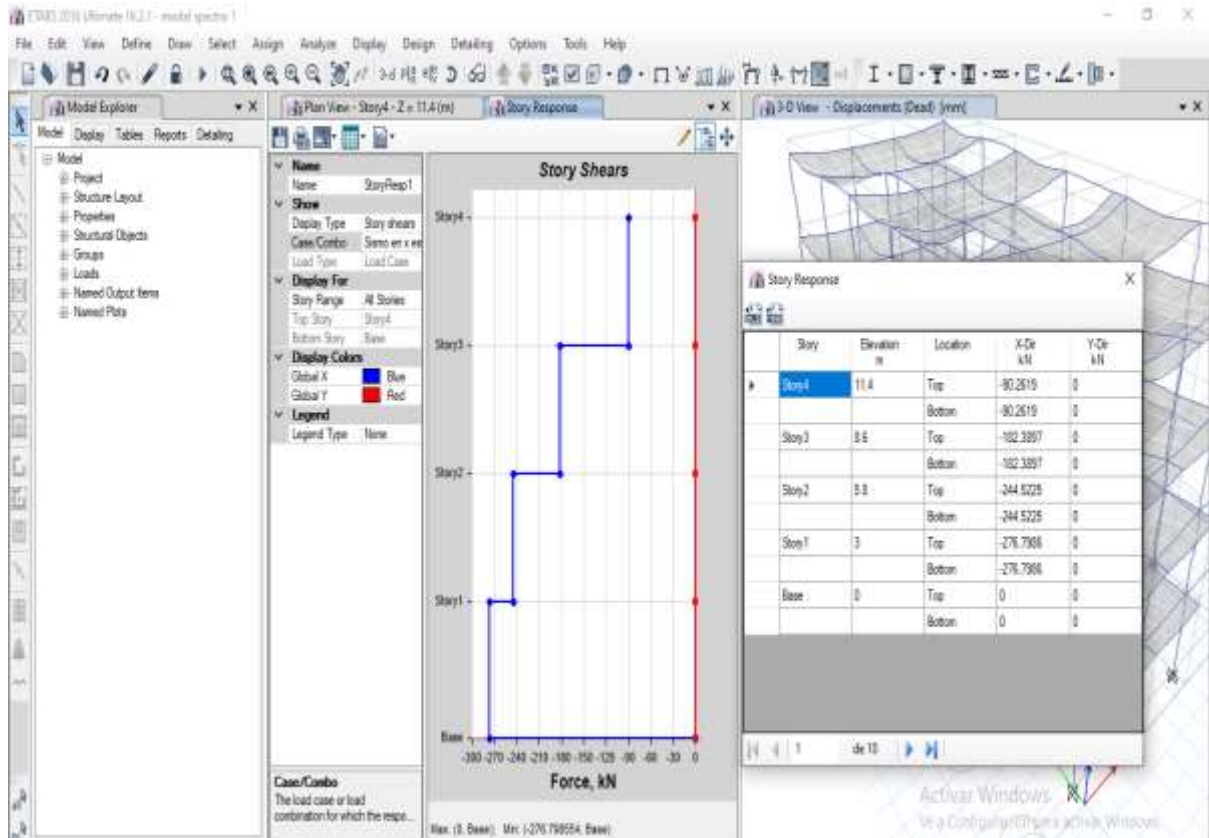
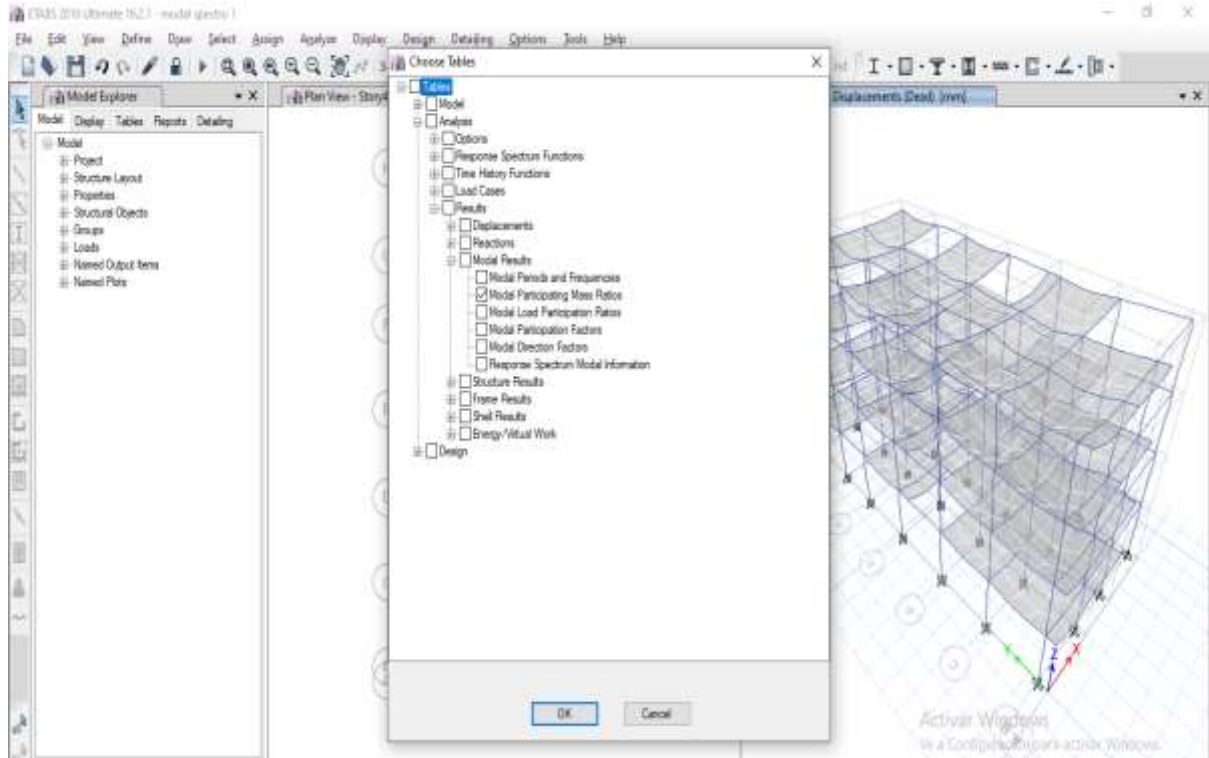




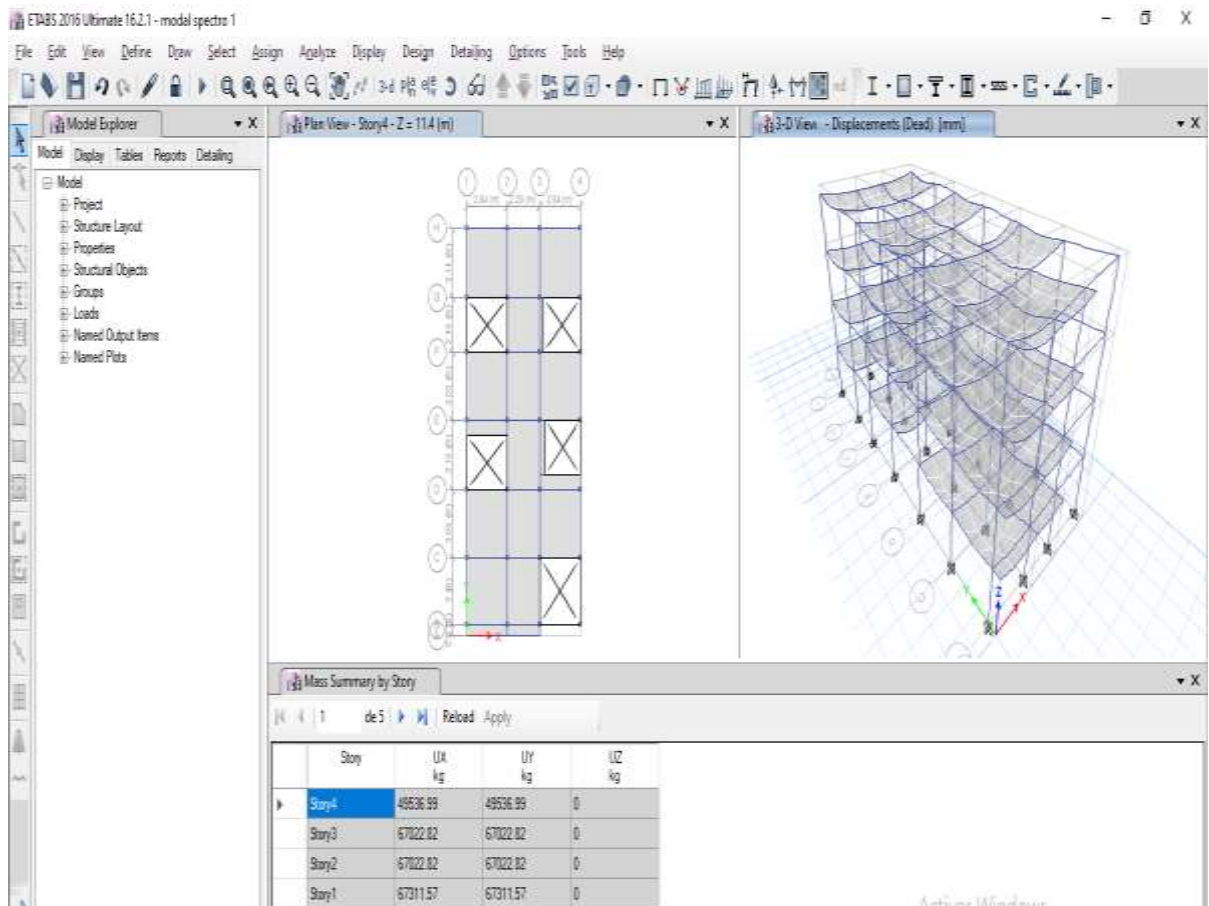
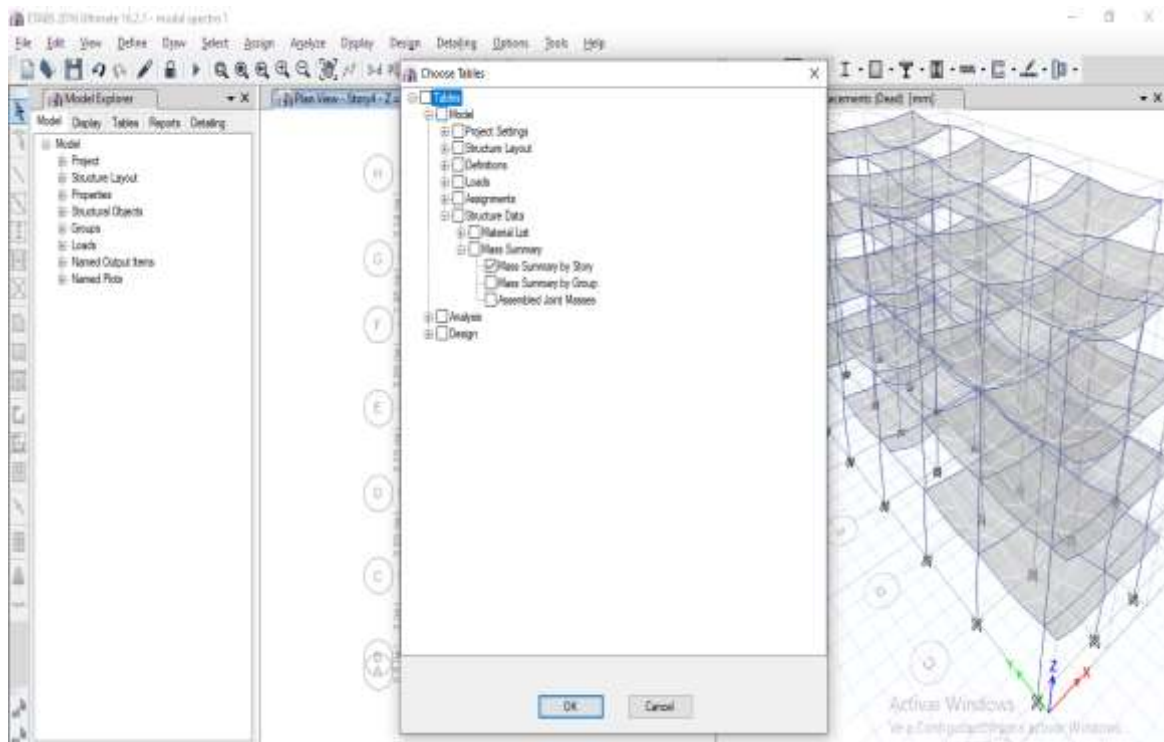
para ver la masa participativa



para ver el periodo con deformaciones

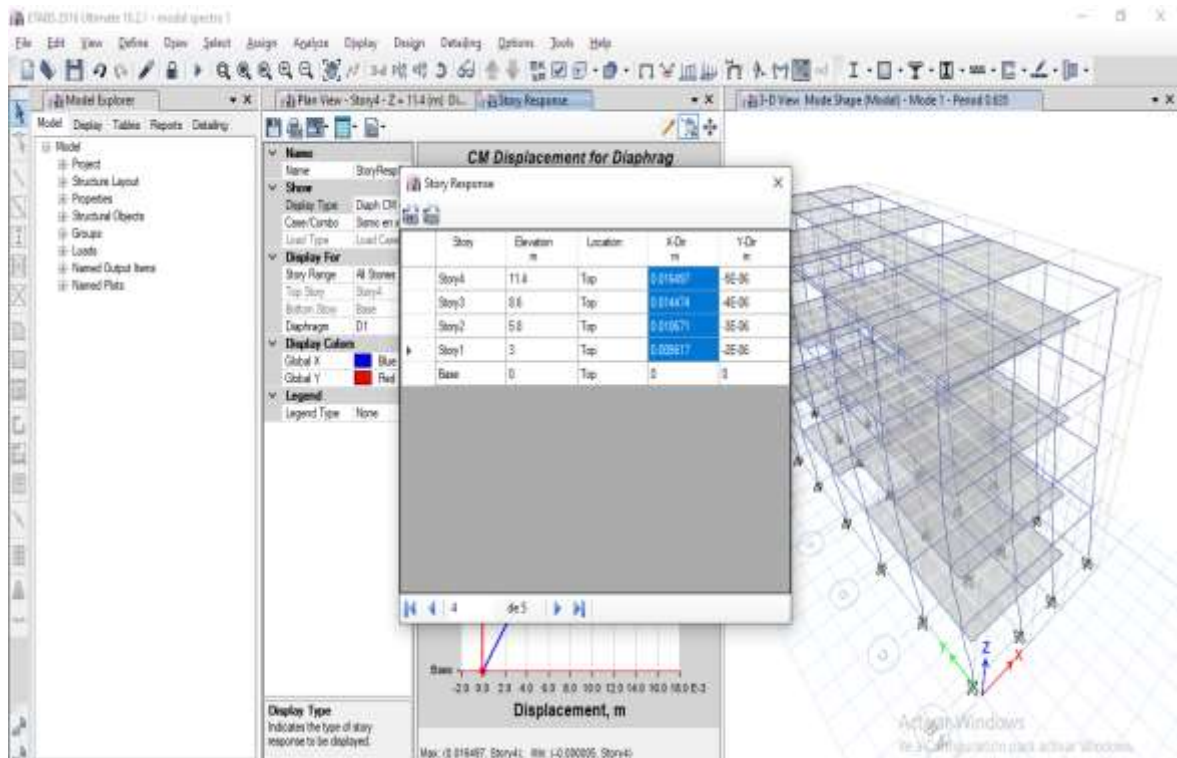
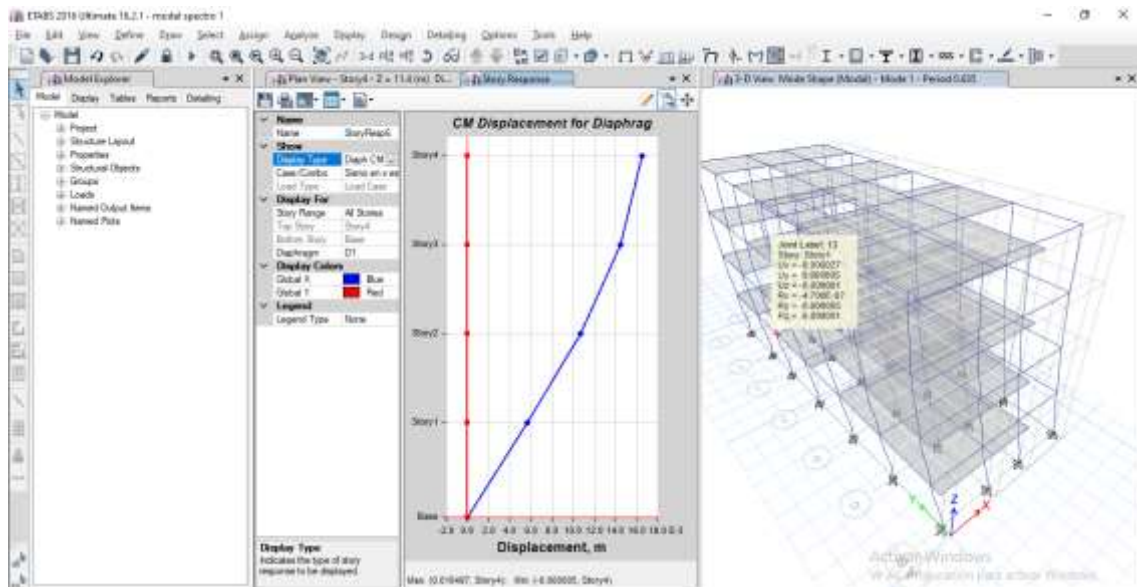


Para ver las masas por piso



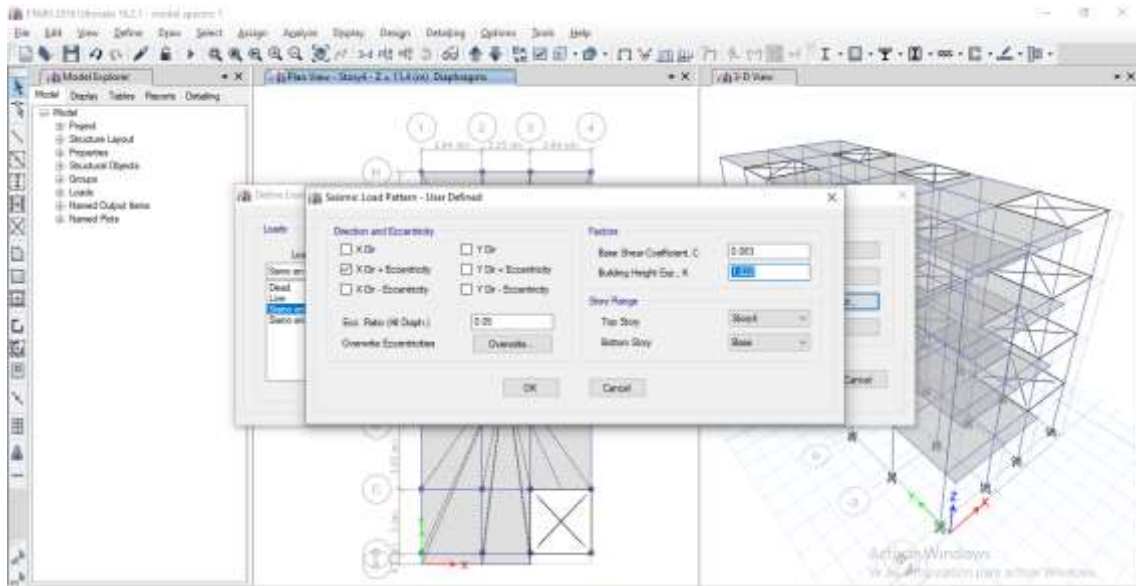


Para los desplazamientos de centro de masa

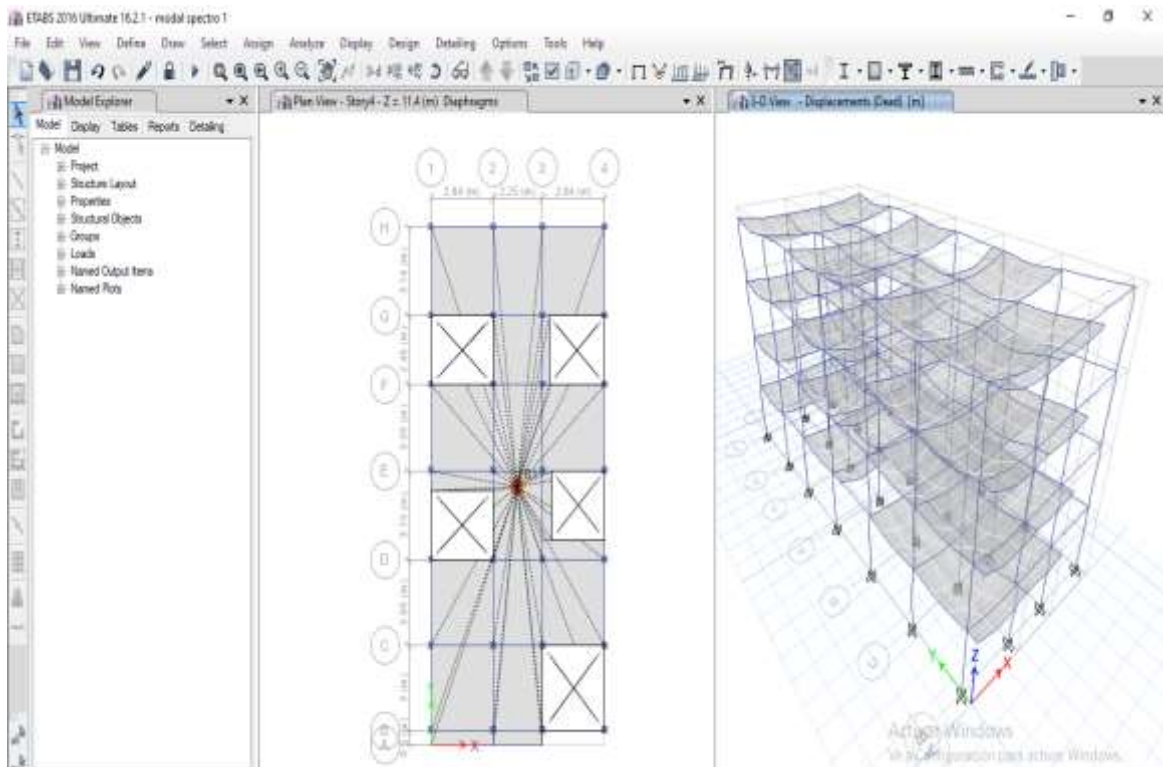


Luego de confirmar los valores se prosigue a cambiar los datos ya obtenidos

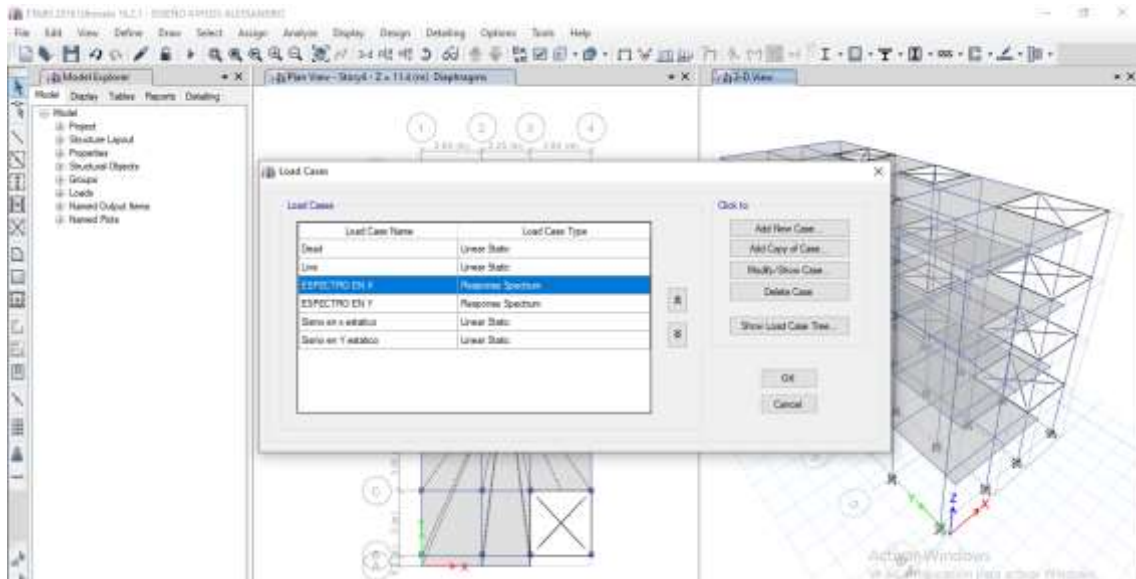
Definimos nuevamente la carga de sismo pero ahora ya no va ser la carga sísmica con una traslación pura sino ahora va tener una excentricidad del 5%, luego cambiaremos también el cortante ( c ) y ( k )



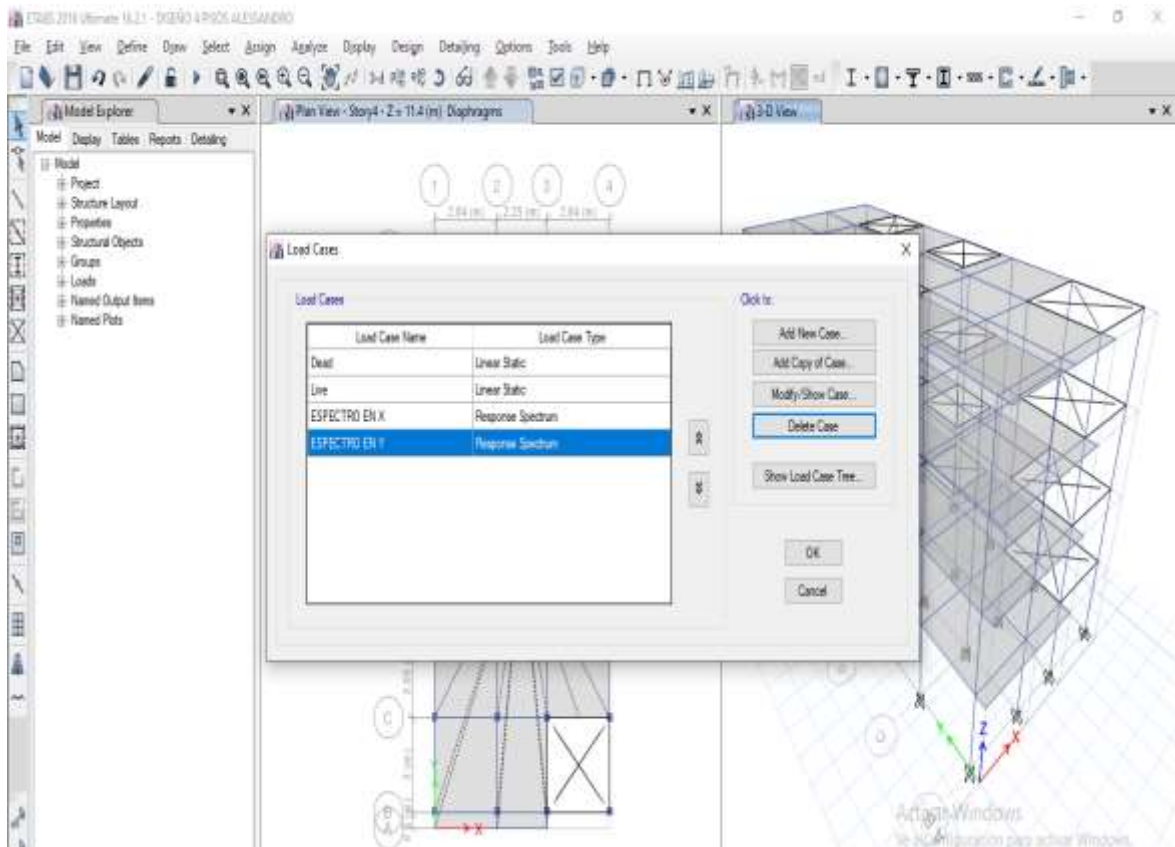
En “y” también lo mismo luego compararemos los resultados del cortante dinámico y del córtate estático



Para compara primero vemos resultados, luego de comparar los resultados, se cambia el espectro en x multiplicando por el factor de escalamiento al 80% del cortante estático

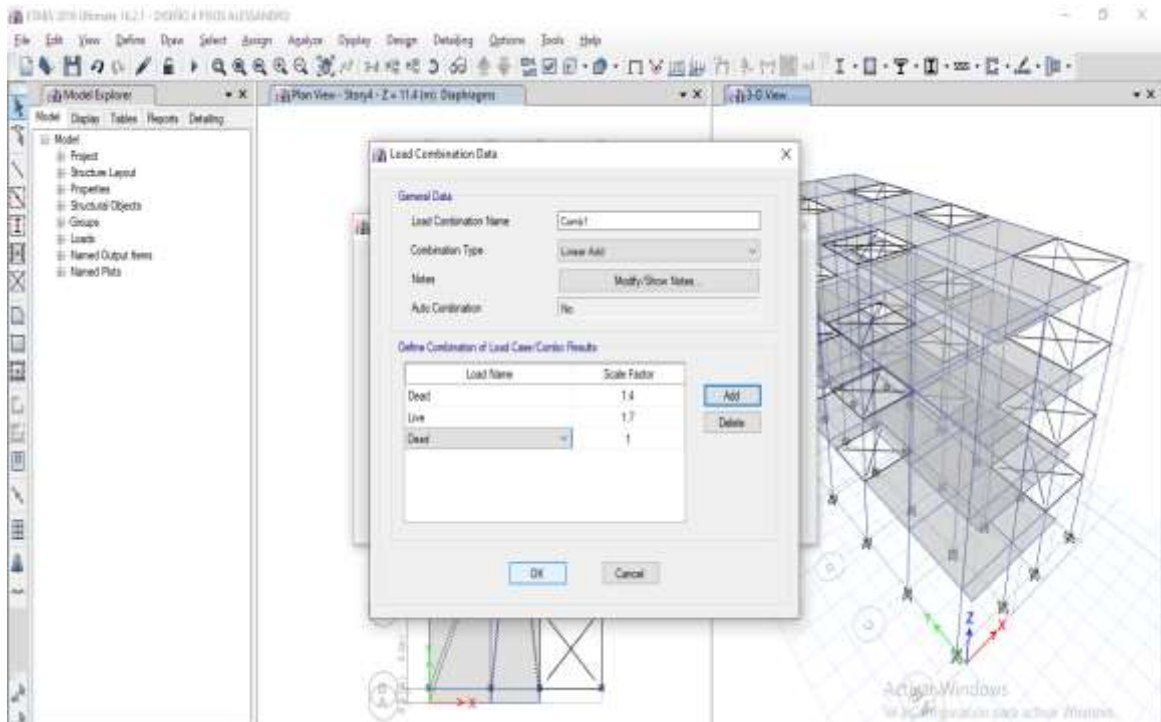


Nos quedamos con nuestros análisis espectrales

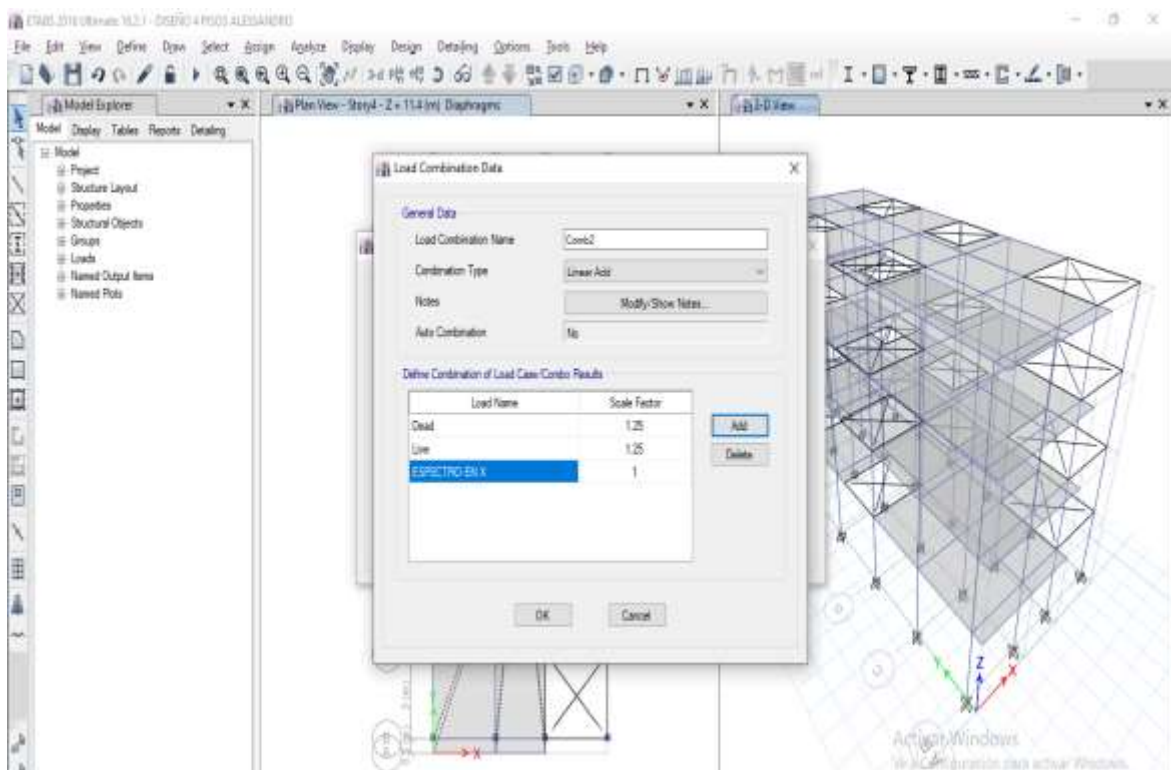


Luego hacer la combinación de cargas, primero pondremos la carga viva y muerta que según por norma es 1.4 para carga muerta y para viva 1.7 según Reglamento Nacional de Edificaciones.

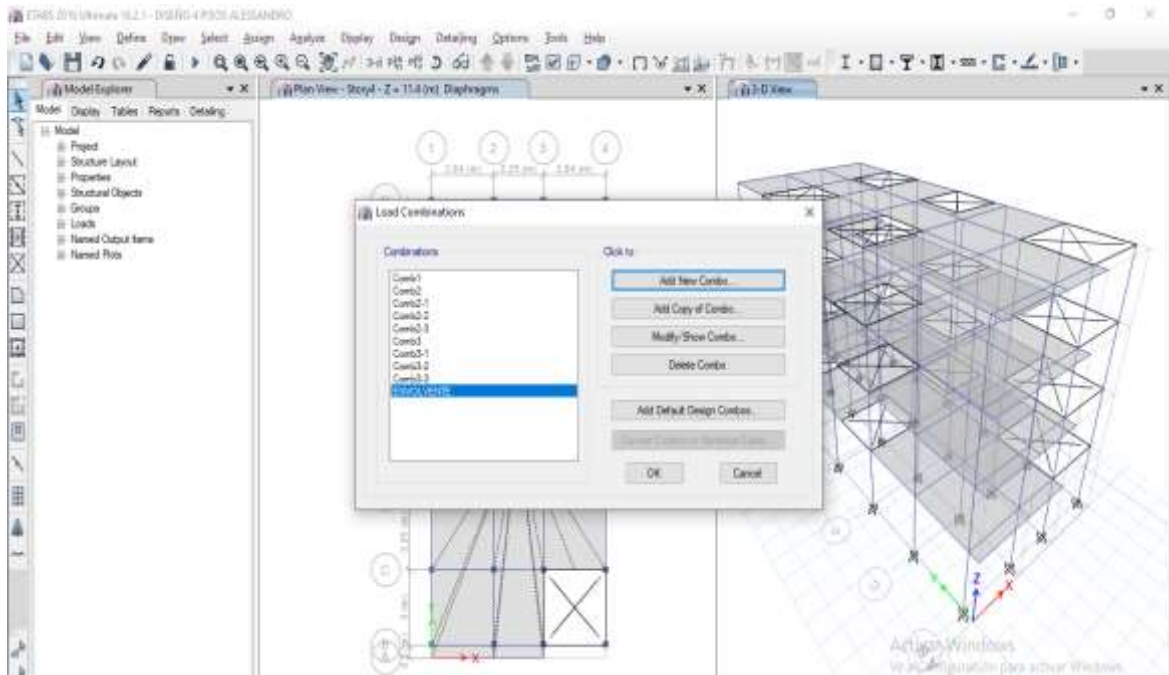




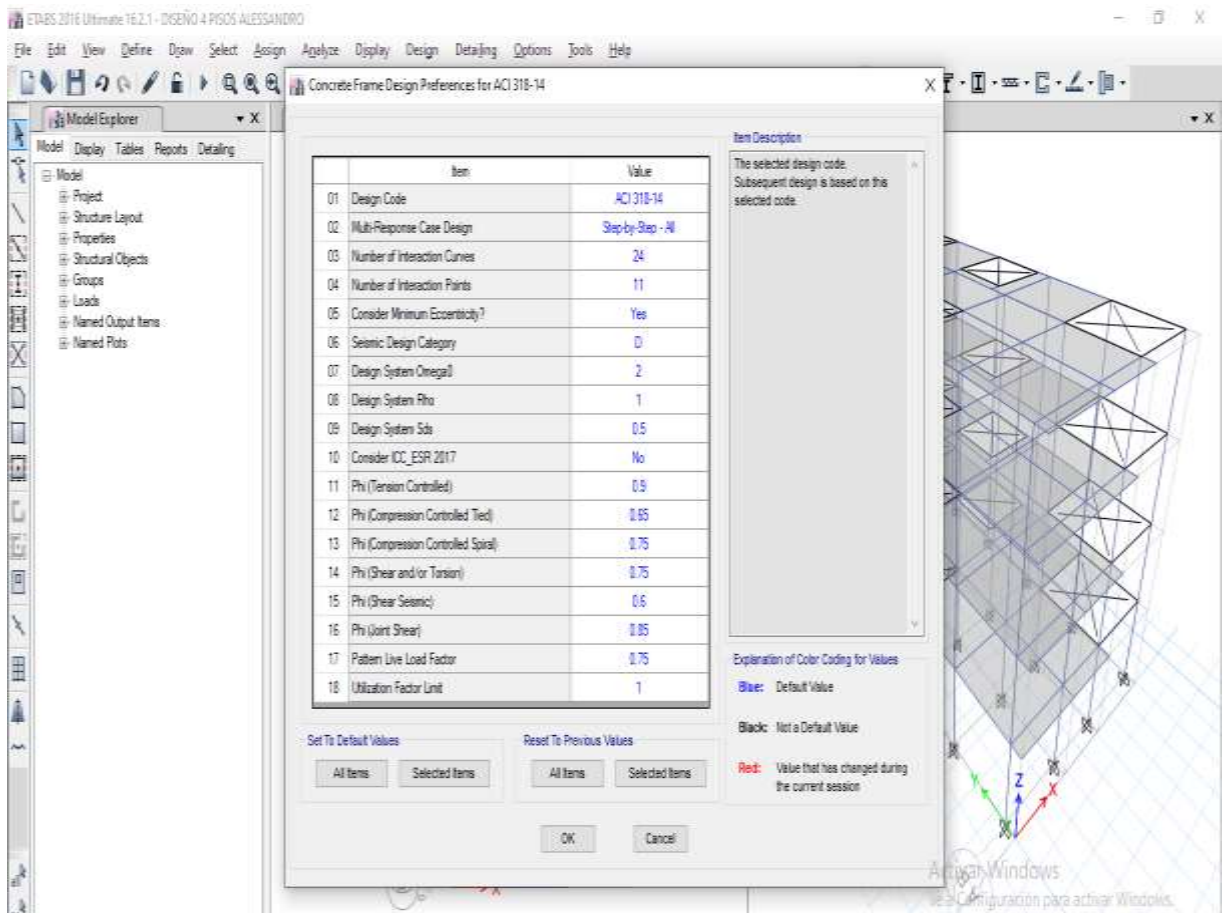
Segunda combinación tercera cuarto y quinta en x y en y con espectro 1 negativo y positivo



Carga 6 y así sustantivamente y creamos por último la envolvente de todo

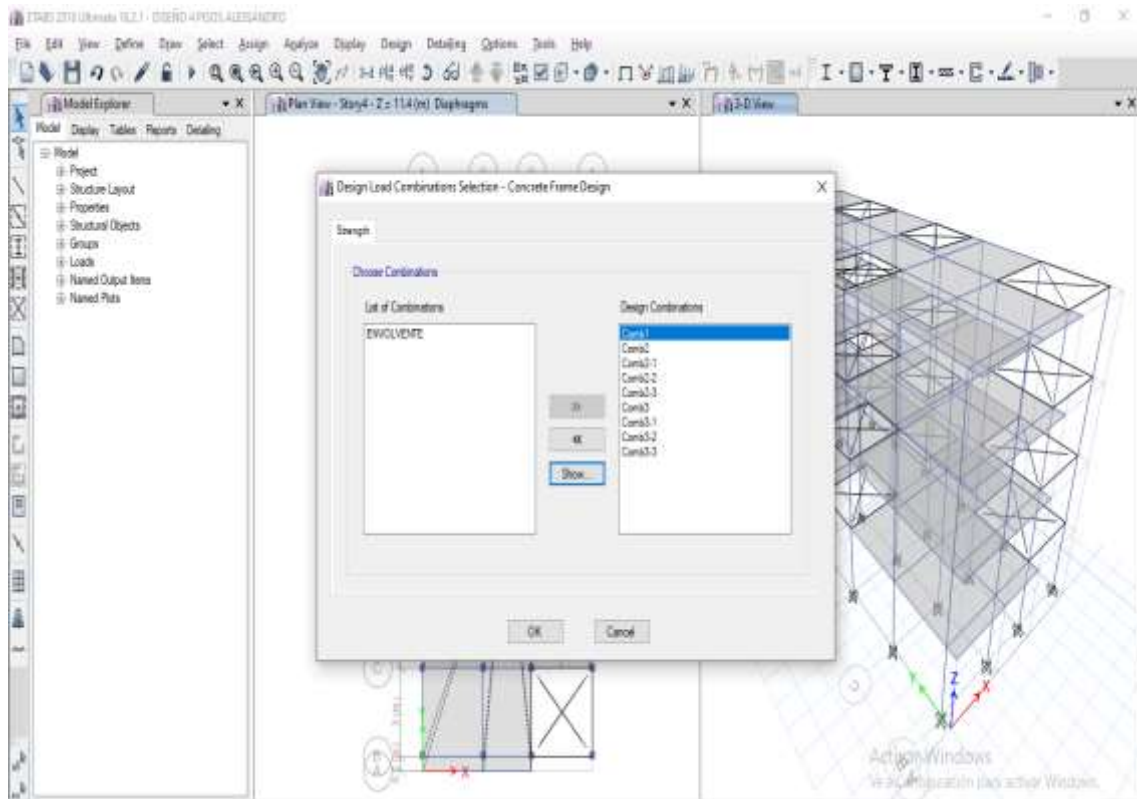


Verificaremos el diseño

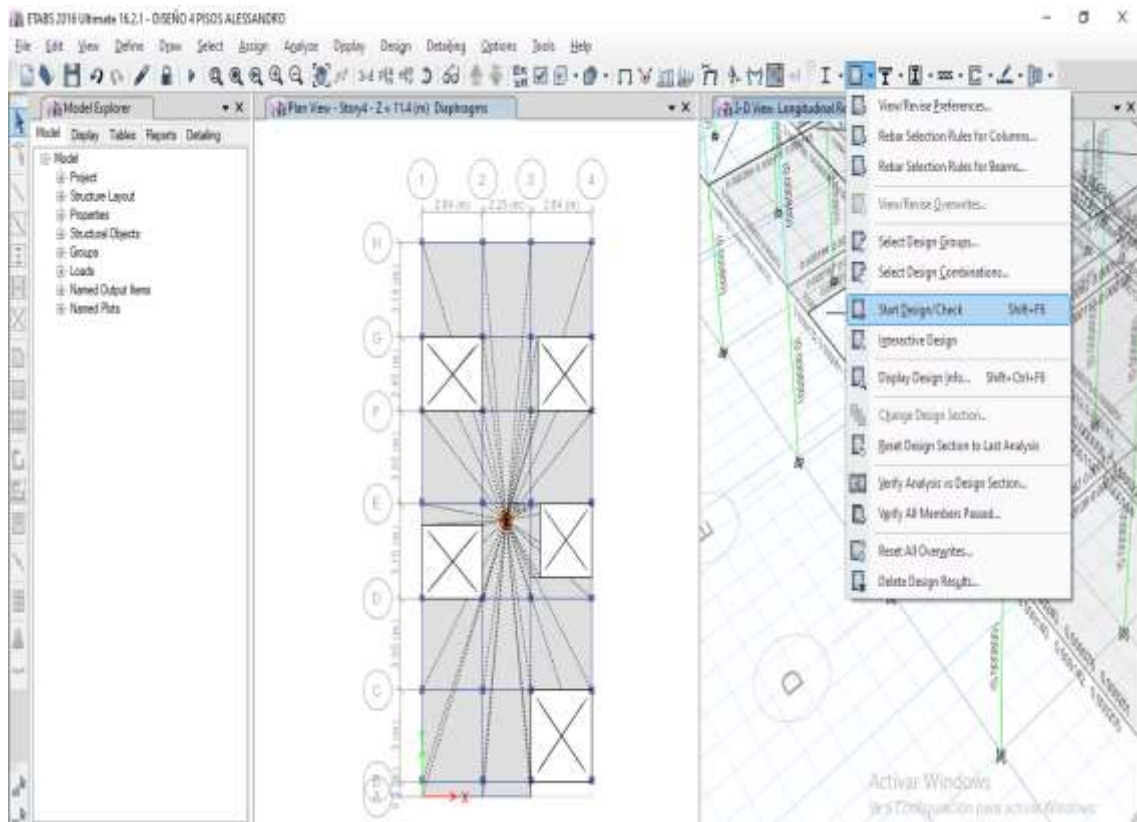


Trabajamos con el ACI 318-14

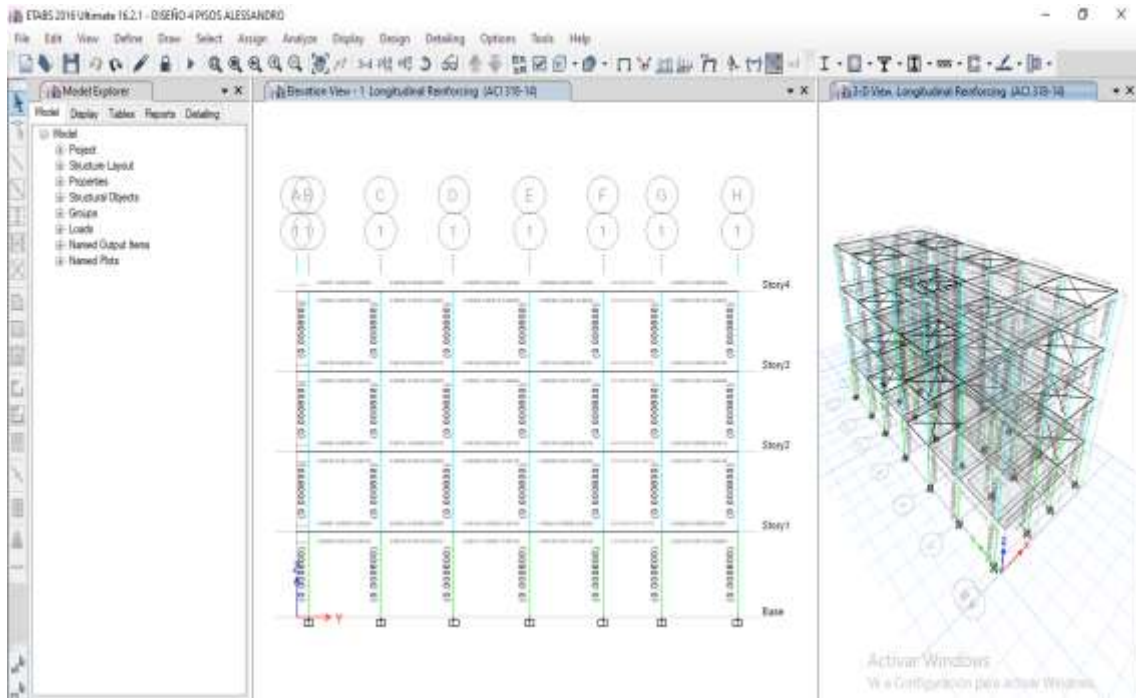




Luego de damos analizar y nos botara el diseño

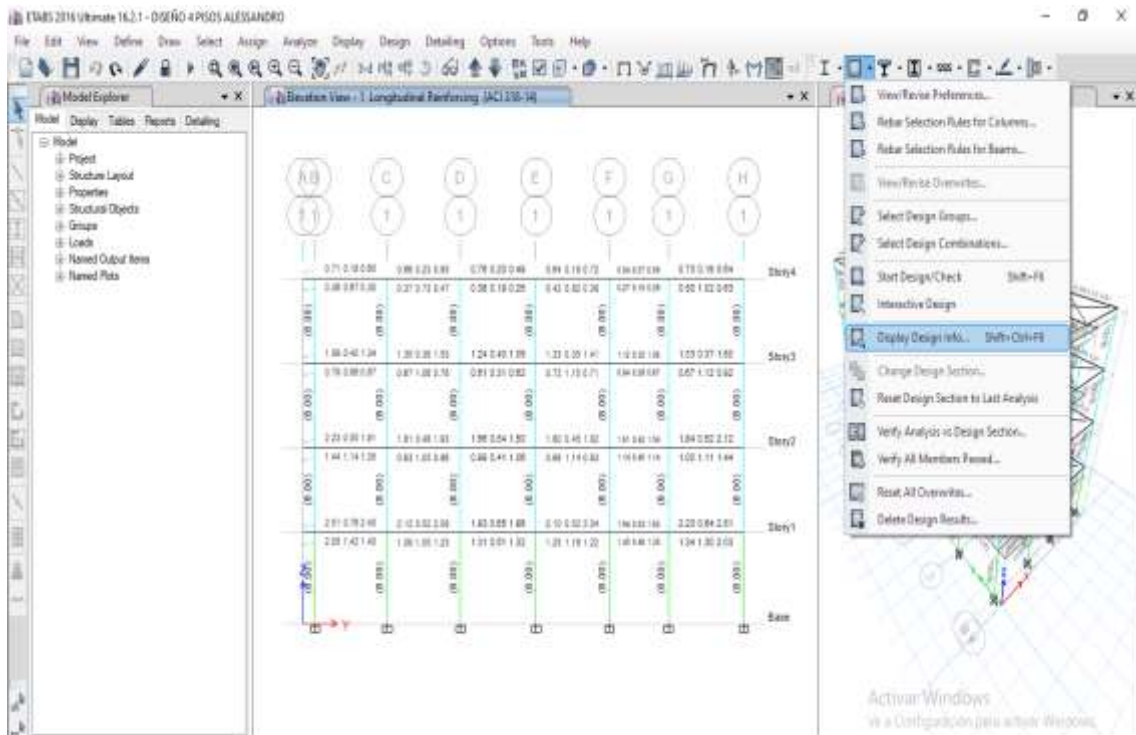


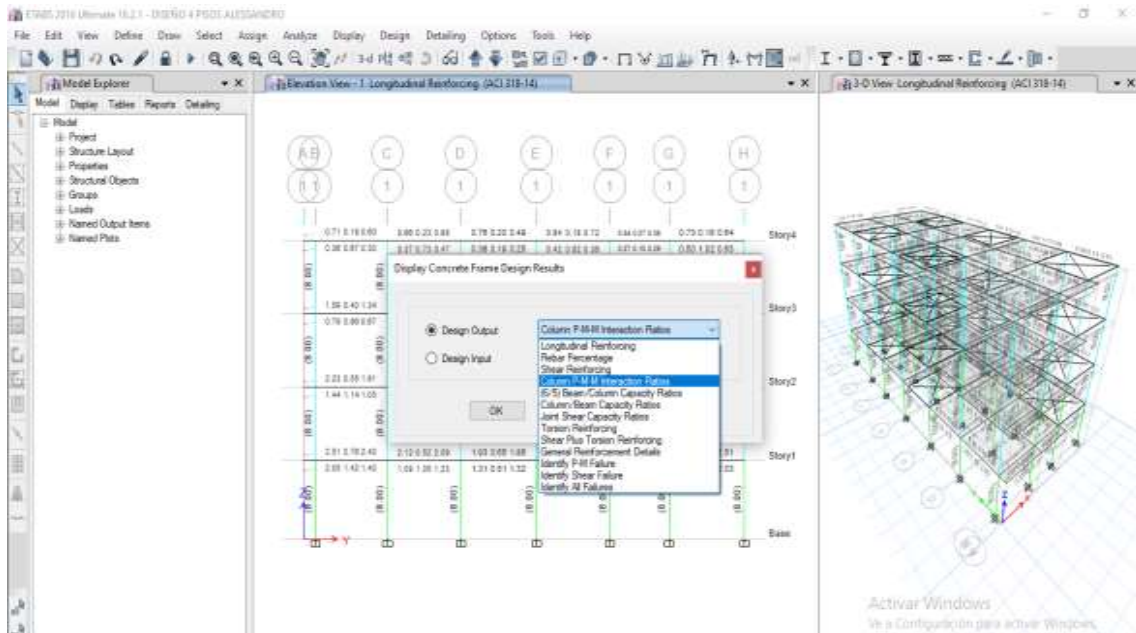
Luego nos vamos a una elevación para visualizarlo mejor



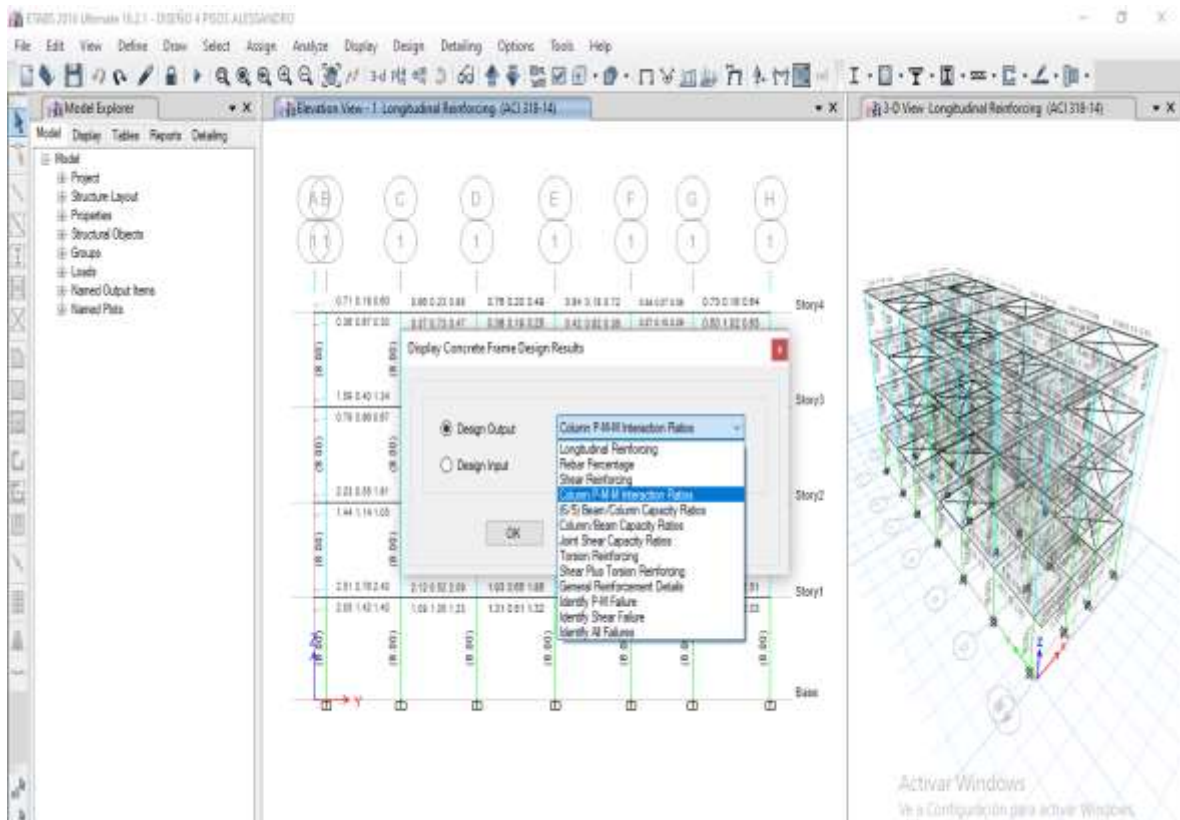
Se cambian las unidades para ver el área de los elementos en cm

El primer chequeo que se hace es la demanda capacidad, si las combinaciones de cargas son menores a la capacidad que tiene la columna y cuál es la capacidad que tiene la columna lo determina el diagrama de interacción (todas las combinaciones de cargas tienen que estar dentro del diagrama de interacción). Entonces verificaremos



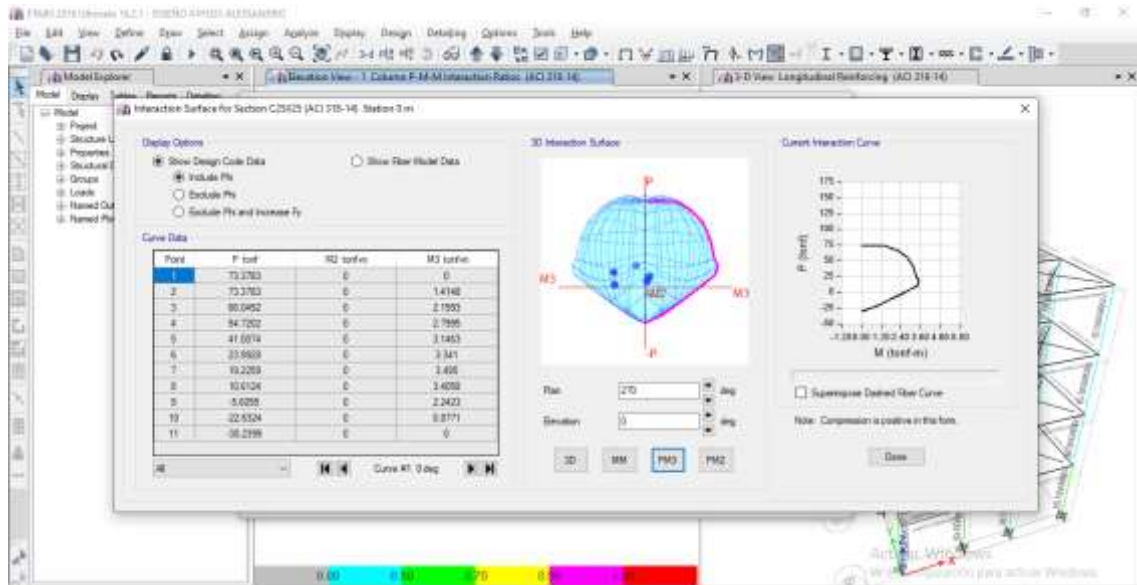


Ahí veremos mi ratios de demanda capacidad que son menores a la unidad la cual es conforme

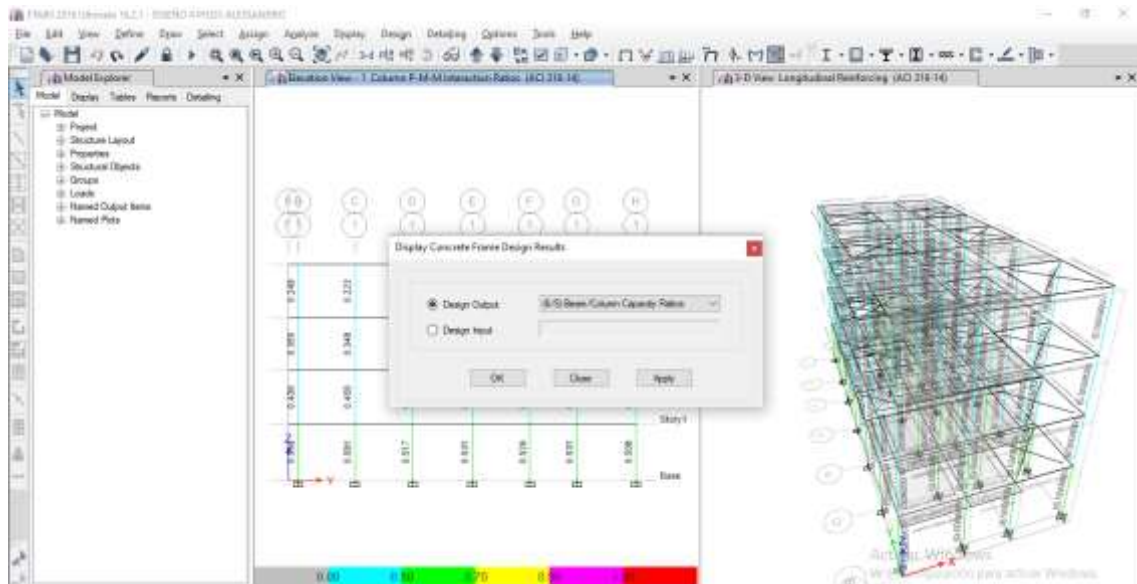




Verificaremos el diagrama de interacción, los puntos azules indican mis combinaciones de cargas quiere decir que todas las combinaciones de cargas están dentro del diagrama de interacción lo cual implica que tengo una demanda capacidad menor que, (mi capacidad es mayor que la demanda)



Para ver el chequeo de 6/5 de viga columna esto es importante para estructuras con sistema aporticado



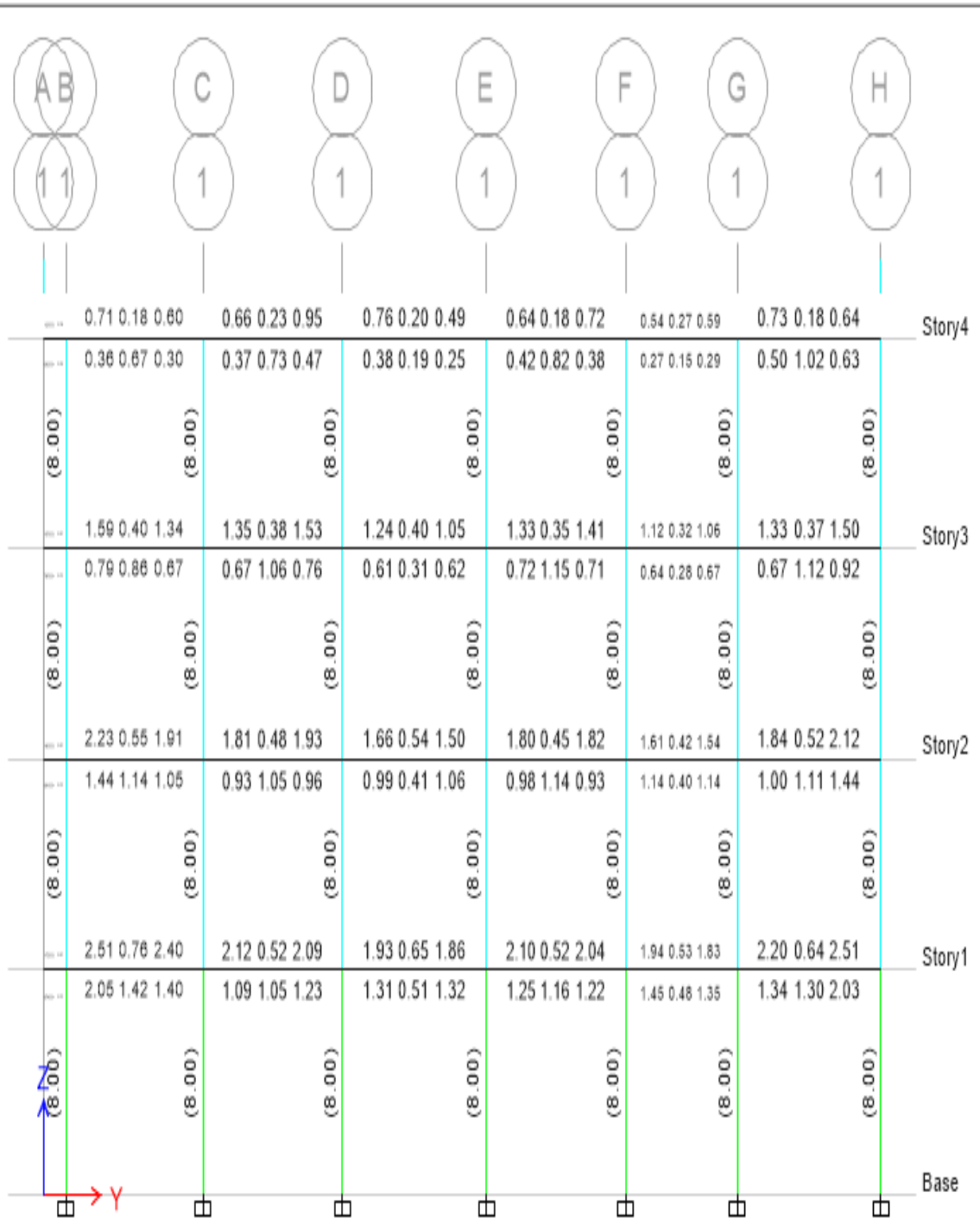
el ultimo piso esta fallando por demanda capacidad

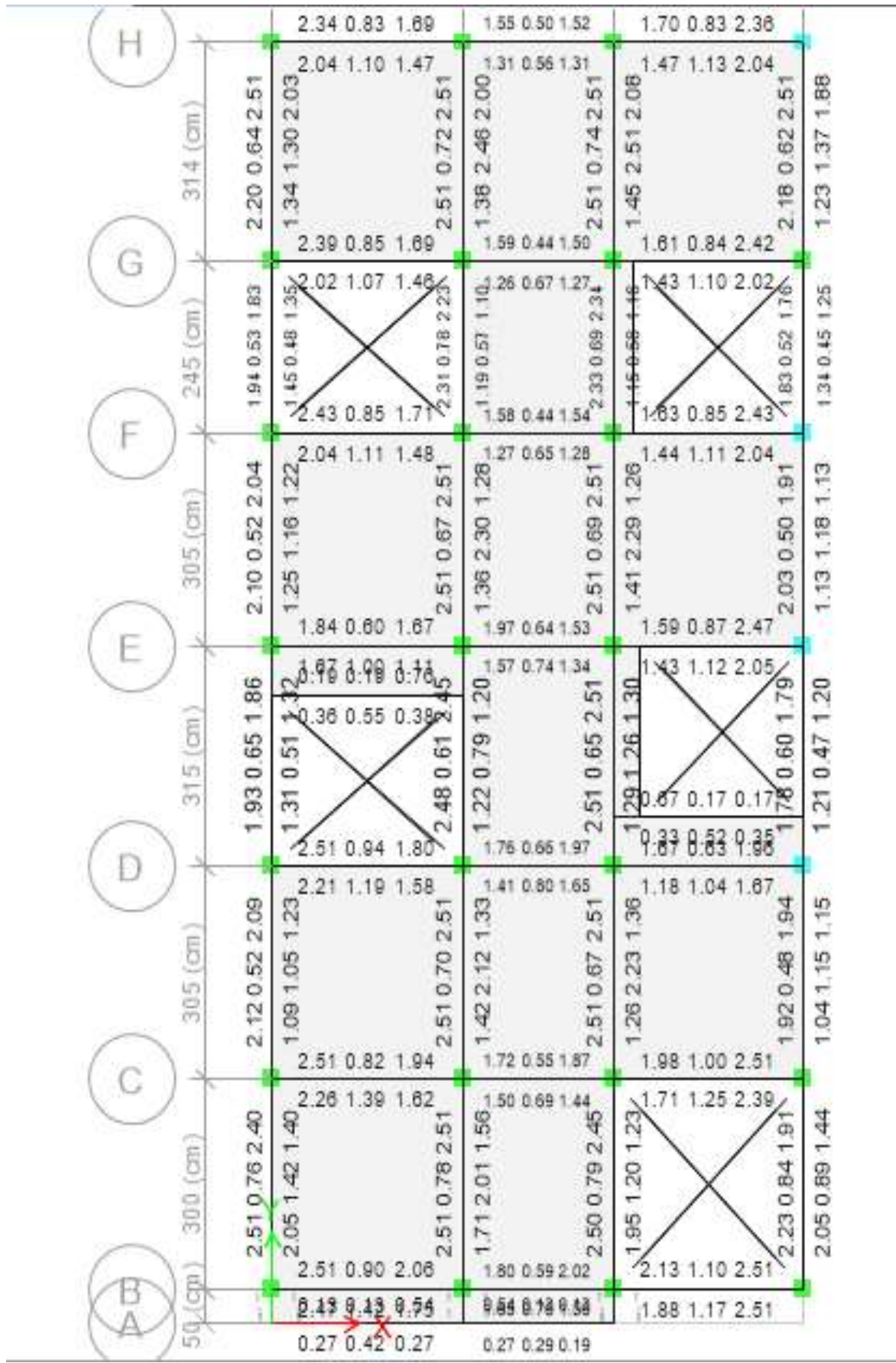
y vemos que sale o/ s en el cuarto piso vemos que estan fallando ahí se ve que la columna sumaria un momneto mientras que la viga sumarian dos momentos

Tabla .Periodos de vibración de la edificación de 4 niveles.

Case	Mode	Period	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY	Sum UZ	RX	RY	RZ	Sum RX	Sum RY	Sum RZ
		sec												
Modal	1	0.635	0.871	0.0046	0	0.871	0.0046	0	0.0006	0.124	0.0176	0.0006	0.124	0.0176
Modal	2	0.622	0.0065	0.8818	0	0.8775	0.8864	0	0.1215	0.0009	0.008	0.1221	0.125	0.0256
Modal	3	0.565	0.0155	0.0098	0	0.893	0.8963	0	0.0013	0.0022	0.8702	0.1234	0.1272	0.8957
Modal	4	0.213	0.0824	0.0005	0	0.9755	0.8968	0	0.0049	0.7843	0.0017	0.1283	0.9114	0.8974
Modal	5	0.209	0.0007	0.081	0	0.9762	0.9778	0	0.7988	0.0067	0.0007	0.9272	0.9182	0.8981
Modal	6	0.19	0.0015	0.0009	0	0.9777	0.9786	0	0.0088	0.0147	0.0803	0.936	0.9328	0.9784
Modal	7	0.131	0.0181	0.0003	0	0.9958	0.9789	0	0.0005	0.0381	0.0004	0.9365	0.9709	0.9788
Modal	8	0.129	0.0003	0.0176	0	0.9961	0.9965	0	0.036	0.0007	0.0001	0.9725	0.9716	0.979
Modal	9	0.117	0.0004	0.0002	0	0.9965	0.9967	0	0.0004	0.0008	0.0177	0.9729	0.9724	0.9966
Modal	10	0.101	0.0033	0.0002	0	0.9997	0.9969	0	0.0013	0.0255	0.0001	0.9742	0.9979	0.9967
Modal	11	0.101	0.0002	0.0031	0	0.9999	1	0	0.0255	0.0014	1.34E-05	0.9997	0.9994	0.9968
Modal	12	0.091	0.0001	3.17E-05	0	1	1	0	0.0003	0.0006	0.0032	1	1	1

Luego se aprecia detalladamente el área de columna longitudinal de la viga y la columna





**ANEXO 6: Matriz de Consistencia**


Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Métodos	Técnicas	Instrumentos
<p><b>Problema General:</b></p> <p>¿De qué manera el concreto celular influye en el diseño de elementos estructurales de una vivienda multifamiliar de 4 niveles, Huachipa - Lurigancho 2022?</p> <p><b>Problemas Específicos:</b></p> <p><b>PE.1</b> En qué medida el diseño de mezcla influye en los elementos estructurales de una vivienda multifamiliar de 4 niveles, Huachipa - Lurigancho 2022?</p> <p><b>PE.2</b> De qué manera el módulo de elasticidad influye en el diseño de elementos estructurales de una vivienda multifamiliar de 4 niveles, Huachipa - Lurigancho 2022?</p> <p><b>PE.3</b> De qué manera la resistencia a la compresión influye en el diseño de elementos estructurales de una vivienda multifamiliar de 4 niveles, Huachipa - Lurigancho 2022?</p> <p><b>PE.4</b></p>	<p><b>Objetivo General:</b></p> <p>Determinar de qué manera el concreto celular influirá en el diseño de elementos estructurales de una vivienda multifamiliar de 4 niveles, Huachipa - Lurigancho 2022</p> <p><b>Objetivos Específicos:</b></p> <p><b>OE.1</b> Determinar en qué medida el diseño de mezcla influirá en los elementos estructurales de una vivienda multifamiliar de 4 niveles, Huachipa - Lurigancho 2022</p> <p><b>OE.2</b> Determinar de qué manera el módulo de elasticidad influirá en el diseño de elementos estructurales de una vivienda multifamiliar de 4 niveles, Huachipa - Lurigancho 2022.</p> <p><b>OE.3</b> Determinar de qué manera la resistencia a la compresión influirá en el diseño de elementos estructurales de una vivienda multifamiliar de 4 niveles, Huachipa - Lurigancho 2022.</p> <p><b>OE.4</b></p>	<p><b>Hipótesis General:</b></p> <p>El concreto celular influirá en el diseño de elementos estructurales de una vivienda multifamiliar de 4 niveles, Huachipa - Lurigancho 2022</p> <p><b>Hipótesis Específicas:</b></p> <p><b>HE.1</b> El diseño de mezcla influirá en los elementos estructurales de una vivienda multifamiliar de 4 niveles, Huachipa - Lurigancho 2022?</p> <p><b>HE.2</b> El módulo de elasticidad influirá en el diseño de elementos estructurales de una vivienda multifamiliar de 4 niveles, Huachipa - Lurigancho 2022.</p> <p><b>HE.3</b> La resistencia a la compresión influirá en el diseño de elementos estructurales de una vivienda multifamiliar de 4 niveles, Huachipa - Lurigancho 2022.</p> <p><b>HE.4</b></p>	<p><b>Variable Independiente:</b></p> <p>Concreto celular</p>	<p>Diseño de mezcla</p> <p>Módulo de elasticidad</p> <p>Resistencia a compresión</p> <p>Resistencia a la flexión</p> <p>Carga axial</p> <p>Fuerza cortante</p>	<p>Granulometría Contenido de humedad. Porosidad y absorción. Gravedad específica Peso unitario volumétrico.</p> <p>-Slump -Contenido de aire -Relación a/c</p> <p>Esfuerzo Deformación</p> <p>Densidad ACI 523. 1R-92</p> <p>Fuerza Área</p>	<p><b>Enfoque:</b> Cuantitativa</p> <p><b>Tipo de Investigación:</b> Básica.</p> <p><b>Diseño de la Investigación:</b> Exploratorio.</p> <p><b>Población de Estudio:</b> Viviendas multifamiliares del distrito de Lurigancho Chosica - Lima</p> <p><b>Muestra:</b> Estructuras a compresión y flexión de una Viviendas multifamiliares de 4 niveles de la Asoc.Santa Rosa de Huachipa – Chosica.</p>	<p>Medición</p> <p>Observación</p>	<p>Cronometro</p> <p>Ficha de observación</p>



<p>De qué manera la resistencia a la flexión influye en el diseño de elementos estructurales de una vivienda multifamiliar de 4 niveles, Huachipa - Lurigancho 2022?</p>	<p>Determinar de qué manera la resistencia a la flexión influirá en el diseño de elementos estructurales de una vivienda multifamiliar de 4 niveles, Huachipa - Lurigancho 2022</p>	<p>La resistencia a la flexión influirá en el diseño de elementos estructurales de una vivienda multifamiliar de 4 niveles, Huachipa - Lurigancho 2022</p>	<p><b>Variable Dependiente:</b></p> <p>Diseño de elementos estructurales</p>	<p>Efectos de esbeltez</p>	<p>ACI 10.10.2.1 (P) Carga Axial (Pc) Carga Crítica de Euler (Mo) Momento  (a<sub>o</sub>) Deflexión Máxima</p>			
				<p>Módulo de elasticidad</p>	<p>Esfuerzo Deformación</p>			
				<p>Razón de poisson</p>	<p>Deformación transversal Deformación axial.</p>			
				<p>Densidad de absorción</p>	<p>(A) masa en el aire secado al horno. (B) Masa en el aire saturada y superficialmente seca.</p>			
				<p>Momento de Agrietamiento</p>	<p>(I<sub>g</sub>) Momento de Inercia de la Sección Bruta (Fr) Modulo de Ruptura del Hormigón (Y<sub>t</sub>) Distancia desde el eje centroidal de la sección bruta hasta la fibra más traccionada</p>			
				<p>Esfuerzo Elástico</p>	<p>Tensión Uniaxial x Superficie de la unidad</p>			
				<p>Momento Nominal de flexión</p>	<p><math>M_n = A_s \cdot F_y \cdot (d - a/2)</math></p>			

	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	TIPO DE VARIABLE
<b>Variable Independiente (X)</b> Concreto Celular	El concreto celular es un tipo de concreto liviano elaborado con espuma, que presenta densidades más bajas que las de un concreto convencional. (Cervantes, 2008, p.144)	Los concretos celulares o aireados reforzados con fibras, que ayudan a controlar las grietas clásicas del concreto, y aumentan la resistencia a la tensión y a compresión; Los concretos ligeros estructurales que se pueden emplear en prefabricados o colados en sitio. (Cervantes, 2008, p.141)	Diseño de mezcla	- Granulometría - Contenido de humedad. - Porosidad y absorción. - Gravedad específica  Peso unitario Relación a/c Slump contenido de aire	Numérica
			Módulo de elasticidad	Esfuerzo Deformación	
			Resistencia a compresión Resistencia a la flexión	Densidad ACI 523. 1R-92	
<b>Variable Dependiente (Y)</b> Diseño de elementos estructurales	El método por resistencia nos indica que los elementos deben proporcionarse para una resistencia adecuada de acuerdo con las disposiciones del reglamento ACI, utilizando factores de carga y factores de reducción de resistencia  (Ortega, 2014, P 39).	Las vigas de concreto sometidas a cargas o esfuerzos a flexión y que estas cargas se incrementen gradualmente en magnitud hasta que la viga falle, en este lapso la viga pasa por tres etapas: la primera de <b>concreto no agrietado</b> , la segunda de <b>esfuerzo elástico y concreto agrietado</b> y la tercera de <b>resistencia última</b> . Las columnas están sometidas de esfuerzo a flexión y fuerzas axiales, por lo que es necesario diseñarlas para que resistan ambas solicitudes. [...] estos elementos se flexionan bajo <b>acción de momentos</b> y estos producirán <b>compresión</b> en un lado de las columnas y en el otro <b>lado tensión</b> .  McComac & Brown (2019, p35 y p275).	Carga axial Fuerza cortante	Fuerza ÁREA	Numérica Continua
			Efectos de esbeltez	(P) Carga Axial (Pc) Carga Crítica de Euler (Mo) Momento (a <sub>o</sub> ) Deflexión Máxima	
			Módulo de elasticidad	Esfuerzo deformación	
			Razón de poisson	Deformación transversal Deformación axial.	Numérica Discreta
			Densidad de absorción	(A) masa en el aire secado al horno. (B) Masa en el aire saturada y superficialmente seca.	
			Momento de Agrietamiento	(I <sub>g</sub> ) Momento de Inercia de la Sección Bruta (Fr) Modulo de Ruptura del Hormigón (Y <sub>t</sub> ) Distancia desde el eje centroidal de la sección bruta hasta la fibra más traccionada	
			Esfuerzo Elástico	Tensión Uniaxial x Superficie de la unidad	
Momento Nominal de flexión	Mn= As'*Fy' (d-(a/2)				

**Anexo 07. Granulometría Agregado Grueso**

	<b>FORMULARIO</b>	<b>Código</b> ---
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	<b>Revisión</b> 1
		<b>Fecha</b> -
		<b>Página</b> ---

**INFORME** JCH 22-210  
**SOLICITANTE** : Alessandro Rafael Peña Enriquez  
**PROYECTO** : Diseño de estructuras a compresión y flexion con concreto celular de una edificación de 4 Niveles; huachipa - Lurigancho 2022  
  
**UBICACIÓN** : "Lurigancho - Chosica  
**FECHA** : SETIEMBRE DEL 2022  
**ASUNTO** : Diseño de mezcla f'c = 210 Kg/cm<sup>2</sup>

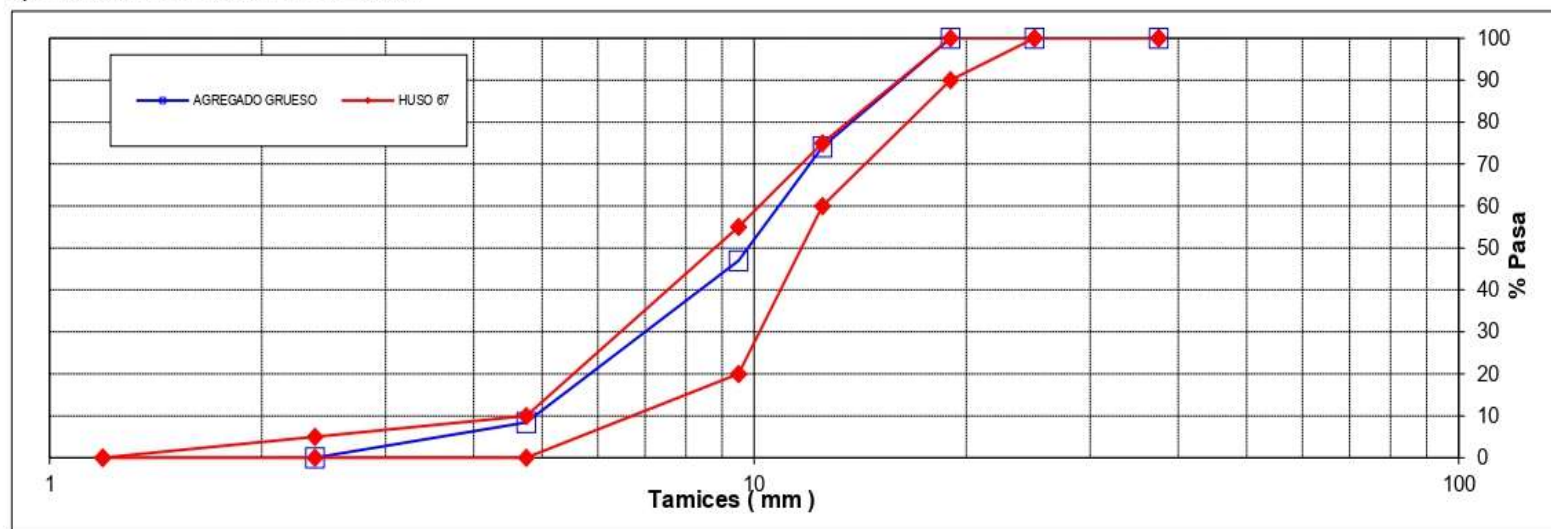
**CARACTERISTICAS DEL AGREGADO GRUESO :**

PIEDRA CHANCADA procedente de la cantera GLORIA  
 Muestra proporcionada e identificada por el peticionario.

**A) ANALISIS GRANULOMETRICO**      **Peso Total gr**      3808,6

TAMIZ		gr	%	% RET.	%	% PASA
( Pulg )	( mm )	Pesos	RET.	ACUM.	PASA	HUSO 67
2 1/2"	63					
2"	50					
1 1/2"	37,5		0,0	0,0	100,0	100 - 100
1"	25	0	0,0	0,0	100,0	100 - 100
3/4"	19	0	0,0	0,0	100,0	90 - 100
1/2"	12,5	985,6	25,9	25,9	74,1	60 - 75
3/8"	9,5	1034	27,1	53,0	47,0	20 - 55
N°4	4,75	1469	38,6	91,6	8,4	0 - 10
N°8	2,38	320	8,4	100,0	0,0	0 - 5
N°16	1,19					-
FONDO						

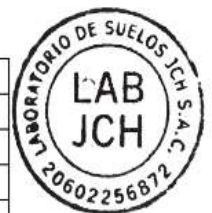
**B) CURVA DE GRANULOMETRIA**



**C) PROPIEDAS FISICAS**



Tamaño Nominal Máximo	1/2"
Módulo de Fineza	6,45
Peso Unitario Suelto ( Kg/m <sup>3</sup> )	1.459
Peso Unitario Compactado ( Kg/m <sup>3</sup> )	1.595
Peso Especifico	2,76
Contenido de Humedad ( % )	0,49
Porcentaje de Absorción ( % )	0,65



  
**Jean Chavez R.**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto


  
**JAVIER FRANCISCO**  
 H. LOA CLAVIJO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667

**LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C** RUC 20602256872 Av. Proceres de la Independencia 2236 - S.J.L -  
 Lima - Perú

E-mail: lab.suelosjch@gmail.com Tel. 976331849 RPC



### Anexo 08 Granulometría Agregado Fino

	<b>FORMULARIO</b>	Código	---
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión	1
		Fecha	-
		Página	-

**INFORME** : JCH 22-210  
**SOLICITANTE** : Alessandro Rafael Peña Enriquez  
**PROYECTO** : Diseño de estructuras a compresión y flexión con concreto celular de una edificación de 4 Niveles; huachipa - Lurigancho 2022  
**UBICACIÓN** : Lurigancho - Chosica  
**FECHA** : SETIEMBRE DEL 2022  
**ASUNTO** : Diseño de mezcla  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

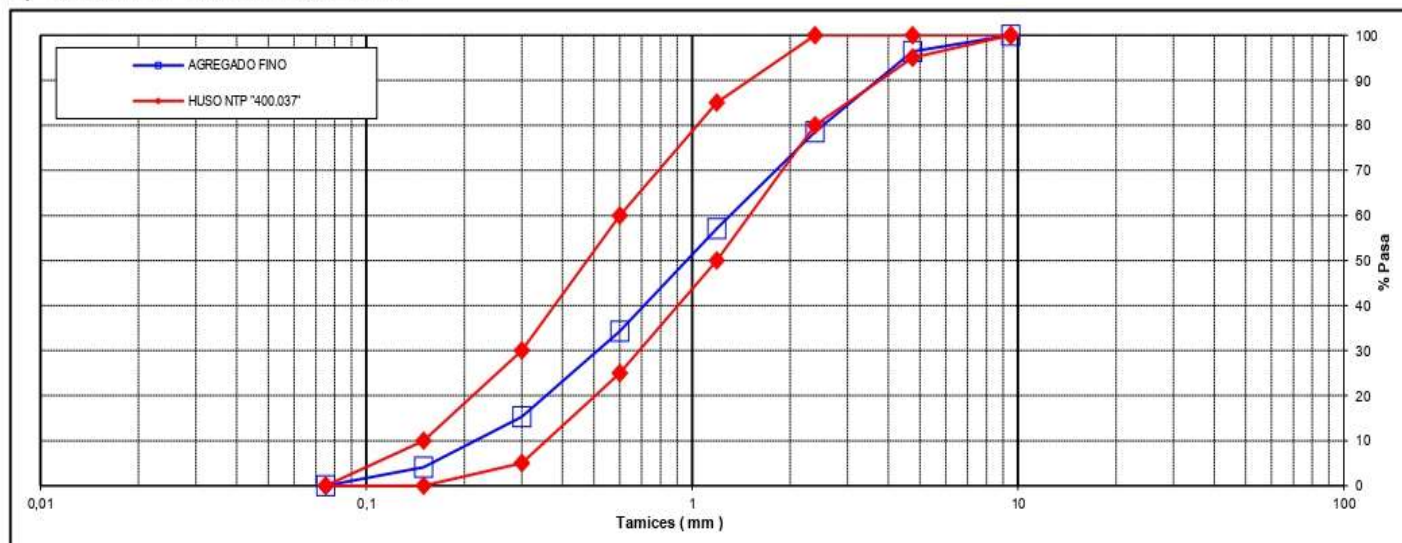
**CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO FINO :**

ARENA GRUESA procedente de la cantera MOLINA  
 Muestra proporcionada e identificada por el peticionario.

**A) ANALISIS GRANULOMETRICO** Peso Total gr 500

TAMIZ		gr	%	% RET.	%	% PASA
( Pulg )	( mm )	Pesos	RET.	ACUM.	PASA	HUSO NTP "400.037"
1"	25					
3/4"	19					
1/2"	12,5					
3/8"	9,5		0,0	0,0	100,0	100 - 100
N°4	4,75	17,7	3,6	3,6	96,4	95 - 100
N°8	2,38	87,0	17,8	21,5	78,5	80 - 100
N°16	1,19	104,7	21,5	42,9	57,1	50 - 85
N°30	0,6	111,3	22,8	65,7	34,3	25 - 60
N°50	0,3	92,6	19,0	84,7	15,3	5 - 30
N°100	0,15	54,5	11,2	95,9	4,1	0 - 10
FONDO		20,0	4,1	100,0	0,0	0 - 0

**B) CURVA DE GRANULOMETRIA**



**C) PROPIEDAS FISICAS**

Módulo de Fineza	3,14
Peso Unitario Suelto ( Kg/m³ )	1.368
Peso Unitario Compactado ( Kg/m³ )	1.511
Peso Específico	2,61
Contenido de Humedad ( % )	2,56
Porcentaje de Absorción ( % )	2,46



**Jean Chavez R**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto




**Javier Francisco H. Loa Clavijo**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667

**LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C** RUC 20602256872 Av. Proceres de la Independencia 2236 - S.J.L - Lima  
 - Perú

E-mail: lab.suelosjch@gmail.com Tel. 976331849 RPC

Anexo 09. Gravedad Específica y Absorción Agregado Grueso

	FORMULARIO	Código : <b>C-07</b>
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : <b>1</b> Fecha : <b>-</b> Página : <b>1 de 1</b>

**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO**  
NORMA ASTM C-127 - NTP 400.021 - MTC E-206

**N° INFORME** : JCH 22-210  
**SOLICITANTE** : Alessandro Rafael Peña Enriquez  
**PROYECTO** : Diseño de estructuras a compresión y flexión con concreto celular de una edificación de 4 Niveles; huachipa - Lurigancho 2022  
**UBICACIÓN** : Huachipa - Lurigancho  
**FECHA** : Setiembre del 2022

**Calicata** : - **Cantera** : Gloria  
**Muestra** : Piedra **Progresiva** : -  
**Prof.(m)** : - **Coordenadas** : -

Temperatura de Ensayo	23 °C			PROMEDIO
	1	2	3	
Muestra N°				
Peso mat. Sat. Superf. seca en aire (gr)	1081,0			
Peso mat. Sat. Superf. seca en agua (gr)	692,0			
Volumen de masa + volumen de vacios (gr)	389,0			
Peso de material seco (105°C) (gr)	1074,0			
Volumen de masa (gr)	382,0			
Peso Bulk (base seca)	2,761			<b>2,761</b>
Peso Bulk (base saturada)	2,779			<b>2,779</b>
Peso aparente (base seca)	2,812			<b>2,812</b>
Porcentaje de absorción (%)	0,65			<b>0,65</b>

**Observaciones** :  
**Realizado** : Téc. JCh


<b>Equipos Usados</b>
Bal-003
Hor-001 o Hor-002

  
**Jean Chavez R.**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



  
**JAVIER FRANCISCO**  
 B. LOA CLAVIJO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667

**Anexo 10. Gravedad Específica y Absorción Agregado Fino**

	<b>FORMULARIO</b>	Código : C-08
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión : 1 Fecha : - Página : 1 de 1

**GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO**  
ASTM C-128 - NTP 400.022 - MTC E-205

**Informe** : JCH 22-210  
**Solicitante** : Alessandro Rafael Peña Enriquez  
**Proyecto** : Diseño de estructuras a compresión y flexión con concreto celular de una edificación de 4 Niveles; huachipa - Lurigancho 2022

**Ubicación** : Huachipa - Lurigancho  
**Fecha** : Setiembre del 2022

**Cantera** : La Molina **Progresiva** : -  
**Calicata** : - **Coordenad** : -  
**Muestra** : Arena  
**Prof. (m.)** : -

Muestra N°	1	2	3
Peso Mat. Sat. Sup. Seca (en aire) (gr.)	500,0		
Peso de Frasco + H2O (gr)	648,4		
Peso de Frasco + H2O + A (gr)	1148,4		
Peso del mat. + H2O en el frasco (gr)	961,1		
Vol. De Masa + Vol de Vacío=C-D	187,3		
Peso del mat. Seco en estufa (gr)	488		
Vol. De Masa=E-(A-F)	175,3		
P.e. BULK (BASE SECA)	<b>2,605</b>		
P.e. BULK (BASE SATURADA)	<b>2,670</b>		
P.e. APARENTE (BASE SECA)	<b>2,784</b>		
% DE ABSORCIÓN	<b>2,5</b>		

*Nota. Muestra remitida e identificada por el Solicitante*  
 Ejecución : Tec. J.TR.

<b>Equipos Usados</b>
Hor-001 ó Hor-002
Bal-001


  
**Jean Chavez R.**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



  
**JAVIER FRANCISCO**  
 H. LOA CLAVIJO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667



Anexo 11. Diseño de Mezcla

	<b>FORMULARIO</b>	Código : CFE-12
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : --

<b>INFORME</b>	<b>JCH 22-210</b>
<b>SOLICITANTE</b>	<b>: Alessandro Rafael Peña Enriquez</b>
<b>PROYECTO</b>	: Diseño de estructuras a compresión y flexión con concreto celular de una edificación de 4 Niveles; huachipa - Lurigancho 2022
<b>UBICACIÓN</b>	: Lurigancho - Chosica
<b>FECHA</b>	OCTUBRE DEL 2022
<b>ASUNTO</b>	: Diseño de mezcla FINAL $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

4,0 **DISEÑO DE MEZCLAS FINAL (  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  ) CEMENTO SOL tipo I**

**PATRON CONVENCIONAL**

4,1 **CARACTERISTICAS GENERALES**

Denominación	.....	$f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
Asentamiento	.....	3" - 4" (Slump 3")
Relación a / c de diseño	.....	0,55
Relación a / c de obra	.....	0,55
Proporciones de diseño	.....	1.0 : 1,74 : 2,65
Proporciones de obra	.....	1.0 : 1,78 : 2,66

4,2 **CANTIDAD DE MATERIAL POR m³ DE CONCRETO EN OBRA**

Cemento	.....	391 Kg.
Arena	.....	697 Kg.
Piedra	.....	1039 Kg.
Agua	.....	216 lt.

4,3 **CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA**

Cemento	.....	42,5 Kg.
Arena	.....	75,8 Kg.
Piedra	.....	113,0 Kg.
Agua	.....	23,5 lt/bolsa

4,4 **PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN**


Proporciones	.....	1.0 : 1,94 : 2,71
Agua	.....	23,5 lt/bolsa

**NOTA :** Hacer tandas de prueba por condiciones técnicas del lugar de obra, controlar las características de los materiales, personal técnico y equipos utilizados en obra.

  
**Jean Chavez R.**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



  
**JAVIER FRANCISCO ALLOA CLAVIJO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667

 <b>LABORATORIO GEOTÉCNICO</b>	<b>FORMULARIO</b>	Código : CFE-12
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisió : 1 Fecha : - Página : ---

**INFORME** : **JCH 22-210**  
**SOLICITANTE** : **Alessandro Rafael Peña Enriquez**  
**PROYECTO** : Diseño de estructuras a compresión y flexión con concreto celular de una edificación de 4 Niveles; huachipa - Lurigancho 2022  
**UBICACIÓN** : Lurigancho - Chosica  
**FECHA** : Octubre del 2022  
**ASUNTO** : Diseño de mezcla FINAL  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

2,0	<b>DISEÑO DE MEZCLAS FINAL ( <math>f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2</math> ) CEMENTO SOL tipo I</b>																					
	<b>Muestra 2%</b>																					
2,1	<b>CARACTERISTICAS GENERALES</b>																					
	<table border="0"> <tr> <td>Denominación</td> <td>.....</td> <td><math>f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2</math></td> </tr> <tr> <td>Asentamiento</td> <td>.....</td> <td>3" - 4"</td> </tr> <tr> <td>Relación a / c de diseño</td> <td>.....</td> <td>0,55</td> </tr> <tr> <td>Relación a / c de obra</td> <td>.....</td> <td>0,55</td> </tr> <tr> <td>Proporciones de diseño</td> <td>.....</td> <td>1.0 : 2,85</td> </tr> <tr> <td>Proporciones de obra</td> <td>.....</td> <td>1.0 : 2,92</td> </tr> <tr> <td>Aditivo Polvo de Aluminio</td> <td>.....</td> <td>850,00 gr por bolsa de cemento</td> </tr> </table>	Denominación	.....	$f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$	Asentamiento	.....	3" - 4"	Relación a / c de diseño	.....	0,55	Relación a / c de obra	.....	0,55	Proporciones de diseño	.....	1.0 : 2,85	Proporciones de obra	.....	1.0 : 2,92	Aditivo Polvo de Aluminio	.....	850,00 gr por bolsa de cemento
Denominación	.....	$f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$																				
Asentamiento	.....	3" - 4"																				
Relación a / c de diseño	.....	0,55																				
Relación a / c de obra	.....	0,55																				
Proporciones de diseño	.....	1.0 : 2,85																				
Proporciones de obra	.....	1.0 : 2,92																				
Aditivo Polvo de Aluminio	.....	850,00 gr por bolsa de cemento																				
2,2	<b>CANTIDAD DE MATERIAL POR m<sup>3</sup> DE CONCRETO EN OBRA</b>																					
	<table border="0"> <tr> <td>Cemento</td> <td>.....</td> <td>491 Kg.</td> </tr> <tr> <td>Arena</td> <td>.....</td> <td>1433 Kg.</td> </tr> <tr> <td>Piedra</td> <td>.....</td> <td>0 Kg.</td> </tr> <tr> <td>Agua</td> <td>.....</td> <td>269 lt.</td> </tr> <tr> <td>Aditivo Polvo de Aluminio</td> <td>.....</td> <td>9,82 Kg.</td> </tr> <tr> <td>Densidad</td> <td>.....</td> <td>1649 kg/m<sup>3</sup></td> </tr> </table>	Cemento	.....	491 Kg.	Arena	.....	1433 Kg.	Piedra	.....	0 Kg.	Agua	.....	269 lt.	Aditivo Polvo de Aluminio	.....	9,82 Kg.	Densidad	.....	1649 kg/m <sup>3</sup>			
Cemento	.....	491 Kg.																				
Arena	.....	1433 Kg.																				
Piedra	.....	0 Kg.																				
Agua	.....	269 lt.																				
Aditivo Polvo de Aluminio	.....	9,82 Kg.																				
Densidad	.....	1649 kg/m <sup>3</sup>																				
2,3	<b>CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA</b>																					
	<table border="0"> <tr> <td>Cemento</td> <td>.....</td> <td>42,5 Kg.</td> </tr> <tr> <td>Arena</td> <td>.....</td> <td>124,0 Kg.</td> </tr> <tr> <td>Agua</td> <td>.....</td> <td>23,3 lt/bolsa</td> </tr> <tr> <td>Aditivo Polvo de Aluminio</td> <td>.....</td> <td>0,85 Kg.</td> </tr> </table>	Cemento	.....	42,5 Kg.	Arena	.....	124,0 Kg.	Agua	.....	23,3 lt/bolsa	Aditivo Polvo de Aluminio	.....	0,85 Kg.									
Cemento	.....	42,5 Kg.																				
Arena	.....	124,0 Kg.																				
Agua	.....	23,3 lt/bolsa																				
Aditivo Polvo de Aluminio	.....	0,85 Kg.																				
2,4	<b>PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN</b>																					
	<table border="0"> <tr> <td>Proporciones</td> <td>.....</td> <td>1.0 : 3,17 : 0,00</td> </tr> <tr> <td>Agua</td> <td>.....</td> <td>23,3 lt/bolsa</td> </tr> <tr> <td>Aditivo Polvo de Aluminio</td> <td>.....</td> <td>850,00 gr por bolsa de cemento</td> </tr> </table>	Proporciones	.....	1.0 : 3,17 : 0,00	Agua	.....	23,3 lt/bolsa	Aditivo Polvo de Aluminio	.....	850,00 gr por bolsa de cemento												
Proporciones	.....	1.0 : 3,17 : 0,00																				
Agua	.....	23,3 lt/bolsa																				
Aditivo Polvo de Aluminio	.....	850,00 gr por bolsa de cemento																				

**NOTA :** Hacer tandas de prueba por condiciones técnicas del lugar de obra, controlar las características de los materiales, personal técnico y equipos utilizados en obra.

  
**Jean Chavez R.**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto




  
**JAVIER FRANCISCO HUILO CLAVIJO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667

LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C RUC 20602256872 Av. Proceres de la Independencia 2236 - S.J.L - Lima - Perú

E-mail: lab.suelosjch@gmail.com Tel. 976331849 RPC



	<b>FORMULARIO</b>	Código : CFE-12
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : --

**INFORME** : JCH 22-210  
**SOLICITANTE** : Alessandro Rafael Peña Enriquez  
**PROYECTO** : Diseño de estructuras a compresión y flexión con concreto celular de una edificación de 4 Niveles; huachipa - Lurigancho 2022  
**UBICACIÓN** : Lurigancho - Chosica  
**FECHA** : SETIEMBRE DEL 2022  
**ASUNTO** : Diseño de mezcla FINAL  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

**3,0 DISEÑO DE MEZCLAS FINAL (  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  ) CEMENTO SOL tipo I**

**3,1 Muestra 4% CARACTERISTICAS GENERALES**

Denominación	.....	$f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
Asentamiento	.....	3" - 4"
Relación a / c de diseño	.....	0,55
Relación a / c de obra	.....	0,55
Proporciones de diseño	.....	1.0 : 2,85 : 0,00
Proporciones de obra	.....	1.0 : 2,92 : 0,00
Aditivo Polvo de Aluminio	.....	1700,00 gr por bolsa de cemento

**3,2 CANTIDAD DE MATERIAL POR  $\text{m}^3$  DE CONCRETO EN OBRA**

Cemento	.....	491 Kg.
Arena	.....	1433 Kg.
Piedra	.....	0 Kg.
Agua	.....	269 lt.
Aditivo Polvo de Aluminio	.....	19,64 Kg.
Densidad	.....	1420 $\text{kg/m}^3$

**3,3 CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA**

Cemento	.....	42,5 Kg.
Arena	.....	124,0 Kg.
Piedra	.....	0,0 Kg.
Agua	.....	23,3 lt/bolsa
Aditivo Polvo de Aluminio	.....	1,70 Kg.

**3,4 PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN**


Proporciones	.....	1.0 : 3,17 : 0,00
Agua	.....	23,3 lt/bolsa
Aditivo Polvo de Aluminio	.....	1700,00 gr por bolsa de cemento

**NOTA :** Hacer tandas de prueba por condiciones técnicas del lugar de obra, controlar las características de los materiales, personal técnico y equipos utilizados en obra.

  
**Jean Chavez R.**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



  
**JAVIER FRANCISCO**  
 EN LOA CLAVIJO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667

	<b>FORMULARIO</b>	Código : CFE-12
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : --

**INFORME** : JCH 22-210  
**SOLICITANTE** : Alessandro Rafael Peña Enriquez  
**PROYECTO** : Diseño de estructuras a compresión y flexión con concreto celular de una edificación de 4 Niveles; huachipa - Lurigancho 2022  
**UBICACIÓN** : Lurigancho - Chosica  
**FECHA** : SETIEMBRE DEL 2022  
**ASUNTO** : Diseño de mezcla FINAL  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

**4,0 DISEÑO DE MEZCLAS FINAL (  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  ) CEMENTO SOL tipo I**

**4,1 Muestra 6% CARACTERISTICAS GENERALES**

Denominación	.....	$f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
Asentamiento	.....	3" - 4"
Relación a / c de diseño	.....	0,55
Relación a / c de obra	.....	0,55
Proporciones de diseño	.....	1.0 : 2,85 : 0,00
Proporciones de obra	.....	1.0 : 2,92 : 0,00
Aditivo Polvo de Aluminio	.....	850,00 gr por bolsa de cemento

**4,2 CANTIDAD DE MATERIAL POR m³ DE CONCRETO EN OBRA**

Cemento	.....	491 Kg.
Arena	.....	1433 Kg.
Piedra	.....	0 Kg.
Agua	.....	269 lt.
Aditivo Polvo de Aluminio	.....	9,82 Kg.
Densidad	.....	1134 kg/m³

**4,3 CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA**

Cemento	.....	42,5 Kg.
Arena	.....	124,0 Kg.
Piedra	.....	0,0 Kg.
Agua	.....	23,3 lt/bolsa
Aditivo Polvo de Aluminio	.....	0,85 Kg.

**4,4 PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN**

Proporciones	.....	1.0 : 3,17 : 0,00
Agua	.....	23,3 lt/bolsa
Aditivo Polvo de Aluminio	.....	850,00 gr por bolsa de cemento

**NOTA :** Hacer tandas de prueba por condiciones técnicas del lugar de obra, controlar las características de los materiales, personal técnico y equipos utilizados en obra.


  
**Jean Chavez R**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



  
**JAVIER FRANCISCO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667



## Anexo 12. Resultados resistencia a compresión

 <b>LABORATORIO GEOTECNICO</b>	<b>REGISTRO</b>	Código : CFE-01 Revisión : 1
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Página : 1 de 1

**MÉTODO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO ENDURECIDO  
NTP 339.034-11 / ASTM C39-07**

**INFORME** JCH 22-210  
**Solicitante** Alessandro Rafael Peña Enriquez  
**Proyecto** Diseño de estructuras a compresión y flexión con concreto celular de una edificación de 4 Niveles; huachipa - Lurigancho 2022  
**Ubicación** Lurigancho - Chosica

**Fecha Rotura (7D)** 13/10/2022  
**Fecha Rotura (14D)** 20/10/2022  
**Fecha Rotura (28D)** 03/11/2022

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	EDAD días	DIÁMETRO mm	FUERZA MÁXIMA KN	ÁREA cm2	ESFUERZO kg/cm2	TIPO FALLA
Diseño Convencional	06/10/2022	7	101,6	138,89	81,07	175	2
Diseño Convencional	06/10/2022	7	101,4	138,81	80,67	175	2
Diseño Convencional	06/10/2022	7	101,6	140,93	81,07	177	1
Diseño Mod. 2%	06/10/2022	7	101,4	112,50	80,67	142	3
Diseño Mod. 2%	06/10/2022	7	101,5	116,50	80,83	147	2
Diseño Mod. 2%	06/10/2022	7	100,6	116,82	79,49	150	2
Diseño Mod. 4%	06/10/2022	7	101,7	86,23	81,15	108	2
Diseño Mod. 4%	06/10/2022	7	101,5	87,50	80,91	110	2
Diseño Mod. 4%	06/10/2022	7	101,1	85,20	80,28	108	2
Diseño Mod. 6%	06/10/2022	7	103,1	55,50	83,40	68	2
Diseño Mod. 6%	06/10/2022	7	102,7	53,20	82,84	65	2
Diseño Mod. 6%	06/10/2022	7	102,2	50,20	82,03	62	1
Diseño Convencional	06/10/2022	14	100,7	159,04	79,64	204	2
Diseño Convencional	06/10/2022	14	100,8	161,76	79,80	207	2
Diseño Convencional	06/10/2022	14	100,9	158,80	79,96	202	2
Diseño Mod. 2%	06/10/2022	14	101,4	139,50	80,67	176	2
Diseño Mod. 2%	06/10/2022	14	101,3	137,50	80,52	174	1
Diseño Mod. 2%	06/10/2022	14	101,5	140,40	80,91	177	2
Diseño Mod. 4%	06/10/2022	14	100,7	104,20	79,64	133	2
Diseño Mod. 4%	06/10/2022	14	101,2	104,90	80,44	133	2
Diseño Mod. 4%	06/10/2022	14	101,6	105,00	81,07	132	1
Diseño Mod. 6%	06/10/2022	14	101,7	62,90	81,15	79	2
Diseño Mod. 6%	06/10/2022	14	100,6	63,30	79,49	81	2
Diseño Mod. 6%	06/10/2022	14	100,9	66,90	79,88	85	2
Diseño Convencional	06/10/2022	28	102,3	191,98	82,11	238	1
Diseño Convencional	06/10/2022	28	102,9	197,63	83,08	242	2
Diseño Convencional	06/10/2022	28	102,2	190,38	82,03	237	1
Diseño Mod. 2%	06/10/2022	28	101,4	162,50	80,67	205	1
Diseño Mod. 2%	06/10/2022	28	101,5	166,90	80,91	210	2
Diseño Mod. 2%	06/10/2022	28	101,0	170,20	80,12	217	2
Diseño Mod. 4%	06/10/2022	28	100,8	124,20	79,80	159	1
Diseño Mod. 4%	06/10/2022	28	101,5	123,20	80,83	155	2
Diseño Mod. 4%	06/10/2022	42	101,6	120,20	80,99	151	2
Diseño Mod. 6%	06/10/2022	42	100,8	85,50	79,80	109	2
Diseño Mod. 6%	06/10/2022	42	101,3	80,20	80,60	101	2
Diseño Mod. 6%	06/10/2022	42	101,2	79,20	80,44	100	2



*Chavez*  
**Jean Chavez R.**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto

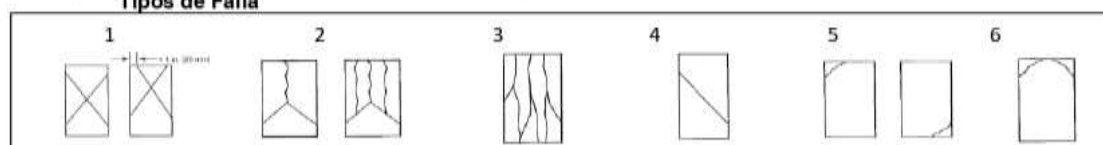


*Francisco*  
**FRANCISCO**  
 H. LOA CLAVIJO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667

**Consideraciones :**


- No se observaron fallas atípicas en las roturas
- Las probetas fueron remoldeadas por el solicitante
- El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de Neopreno

**Tipos de Falla**





### ANEXO 14. Peso Unitario Agregado Grueso

	<b>FORMULARIO</b>	Código : C-09
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 1 de 1

**PESO UNITARIO AGREGADO GRUESO**  
**ASTM C-29 - NTP 400.017 - MTC E-203**

**Informe** : JCH 22-210  
**Solicitante** : Alessandro Rafael Peña Enriquez  
**Proyecto** : Diseño de estructuras a compresión y flexión con concreto celular de una edificación de 4 Niveles; huachipa - Lurigancho 2022  
**Ubicación** : Huachipa - Lurigancho  
**Fecha** : Setiembre del 2022

Cantera : Gloria Progresiva : -  
 Calicata : - Coordenadas : -  
 Muestra : Piedra  
 Prof. (m.) : -

**Peso Unitario Varillado (gr/cm<sup>3</sup>)** : **1,595**  
**Peso Unitario Suelto (gr/cm<sup>3</sup>)** : **1,459**  
**Peso del molde (gr)** : 2253  
**Volumen molde (cm<sup>3</sup>)** : 9421,0

	P.U.C. (gr)	Densidades (gr/cm <sup>3</sup> )
Peso de Molde+Agregado (gr)	17207	1,587
Peso de Molde+Agregado (gr)	17331	1,600
Peso de Molde+Agregado (gr)	17287	1,596
	P.U.S. (gr)	Densidades (gr/cm <sup>3</sup> )
Peso de Molde+Agregado (gr)	15952	1,454
Peso de Molde+Agregado (gr)	15981	1,457
Peso de Molde+Agregado (gr)	16050	1,464

**Nota.-** La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.  
**Ejecución :** Tec. G.NR

<b>Equipos Usados</b>
Bal-003

  
**Jean Chavez R.**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



  
**JAVIER FRANCISCO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667



Anexo 13. Panel Fotográfico herramientas de valides y selección de muestra







Panel fotográfico de proceso de mezclado y ensayo en muestra.





## Anexo 14. Certificado de Calibración de la Maquinaria de Ensayo Uniaxial



Laboratorio PP

### PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

#### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 363 - 2022

Página : 1 de 2

Expediente : 091-2022  
Fecha de emisión : 2022-05-17

1. Solicitante : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.

Dirección : AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV.  
SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA

2. Descripción del Equipo : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL

Marca de Prensa : G&L LABORATORIO  
Modelo de Prensa : STYE-2000  
Serie de Prensa : 170251  
Capacidad de Prensa : 2000 kN  
Código de Identificación : SPE-007

Marca de indicador : MC  
Modelo de Indicador : LM-02  
Serie de Indicador : NO INDICA

Bomba Hidráulica : ELÉCTRICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo, Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

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.

Punto de Precision 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. Lugar y fecha de Calibración

AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA  
16 - MAYO - 2022

4. Método de Calibración

La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4 .

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	AEP TRANSDUCERS	INF-LE 106-2021	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
INDICADOR	AEP TRANSDUCERS		

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	19,8	19,8
Humedad %	63	63

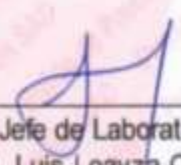
7. Resultados de la Medición

Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Anexo 15. Certificado de Calibración de la Balanza



**PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.**  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 363 - 2022

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kN	SERIES DE VERIFICACIÓN (kN)				PROMEDIO "B" kN	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
100	100,283	100,479	-0,28	-0,48	100,381	-0,38	-0,20
200	201,959	200,900	-0,98	-0,45	201,430	-0,71	0,53
300	301,654	302,007	-0,55	-0,67	301,831	-0,61	-0,12
400	401,937	401,074	-0,48	-0,27	401,506	-0,38	0,22
500	504,731	504,790	-0,95	-0,96	504,761	-0,94	-0,01
600	605,936	605,054	-0,99	-0,84	605,495	-0,91	0,15
700	704,788	704,984	-0,68	-0,71	704,886	-0,69	-0,03

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

1.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = Error(2) - Error(1)$$

2.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %

3.- Coeficiente Correlación :  $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste :  $y = 0,9913x + 0,6127$

Donde: x : Lectura de la pantalla  
y : Fuerza promedio (kN)

GRÁFICO N° 1

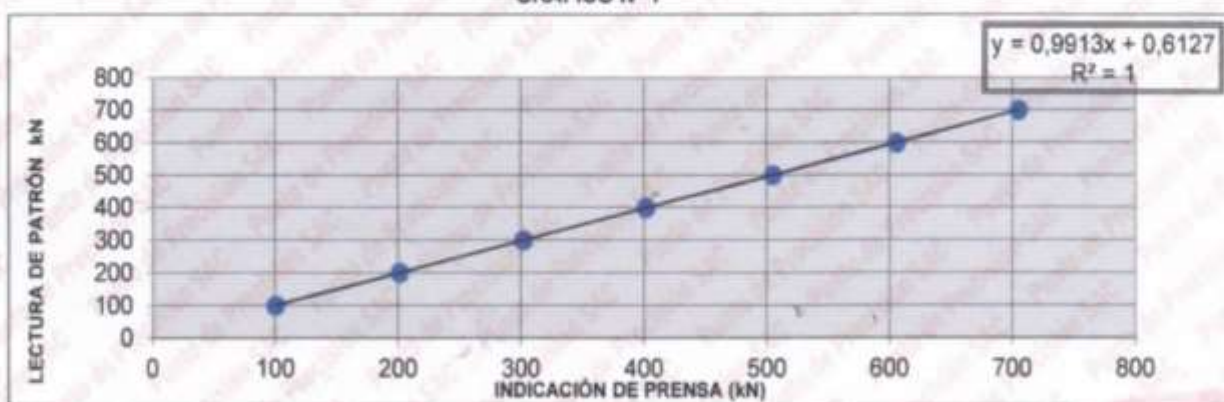
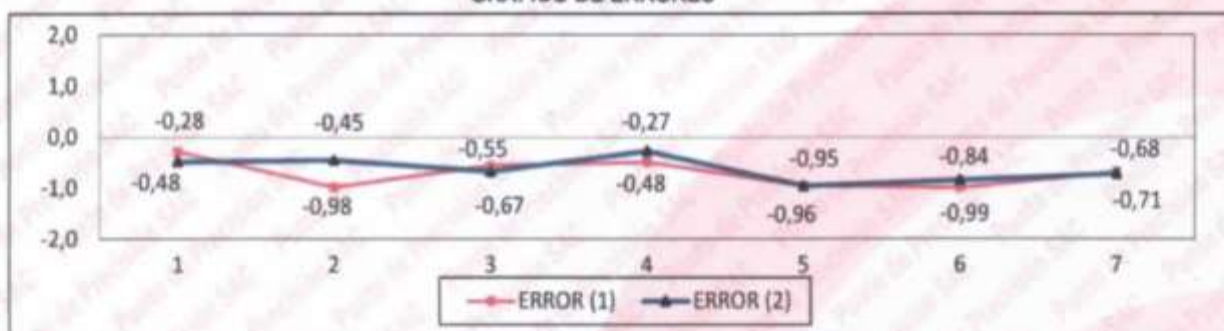


GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.





Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-331-2022

Página: 1 de 3

Expediente : 091-2022  
Fecha de Emisión : 2022-05-18

1. Solicitante : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.

Dirección : AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO.  
2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE  
LURIGANCHO - LIMA

2. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : OHAUS

Modelo : R31P30

Número de Serie : 8338210058

Alcance de Indicación : 30 000 g

División de Escala  
de Verificación ( e ) : 1 g

División de Escala Real (d) : 1 g

Procedencia : CHINA

Identificación : BAL-003

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2022-05-16

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 en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

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.

PUNTO DE PRECISIÓN 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. Método 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 II del SNM-INDECOPI.

### 4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.  
AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.





Punto de Precisión SAC

**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033**



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-331-2022

Página: 2 de 3

**5. Condiciones Ambientales**

	Mínima	Máxima
Temperatura	23,0	23,1
Humedad Relativa	64,4	64,4

**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
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE21-C-0084-2021
	Pesa (exactitud F1)	LM-C-018-2022
	Pesa (exactitud F1)	1AM-0055-2022
	Pesa (exactitud F1)	1AM-0056-2022

**7. Observaciones**

(\*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 30 000 g  
 Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 29 984 g para una carga de 30 000 g  
 El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.  
 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 II, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.  
 Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".  
 Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**8. Resultados de Medición**

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

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Medición N°	Temp. (°C)					
	Inicial 23,1			Final 23,0		
	Carga L1= 15 000,0 g			Carga L2= 30 000,0 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15 000	0,7	-0,2	30 000	0,6	-0,1
2	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,8	-0,3
3	15 000	0,8	-0,3	30 000	0,9	-0,4
4	15 000	0,7	-0,2	30 000	0,8	-0,3
5	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,7	-0,2
6	15 000	0,8	-0,3	30 000	0,9	-0,4
7	15 000	0,9	-0,4	30 000	0,8	-0,3
8	15 000	0,7	-0,2	30 000	0,9	-0,4
9	15 000	0,8	-0,3	30 000	0,8	-0,3
10	15 000	0,9	-0,4	30 000	0,7	-0,2
Diferencia Máxima	0,3			0,3		
Error máximo permitido	± 2 g			± 3 g		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

  
 Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
 PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.





Punto de Precisión SAC

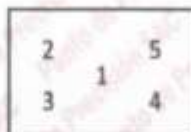
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-331-2022

Página: 3 de 3



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Temp. (°C) Initial Final 23.0 23.0

Table with columns: Posición de la Carga, Determinación de E0, Determinación del Error corregido. Includes rows for positions 1-5 and load values.

(\*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido: ± 2 g

ENSAYO DE PESAJE

Temp. (°C) Initial Final 23.0 23.0

Table with columns: Carga L (g), CRECIENTES, DECRECIENTES, e.m.p. (g). Includes rows for various load values from 10.0 to 30 000.0.

e.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

R\_corregida = R + 9,78x10^-4 x R

Incertidumbre

U\_R = 2 \* sqrt(2,62x10^-1 g^2 + 1,49x10^-4 x R^2)

R: Lectura de la balanza AL: Carga Incrementada E: Error encontrado E0: Error en cero Ec: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio Ing. Luis Loayza Capcha Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.





Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-344-2022

Página: 1 de 3

Expediente : 091-2022  
Fecha de Emisión : 2022-05-23

1. Solicitante : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.

Dirección : AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA

2. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : OHAUS

Modelo : TAJ4001

Número de Serie : 8338110064

Alcance de Indicación : 4 000 g

División de Escala de Verificación ( e ) : 0,1 g

División de Escala Real (d) : 0,1 g

Procedencia : CHINA

Identificación : BAL-001

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2022-05-21

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 en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

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.

PUNTO DE PRECISIÓN 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. Método 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 II del SNM-INDECOPI.

#### 4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.  
AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.





Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-344-2022

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	21,0	21,2
Humedad Relativa	63,8	64,8

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
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE21-C-0084-2021

7. Observaciones

(\*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 4 000,0 g  
 Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 3 998,8 g para una carga de 4 000,0 g  
 El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.  
 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 II, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.  
 Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".  
 Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

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

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Temp. (°C)					
	Inicial 21,2			Final 21,0		
	Carga L1= 2 000,00 g			Carga L2= 4 000,00 g		
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)
1	2 000,0	0,08	-0,03	4 000,1	0,05	0,10
2	2 000,0	0,05	0,00	4 000,0	0,09	-0,04
3	2 000,0	0,09	-0,04	4 000,0	0,06	-0,01
4	2 000,0	0,06	-0,01	4 000,0	0,08	-0,03
5	2 000,0	0,08	-0,03	4 000,0	0,05	0,00
6	2 000,0	0,05	0,00	4 000,0	0,09	-0,04
7	2 000,0	0,09	-0,04	4 000,0	0,06	-0,01
8	2 000,0	0,06	-0,01	4 000,0	0,08	-0,03
9	2 000,0	0,08	-0,03	4 000,0	0,05	0,00
10	2 000,0	0,05	0,00	4 000,0	0,09	-0,04
Diferencia Máxima	0,04			0,14		
Error máximo permitido	± 0,3 g			± 0,3 g		



PT-06 F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.





Punto de Precisión SAC

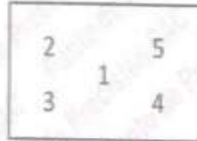
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-344-2022

Página: 3 de 3



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Temp. (°C) Inicial Final 21,0 21,0

Table with columns: Posición de la Carga, Determinación de Ee, Determinación del Error corregido. Includes rows for positions 1-5 and weights 1,00 and 1 300,00.

(\*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 0,2 g

ENSAYO DE PESAJE

Temp. (°C) Inicial Final 21,0 21,2

Table with columns: Carga L (g), CRECIENTES, DECRECIENTES, ± emp (g). Lists various weights and their corresponding error values.

e. m. p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

R\_corregida = R - 1,63x10^-7 x R

Incertidumbre

U\_R = 2 sqrt(6,43x10^-3 g^2 + 1,85x10^-9 x R^2)

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E\_e: Error en cero E\_c: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio Ing. Luis Loayza Capcha Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Anexo 16. Certificado de calibración del Horno



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 024



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**158-CT-T-2022**  
**Área de Metrología**

Página 1 de 7

**Expediente** : 538-05-2022  
**Solicitante** : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.  
**Dirección** : Av. Próceres de la Independencia Nro. 2236 Apv. San Hilarion Lima - San Juan de Lurigancho - Lima - Perú  
**Equipo** : HORNO  
**Marca** : A&A INSTRUMENTS  
**Modelo** : STHX-2A  
**Serie** : 190546  
**Identificación** : HOR-002 (\*)  
**Ubicación** : Área de Químicos  
**Procedencia** : No indica  
**Tipo de Ventilación** : Natural  
**Nro. de Niveles** : 2  
**Alcance del Equipo** : 50 °C a 300 °C

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 equipo o reglamentaciones vigentes.

Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad

**Características Técnicas del Controlador del Medio Isotermo**

Descripción	TERMÓMETRO CONTROLADOR
Marca / Modelo	AutComp / TCD
Alcance de indicación	50 °C a 300 °C
Resolución	0,1 °C
Tipo	Digital
Identificación	No indica

CORPORACIÓN 2M & N S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

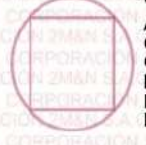
**Fecha de Calibración** : 2022-05-24  
**Lugar de Calibración** : Instalaciones de LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C. Av. Próceres de la Independencia Nro. 2236 Apv. San Hilarion Lima - San Juan de Lurigancho - Lima - Perú  
**Método utilizado:** : Por comparación directa siguiendo el procedimiento, PC-018-"Procedimiento de Calibración o Caracterización de Medios Isotermos con aire como medio termostático" SNM-INDECOPI (Segunda Edición) - Junio 2009.



2022-05-26  
**Fecha de emisión**



ALVAREZ NAVARRO ANGEL GUSTAVO  
CORPORACION 2M N S.A.C.  
JEFE DE METROLOGIA LAB.01  
metrologia@2myn.com  
Fecha: 26/05/2022 13:21  
Firmado con www.tocapu.pe



VELASCO NAVARRO MIRIAN ARACELI  
CORPORACION 2M N S.A.C.  
GERENTE GENERAL  
logistica@2myn.com  
Fecha: 27/05/2022 00:00  
Firmado con www.tocapu.pe

**Cód. de Servicio:** 01719-A

**Cód. FT-T-03 Rev. 03**

**PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.**

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209  
Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com



**Condiciones ambientales:**

	Inicial	Final
Temperatura °C	18,8	19,5
Humedad Relativa %hr	72	69

**Patrones de referencia:**

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad metrología 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 CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.	Termómetro Multicanal digital con doce termopares Tipo K con incertidumbres del orden desde 0,10 °C hasta 0,2 °C.	104-CT-T-2022
Patrones de Referencia a TSG	Termohigrómetro Digital con incertidumbre de U = 0,23 °C / 1,7 %hr	THR21 321
Patrones de Referencia a ELICROM	Cronómetro Digital con exactitud 0,0010 % y incertidumbres de U = 0,58	CCP-0899-001-21
Patrones de Referencia a METROIL	Cinta Métrica Clase II de 0 m a 5m con resolución de 1 mm y con incertidumbre de U = 0,9 mm	L-0801-2021

**Observaciones:**

- (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al equipo.
- Se colocó una etiqueta autoadhesiva, indicando el código de servicio N° 01719-A y la fecha de calibración.
- Los resultados obtenidos corresponden al promedio de 31 lecturas por punto de medición considerado, luego del tiempo de estabilización.
- Las lecturas se iniciaron luego de un tiempo de pre-calentamiento y estabilización de 3 h 10 min
- La calibración se realizó con 50% de la carga típica .
- El tipo de carga que se empleó fueron envases con muestras
- El esquema de distribución y posición de los termopares en los puntos de medición se muestra en la página 7
- Las Temperaturas convencionalmente verdaderas mostradas en los resultados de medición son las de la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (International Temperature Scale ITS-90)
- Para la temperatura de trabajo 60 °C ± 5 °C**  
Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha , el medio isoterma **CUMPLE** con los límites especificados de temperatura .  
Se programó el controlador de temperatura en 60 °C para la temperatura de trabajo  
El promedio de temperatura durante la medición fue 61,56 °C  
La máxima temperatura detectada fue 63,01 °C y la mínima temperatura detectada fue 60,80 °C
- Para la temperatura de trabajo 110 °C ± 5 °C**  
Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha , el medio isoterma **CUMPLE** con los límites especificados de temperatura .  
Se programó el controlador de temperatura en 110 °C para la temperatura de trabajo  
El promedio de temperatura durante la medición fue 110,21 °C  
La máxima temperatura detectada fue 111,48 °C y la mínima temperatura detectada fue 108,75 °C



**Resultados de medición:**

**Temperatura de Calibración: 60 °C ± 5 °C**

Tiempo (min)	Term. Del equipo (°C)	Indicaciones corregidas de los sensores expresados en (°C)										T. prom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	60,0	61,30	61,15	60,96	62,56	61,59	61,36	60,80	61,17	61,77	61,52	61,42	1,76
02	60,0	61,66	61,50	61,37	63,01	62,15	61,71	61,10	61,32	61,92	61,62	61,74	1,91
04	60,0	61,35	61,30	61,07	62,66	61,64	61,56	60,90	61,53	62,17	61,82	61,60	1,76
06	60,0	61,05	61,05	60,81	62,36	61,34	61,36	60,80	61,17	61,77	61,52	61,32	1,56
08	60,0	61,76	61,40	61,17	62,81	62,15	61,61	61,10	61,48	62,17	61,82	61,75	1,71
10	60,0	61,35	61,30	61,07	63,01	61,64	61,71	60,90	61,32	61,87	61,57	61,57	2,11
12	60,0	61,05	61,05	60,81	62,36	61,34	61,36	60,80	61,17	61,77	61,52	61,32	1,56
14	60,0	61,76	61,45	61,37	62,81	62,15	61,51	60,90	61,32	61,87	61,57	61,67	1,91
16	60,0	61,40	61,30	61,07	62,61	61,74	61,71	61,10	61,53	62,17	61,82	61,65	1,54
18	60,0	61,05	61,05	60,81	62,36	61,34	61,36	60,80	61,17	61,77	61,52	61,32	1,56
20	60,0	61,61	61,40	61,17	62,81	61,89	61,51	60,90	61,37	61,92	61,67	61,63	1,91
22	60,0	61,61	61,50	61,37	62,81	62,15	61,71	61,10	61,48	62,12	61,77	61,76	1,71
24	60,0	61,05	61,05	60,81	62,36	61,34	61,36	60,80	61,17	61,92	61,62	61,35	1,56
26	60,0	61,40	61,25	61,01	62,56	61,69	61,46	60,85	61,27	61,77	61,52	61,48	1,71
28	60,0	61,46	61,30	61,12	63,01	61,74	61,51	61,10	61,53	62,12	61,82	61,67	1,91
30	60,0	61,05	61,05	60,81	62,36	61,34	61,36	60,80	61,17	61,77	61,52	61,32	1,56
32	60,0	61,76	61,30	60,81	62,71	62,15	61,51	60,95	61,37	61,92	61,57	61,60	1,90
34	60,0	61,46	61,50	61,37	62,71	61,79	61,71	61,00	61,48	62,17	61,82	61,70	1,71
36	60,0	61,10	61,05	60,81	62,36	61,34	61,36	60,80	61,17	61,77	61,52	61,33	1,56
38	60,0	61,46	61,30	61,12	62,76	61,89	61,56	60,95	61,43	61,97	61,67	61,61	1,81
40	60,0	61,76	61,50	61,37	63,01	62,15	61,71	61,10	61,53	62,02	61,72	61,79	1,91
42	60,0	61,05	61,05	60,81	62,36	61,34	61,56	60,95	61,43	62,12	61,62	61,43	1,55
44	60,0	61,20	61,15	60,96	62,46	61,54	61,36	60,80	61,17	61,77	61,52	61,39	1,66
46	60,0	61,76	61,50	61,27	62,91	62,05	61,61	61,05	61,43	62,02	61,77	61,74	1,86
48	60,0	61,66	61,50	61,27	63,01	62,00	61,71	61,10	61,53	62,17	61,82	61,78	1,91
50	60,0	61,05	61,05	60,81	62,36	61,34	61,36	61,05	61,17	62,07	61,52	61,38	1,55
52	60,0	61,46	61,25	61,17	62,71	61,84	61,61	60,80	61,43	61,77	61,62	61,56	1,91
54	60,0	61,76	61,50	61,37	63,01	62,15	61,71	61,00	61,48	62,07	61,82	61,79	2,01
56	60,0	61,46	61,35	61,22	62,71	61,79	61,71	61,05	61,48	62,17	61,72	61,67	1,66
58	60,0	61,15	61,05	60,81	62,36	61,34	61,36	60,80	61,17	61,77	61,52	61,33	1,56
60	60,0	61,05	61,35	61,17	62,81	61,94	61,61	61,05	61,48	62,07	61,67	61,62	1,76
<b>T. PROM</b>	60,0	61,39	61,28	61,07	62,67	61,74	61,53	60,94	61,35	61,96	61,65	61,56	
<b>T.MAX</b>	60,0	61,76	61,50	61,37	63,01	62,15	61,71	61,10	61,53	62,17	61,82		
<b>T.MIN</b>	60,0	61,05	61,05	60,81	62,36	61,34	61,36	60,80	61,17	61,77	61,52		
<b>DTT</b>	0,0	0,71	0,45	0,56	0,65	0,81	0,35	0,30	0,36	0,40	0,30		

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	63,01	0,24
Mínima Temperatura Medida	60,80	0,25
Desviación de Temperatura en el Tiempo	0,81	0,04
Desviación de Temperatura en el Espacio	1,73	0,12
Estabilidad Medida (±)	0,405	0,020
Uniformidad Medida	2,11	0,13

T.PROM: Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.

Tprom: Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición en un instante dado.

T.MAX: Temperatura máxima.

T.MIN: Temperatura mínima.

DTT: Desviación de temperatura en el tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre de las indicaciones del termómetro propio del medio isoterma. 0,06 °C.

Cód. de Servicio: 01719-A

Cód. FT-T-03 Rev. 03

**PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.**

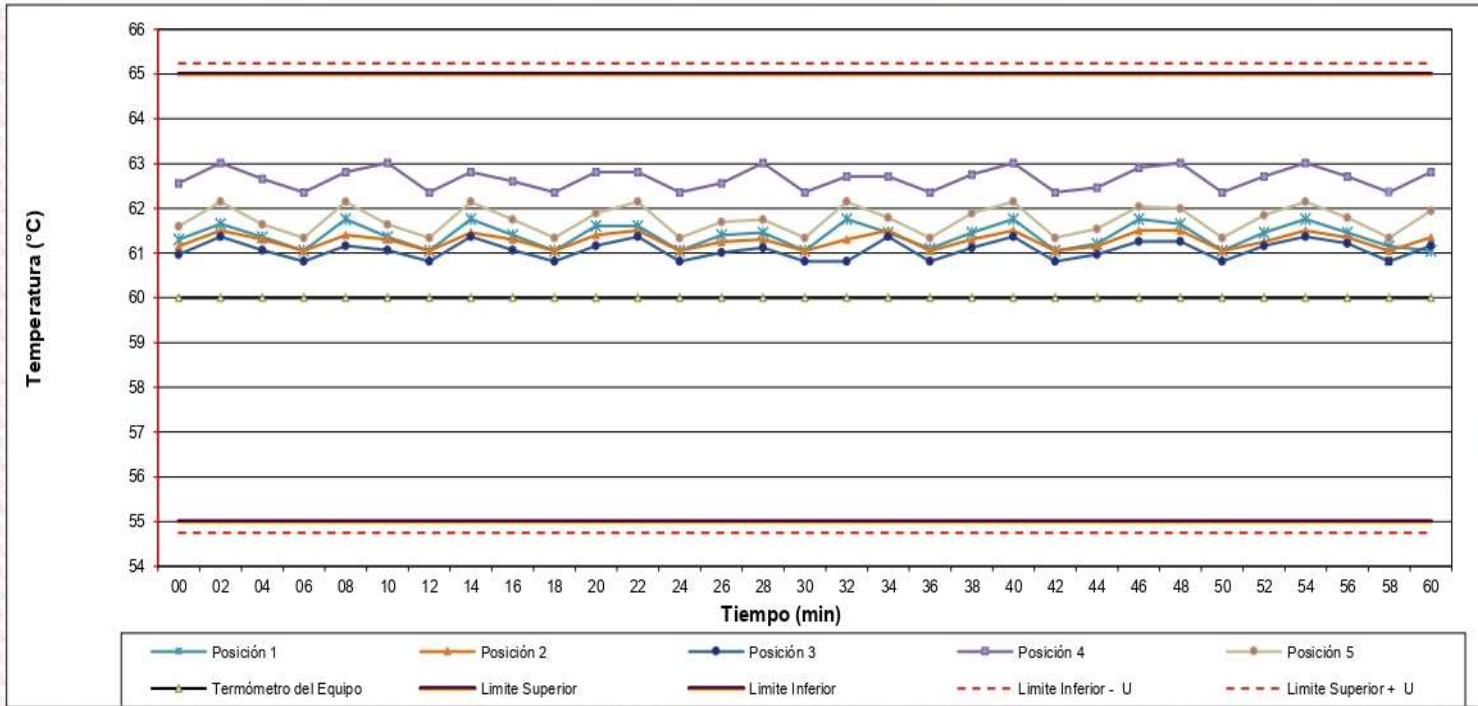
Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209

Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com

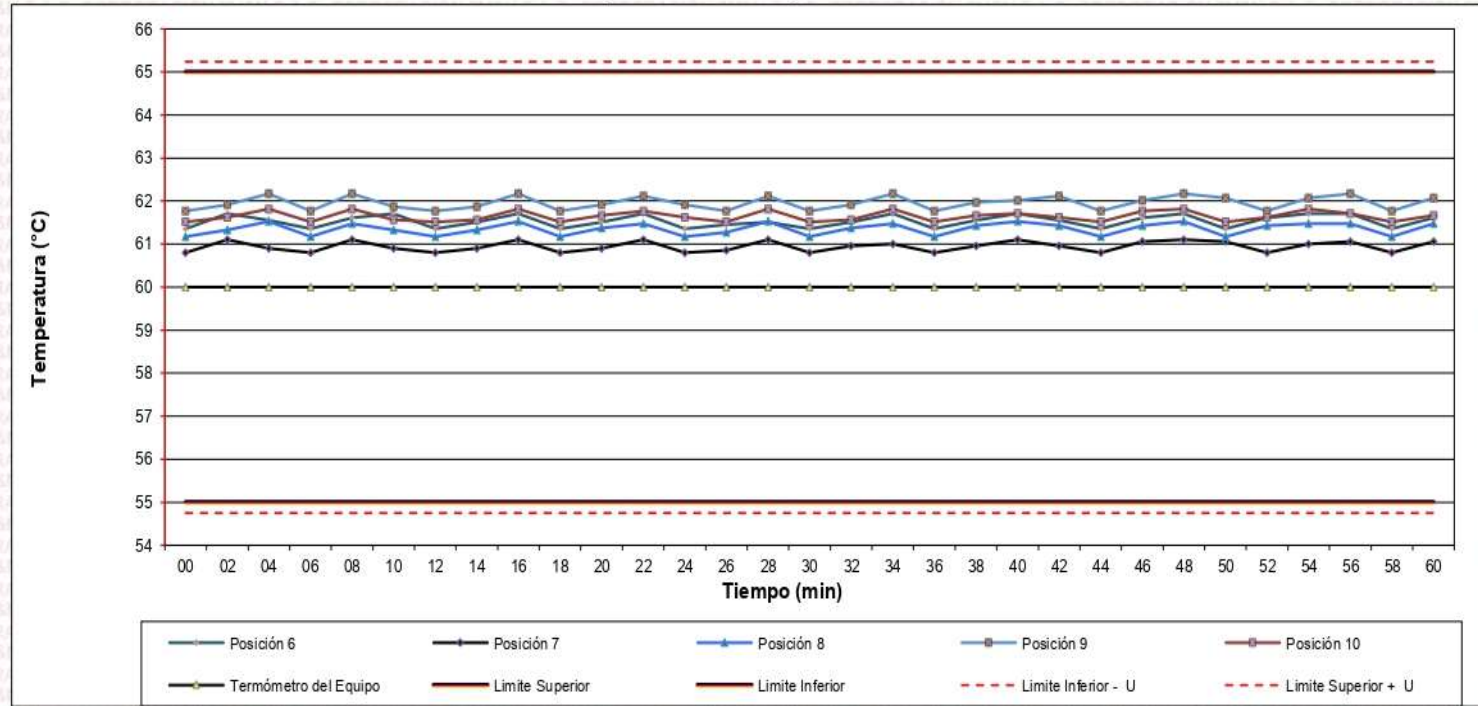




**Distribución de la temperatura en volumen interno del equipo  
Temperatura de trabajo 60 °C ± 5 °C**



**Distribución de la temperatura en volumen interno del equipo  
Temperatura de trabajo 60 °C ± 5 °C**



Cód. de Servicio: 01719-A

Cód. FT-T-03 Rev. 03

**PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.**

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209

Página web: [www.2myn.com](http://www.2myn.com) | Correos: [ventas@2myn.com](mailto:ventas@2myn.com) | [metrologia@2myn.com](mailto:metrologia@2myn.com)



Resultados de medición:

Temperatura de Calibración: 110 °C ± 5 °C

Tiempo (min)	Term. Del equipo (°C)	Indicaciones corregidas de los sensores expresados en (°C)										T. prom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110,0	109,17	109,05	110,04	110,64	109,57	110,10	109,56	110,11	110,78	110,44	109,95	1,73
02	110,0	109,07	108,75	109,89	110,49	109,42	109,81	109,95	110,61	111,27	110,93	110,02	2,52
04	110,0	109,47	109,20	110,39	110,94	110,16	110,25	109,46	110,11	110,78	110,44	110,12	1,74
06	110,0	110,06	109,74	111,04	111,48	110,51	110,80	109,95	110,36	111,03	110,68	110,57	1,74
08	110,0	109,52	109,29	110,49	110,99	109,97	110,35	109,66	110,61	111,27	110,93	110,31	1,98
10	110,0	109,07	108,75	109,84	110,49	109,52	109,81	109,85	110,11	110,78	110,44	109,87	2,03
12	110,0	109,42	109,15	110,44	110,79	110,07	110,20	109,46	110,61	111,27	110,93	110,23	2,13
14	110,0	110,06	109,74	111,04	111,48	110,51	110,80	109,95	110,11	110,78	110,44	110,49	1,74
16	110,0	109,37	109,20	110,24	110,79	109,77	110,25	109,61	110,51	111,17	110,83	110,17	1,98
18	110,0	109,07	108,75	109,84	110,49	109,52	109,81	109,85	110,11	110,78	110,44	109,87	2,03
20	110,0	109,32	109,15	110,34	110,79	110,02	110,20	109,46	110,11	110,78	110,44	110,06	1,64
22	110,0	110,06	109,74	111,04	111,48	110,51	110,80	109,95	110,61	111,27	110,93	110,64	1,74
24	110,0	109,37	109,15	110,34	110,79	109,82	110,20	109,56	110,11	110,78	110,44	110,05	1,64
26	110,0	109,02	108,75	109,84	110,49	109,52	109,81	109,85	110,51	111,17	110,83	109,98	2,43
28	110,0	109,32	109,15	110,34	110,94	110,11	110,20	109,46	110,16	110,83	110,49	110,10	1,79
30	110,0	110,06	109,74	111,04	111,48	110,51	110,80	109,71	110,41	111,08	110,73	110,56	1,78
32	110,0	109,86	108,75	110,74	111,29	109,52	109,81	109,95	110,61	111,27	110,93	110,27	2,54
34	110,0	109,07	109,29	109,84	110,49	110,07	110,35	109,46	110,11	110,78	110,44	109,99	1,71
36	110,0	109,52	109,29	110,49	111,04	110,21	110,35	109,85	110,51	111,17	110,83	110,33	1,88
38	110,0	110,06	109,74	111,04	111,48	110,51	110,80	109,46	110,11	110,78	110,44	110,44	2,03
40	110,0	109,77	109,49	110,69	111,24	110,21	110,55	109,95	110,61	111,27	110,93	110,47	1,78
42	110,0	109,07	108,75	109,84	110,49	109,62	109,81	109,71	110,11	110,78	110,44	109,86	2,03
44	110,0	109,27	109,00	110,24	110,74	109,87	110,06	109,85	110,31	110,98	110,64	110,09	1,98
46	110,0	109,67	109,49	110,64	111,14	110,51	110,55	109,46	110,46	111,12	110,78	110,38	1,68
48	110,0	110,06	109,74	111,04	111,48	109,52	110,80	109,85	110,11	110,78	110,44	110,38	1,96
50	110,0	109,67	109,44	110,64	111,09	110,51	110,50	109,95	110,61	111,27	110,93	110,46	1,83
52	110,0	109,07	108,75	109,84	110,49	109,52	109,81	110,05	110,11	110,78	110,44	109,89	2,03
54	110,0	109,47	109,34	111,04	110,89	109,97	110,40	109,46	110,36	111,03	110,68	110,26	1,69
56	110,0	110,06	109,74	109,84	111,48	110,51	110,80	109,95	110,51	111,17	110,83	110,49	1,74
58	110,0	109,07	109,24	109,99	110,69	109,52	110,30	109,66	110,41	111,08	110,73	110,07	2,01
60	110,0	109,27	109,20	111,04	110,64	109,87	110,25	109,51	110,26	110,93	110,59	110,15	1,84
T. PROM	110,0	109,50	109,24	110,42	110,94	109,98	110,30	109,72	110,33	111,00	110,66	110,21	
T. MAX	110,0	110,06	109,74	111,04	111,48	110,51	110,80	110,05	110,61	111,27	110,93		
T. MIN	110,0	109,02	108,75	109,84	110,49	109,42	109,81	109,46	110,11	110,78	110,44		
DTT	0,0	1,04	0,99	1,20	0,99	1,09	0,99	0,59	0,50	0,49	0,49		

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	111,48	0,24
Mínima Temperatura Medida	108,75	0,20
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1,20	0,04
Desviación de Temperatura en el Espacio	1,76	0,13
Estabilidad Medida (±)	0,60	0,02
Uniformidad Medida	2,54	0,12

T.PROM: Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.

Tprom: Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición en un instante dado.

T.MAX: Temperatura máxima.

T.MIN: Temperatura mínima.

DTT: Desviación de temperatura en el tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre de las indicaciones del termómetro propio del medio isoterma. 0,06 °C.

Cód. de Servicio: 01719-A

Cód. FT-T-03 Rev. 03

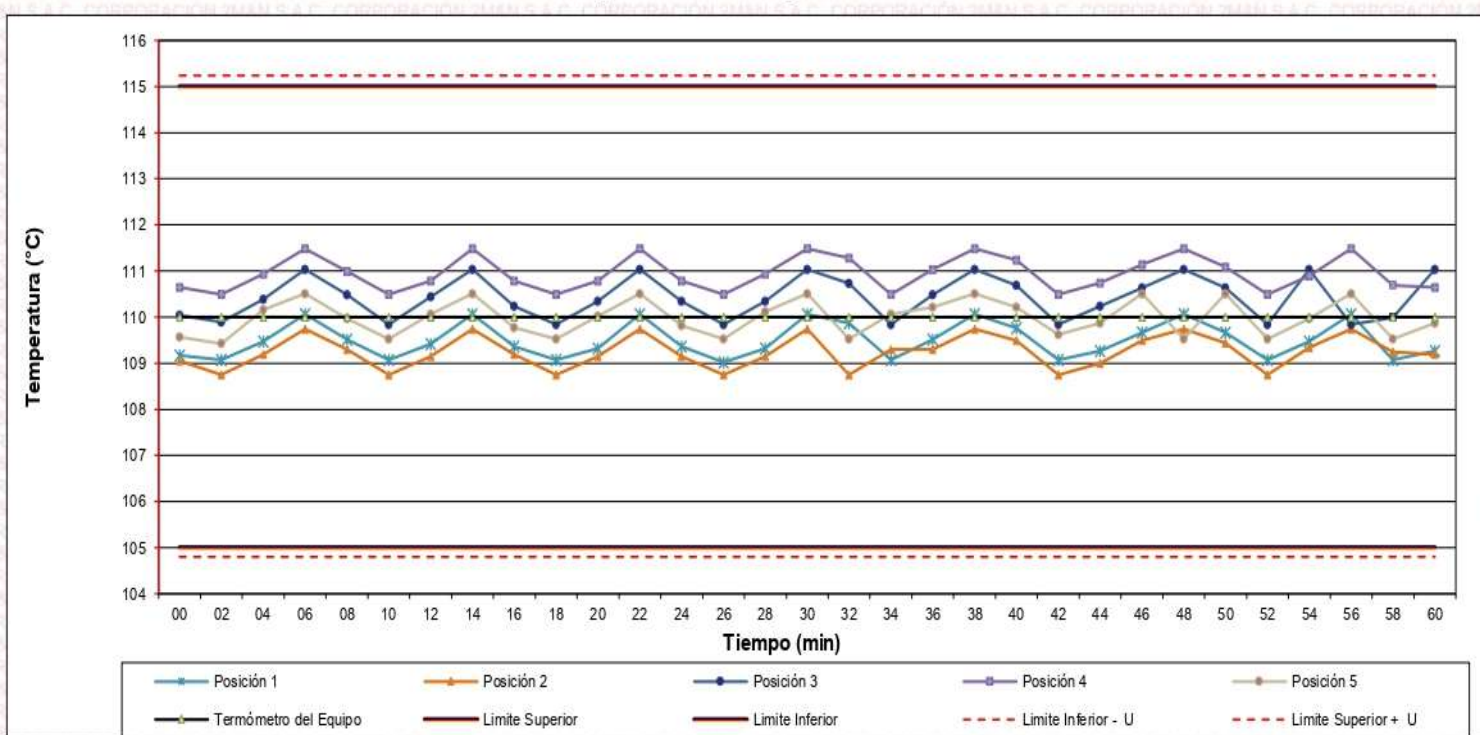
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209

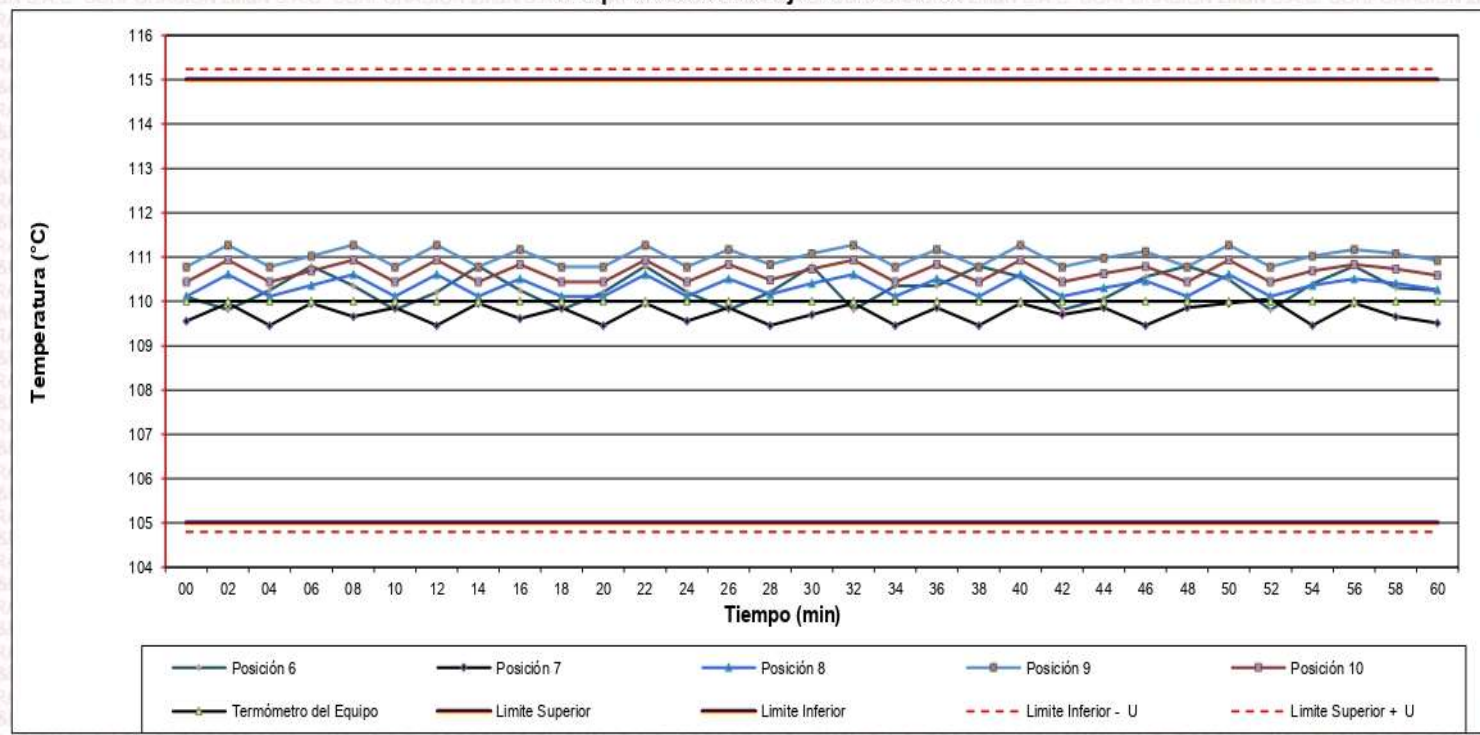
Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com



**Distribución de la temperatura en volumen interno del equipo  
Temperatura de trabajo 110 °C ± 5 °C**

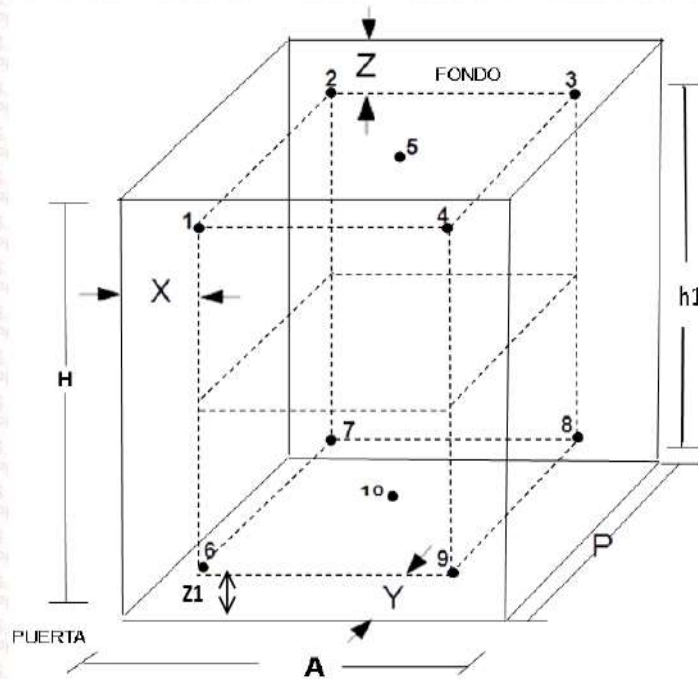


**Distribución de la temperatura en volumen interno del equipo  
Temperatura de trabajo 110 °C ± 5 °C**





**Distribución de los sensores en el volumen interno del equipo**



**Dimensiones internas de la cámara**

**A=** 56,0 cm  
**P=** 45,0 cm  
**H=** 56,0 cm

**Ubicación de los sensores**

**X=** 5,6 cm      **Z=** 14,0 cm  
**Y=** 5,6 cm      **Z1=** 8,5 cm

**Distancias entre planos**

**h1=** 33,5 cm

**Ubicación de parrillas durante la calibración:**

Distancia de la parrilla superior a: 31,0 cm por encima de la base interna.  
Distancia de la parrilla inferior a: 10,0 cm por encima de la base interna.

**NOTA**

- Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.
- Los sensores del 1 al 5 están ubicados a 11,0 por encima de la parrilla superior.
- Los sensores del 6 al 10 están ubicados a 1,5 por debajo de la parrilla inferior.

**Fotografía del Interior del Equipo**



**FIN DEL DOCUMENTO**



Anexo 17. Certificado de calibración del Vernier Digital



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LC-022



Registro N° LC - 022

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° CL-041-2022

Fecha de emisión: 2022-06-01  
Expediente: 1219-2022

Página 1 de 3

**SOLICITANTE** : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.  
**Dirección** : Av. Próceres de la Independencia Nro. 2236 Apv.  
San Hilarión Lima - San Juan de Lurigancho - Lima

UNIMETRO S.A.C. ofrece a la industria y laboratorios de ensayo en general, los servicios de calibración de equipos e instrumentos de medición, contando para ello con un laboratorio equipado con equipos de alta tecnología y patrones trazables a patrones nacionales y patrones de referencia (DM-INACAL).

**UNIDAD BAJO PRUEBA** : PIE DE REY  
**Marca** : INSIZE  
**Modelo** : 1108-300W  
**Cód. fábrica** : No Indica  
**Número de serie** : 1002171539  
**Cód. de identificación** : EML-003  
**Ubicación** : No Indica  
**Alcance Indic.** : 0 mm a 300 mm;  
0 in a 12 in  
**Resolución** : 0,01 mm; 0,0005 in  
**Tipo de Indicación** : Digital  
**Procedencia** : No Indica

Los resultados del presente certificado sólo son válidos para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

UNIMETRO S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo e instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de calibración que figuran en este documento.

**DE LA CALIBRACIÓN**  
**Fecha** : 2022-06-01  
**Lugar** : Laboratorio de Calibración de UNIMETRO S.A.C.  
**Método** : Según el PC-012 Procedimiento de calibración de pie de rey 5ta. Edición, Agosto 2012, SNM-

El usuario debe recalibrar sus equipos en intervalos adecuados, teniendo como base las características del trabajo realizado así como el mantenimiento del instrumento y el tiempo de vida del mismo.

**RESULTADO DE LAS MEDICIONES**

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento. La incertidumbre de la medición que se presenta esta basada en una incertidumbre estándar multiplicado por un factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.

**CONDICIONES AMBIENTALES**

Temperatura	20,0 °C ± 2,0 °C
-------------	------------------

**TRAZABILIDAD**

Los resultados de la calibración tienen trazabilidad a los patrones de referencia del Laboratorio Nacional y/o laboratorios acreditados, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia del INACAL-DM	Bloques Patrón de Longitud IL-04	LLA-C-074-2019 - INACAL-DM
Patrones de referencia del INACAL-DM	Varillas Cilíndricas IL-15	LLA-200-2021 - INACAL-DM
Patrones de referencia del INACAL-DM	Anillo Patrón IL-14	LLA-174-2021 - INACAL-DM

**OBSERVACIONES**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO" en el instrumento.
- La periodicidad de la calibración está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.



Ing. Malsés A. Inga Chucos  
Gerente de Metrología  
Reg. CIP N° 137294

INGENIERÍA EN METROLOGÍA

Av. Gran Chimú N° 451 Urb. Zárate, San Juan de Lurigancho - Lima  
Telf.: 376-8271 Cel.: 998446498 Entel: 981 421 743 RPM; #998446498  
Web: www.unimetrosac.com E-mail: ventas@unimetrosac.com / unimetrosac@hotmail.com



**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

ERROR DE REFERENCIA INICIAL (I): 0  $\mu\text{m}$

ERROR DE INDICACIÓN DEL PIE DE REY PARA MEDICION DE EXTERIORES

VALOR PATRÓN (mm)	PROMEDIO DE INDICACIÓN DEL PIE DE REY (mm)	ERROR ( $\mu\text{m}$ )
0,000	0,000	0
50,000	50,010	10
100,000	100,004	4
150,000	150,011	11
200,000	200,021	21
300,001	300,031	30

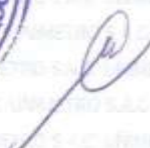
VALOR PATRÓN (mm)	ERROR DE CONTACTO DE LA SUPERFICIE PARCIAL (E) ( $\mu\text{m}$ )
300,00	10

VALOR PATRÓN (mm)	ERROR DE REPETIBILIDAD (R) ( $\mu\text{m}$ )
300,00	10

VALOR PATRÓN (mm)	ERROR DE CAMBIO DE ESCALA DE EXTERIORES A INTERIORES (S+E) ( $\mu\text{m}$ )
30,00	-53

VALOR PATRÓN (mm)	ERROR DE CAMBIO DE ESCALA DE EXTERIORES A PROFUNDIDAD (SP-E) ( $\mu\text{m}$ )
30,00	27

VALOR PATRÓN (mm)	ERROR DE CONTACTO LINEAL (L) ( $\mu\text{m}$ )
9,98	0

**INGENIERÍA EN METROLOGÍA**

Av. Gran Chimú N° 451 Urb. Zárate, San Juan de Lurigancho - Lima

Tel.: 376-8271 Cel.: 998446498 Entel: 981 421 743 RPM: #998446498

Web: www.unimetrosac.com E-mail: ventas@unimetrosac.com / unimetrosac@hotmail.com



VALOR PATRÓN (mm)	ERROR DE CONTACTO DE SUPERFICIE COMPLETA (J) (µm)
30,00	0

VALOR PATRÓN (mm)	ERROR DEBIDO A LA DISTANCIA DE CRUCE DE LAS SUPERFICIES DE MEDICIÓN PARA MEDICIÓN DE INTERIORES (K) (µm)
5,00	10

Incertidumbre del error de indicación del pie de rey:  $[(32,62^2 + 0,008^2 * L^2)]^{1/2} \mu\text{m}$   
L: indicación del pie de rey expresado en milímetros

- Nota 1: Error de indicación del pie de rey para medición de interiores = Error de Indicación de exteriores + Error de cambio de escala de exteriores a interiores (SE<sub>1</sub>)
- Nota 2: Error de indicación del pie de rey para medición de profundidad = Error de Indicación de exteriores + Error de cambio de escala de exteriores a profundidad (SE<sub>2</sub>)
- Nota 3: El instrumento tiene un error máximo permisible de  $\pm 30 \mu\text{m}$ , según norma DIN 862-1988.



FIN DEL DOCUMENTO




**INGENIERÍA EN METROLOGÍA**

Av. Gran Chimú N° 451 Urb. Zárate, San Juan de Lurigancho - Lima  
Telf.: 376-8271 Cel.: 998446498 Entel: 981 421 743 RPM; #998446498  
Web: www.unimetrosac.com E-mail: ventas@unimetrosac.com / unimetrosac@hotmail.com



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, MARIA YSABEL GARCIA ALVAREZ, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "Diseño de elementos estructurales con concreto celular de una vivienda multifamiliar de 4 niveles, Huachipa, Lurigancho 2022", cuyos autores son CABEZAS SOLIS JAVIER, PEÑA ENRIQUEZ ALESSANDRO RAFAEL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 22.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 22 de Diciembre del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
MARIA YSABEL GARCIA ALVAREZ <b>DNI:</b> 21453567 <b>ORCID:</b> 0000-0001-8529-878X	Firmado electrónicamente por: MGARCIALV el 03- 03-2023 21:33:07

Código documento Trilce: TRI - 0498753