



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Diseño Estructural de un Edificio 5 Niveles, Empleando
Cenizas Volantes en Pórticos, Vista Alegre, Villa María del
Triunfo 2021**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTORES:

Cebrian Aldunate Luis Enrique (ORCID: 0000-0003-4093-8784)

Vera Pujaico Elvis Favio (ORCID: 0000-0001- 9598-9664)

ASESOR:

Msc. Paccha Rufasto, Cesar Augusto (ORCID: 0000-0003-2085-3046)

LINEA DE INVESTIGACIÓN:

DISEÑO SÍSMICO Y ESTRUCTURAL

LIMA – PERÚ

2021

Dedicatoria

Dedico la presente tesis a mi esposa que siempre está apoyándome anímicamente y motivándome a seguir luchando por mis sueños, asimismo se lo dedico a mis padres, hermanos y demás familiares quienes están ahí apoyándome de una u otra manera en todo a lo largo de la carrera.

Vera Pujaico Elvis Favio

Dedico la presente tesis a mis padres y hermanos quien cada día estuvieron conmigo apoyándome, pese a todas las adversidades y me motivaron a seguir adelante. En general a toda mi familia y amigos que me apoyaron durante la etapa de la carrera.

Cebrian Aldunate Luis Enrique

Agradecimiento

En primer lugar, agradezco a Dios por bendecir a mi familia y a mi persona, seguidamente quiero agradecer a mi esposa por brindarme su apoyo incondicional, así como también a mis padres, hermanos y familiares, además de ello agradezco a mis profesores quienes me brindaron sus conocimientos y a los ingenieros por enseñarme y permitirme desarrollar mis conocimientos y así ir enriqueciendo mis habilidades y demostrando de lo que puedo ser capaz en el campo.

Vera Pujaico Elvis Favio

Mi agradecimiento a mi asesor que nos guio por este camino y siempre resolvió nuestras dudas. También a la universidad por ser mi segundo hogar por estos largos 5 años, a todos los docentes que me motivaron a seguir adelante y me brindaron su conocimiento para poder ejercer la carrera, así mismo a mis padres que me apoyaron ya sea en lo económico como en lo motivacional.

Cebrian Aldunate Luis Enrique

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vii
Resumen.....	x
Abstract.....	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA.....	18
3.1. Tipo y diseño de investigación	19
3.2. Variables y operacionalización	19
3.3. Población, muestra y muestreo.....	22
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	22
3.5. Procedimientos	23
3.6. Método de análisis de datos	24
3.7. Aspectos éticos.....	24
IV. RESULTADOS	25
V. DISCUSIÓN.....	96
VI. CONCLUSIONES.....	101
VII. RECOMENDACIONES	104
REFERENCIAS.....	106
ANEXOS	113

Índice de tablas

Tabla 1: Factor por zonas.....	10
Tabla 2: Porcentaje de ceniza volante	16
Tabla 3: Resistencias obtenidas.....	16
Tabla 4: Ensayo corte directo.....	32
Tabla 5: Detalles de zapatas.....	34
Tabla 6: Composición química de las cenizas volantes	35
Tabla 7: Granulometría de agregado fino.....	36
Tabla 8: Peso unitario de agregado fino.....	37
Tabla 9: Peso unitario compactado de agregado fino	38
Tabla 10: Peso específico de agregado fino	38
Tabla 11: Granulometría de agregado grueso.....	40
Tabla 12: Peso unitario de agregado grueso	41
Tabla 13: Peso unitario compactado de agregado grueso	41
Tabla 14: Peso específico de agregado grueso	42
Tabla 15: Diseño de mezcla	43
Tabla 16: Resistencia promedio	43
Tabla 17: Asentamiento	43
Tabla 18: Cantidad de agua unitaria	44
Tabla 19: Contenido de aire	44
Tabla 20: Relación a/c.....	45
Tabla 21: Cantidad de agregado grueso	46
Tabla 22: Diseño de mezcla 210 kg/cm ²	51
Tabla 23: Resultados de resistencia a los 7 días	51
Tabla 24: Resultado de resistencia a los 14 días	53
Tabla 25: Resultado de resistencia a los 28 días	55
Tabla 26: Resumen de Resultados de las resistencias obtenidas	57
Tabla 27: Resultados de porosidad.....	58
Tabla 28: Análisis de costo unitario concreto tradicional.....	58
Tabla 29: Análisis de costo unitario concreto incorporando cenizas volantes ..	59
Tabla 30: Categoría de la edificación	61

Tabla 31: Peso según la categoría de edificación	62
Tabla 32: Periodo fundamental	71
Tabla 33: Valores de cortante basal en dirección X-X e Y-Y.....	75
Tabla 34. Desplazamiento lateral en X-Y	77
Tabla 35. Cortes de losa aligerada.....	79
Tabla 36. Ensanchamiento de losa aligerada.....	80
Tabla 37. Longitudes de la losa.....	80
Tabla 38. Refuerzo por flexión de viga VP1 0.30X0.55.....	82
Tabla 39. Refuerzo por flexión de viga VP2 0.25x0.55	82
Tabla 40. Combinaciones de PL-1	89
Tabla 41. Combinaciones de PL-6	91

Índice de figuras

Figura N° 1. Resistencia sísmica del edificio	8
Figura N° 2. Zonas Sísmicas.....	9
Figura N° 3. Consideración estructural.....	11
Figura N° 4: Cenizas Volantes	13
Figura N° 5: Partículas de cenizas volantes.....	14
Figura N° 6. Proceso de obtención de ceniza volante.....	15
Figura N° 7. Ensayos de laboratorio.....	23
Figura N° 8. Levantamiento topográfico	26
Figura N° 9. Cuadro de coordenadas.....	27
Figura N° 10. Parámetros sísmicos.....	28
Figura N° 11. Excavación de Calicatas	28
Figura N° 12. Ensayos realizados en el laboratorio de mecánica de suelos	29
Figura N° 13. Análisis granulométrico de suelos por tamizado	31
Figura N° 14. Grafico de ensayo corte directo	33
Figura N° 15. Contenido de sulfatos.....	35
Figura N° 16. Curva Granulométrica de agregado fino	37
Figura N° 17. Curva granulométrica de agregado grueso	41
Figura N° 18. Diagrama de barras, resistencia del concreto a los 7 días.....	52
Figura N° 19. Diagrama de barras, resistencia del concreto a los 14 días.....	54
Figura N° 20. Diagrama de barras, resistencia del concreto a los 28 días.....	56
Figura N° 21. Diagrama de barras, resistencia promedio del concreto 7,14 y 28 días	57
Figura N° 22. Casos de sobrecarga según espesor de losa	60
Figura N° 23. Espesor de aligerados.....	60
Figura N° 24. Normativa ACI para predimensionar columnas.....	62
Figura N° 25. Áreas tributarias para pre dimensionamiento de las columnas y zapatas.....	63
Figura N° 26. Normativa para pre-dimensionar zapatas	64

Figura N° 27. Concreto incorporando 10 % de ceniza volante = $F'c = 270 \text{ kgf/cm}^2$	66
Figura N° 28. Modelo de estructura.....	67
Figura N° 29. Configuración de porcentaje de carga para estimación de peso sísmico.	67
Figura N° 30. Vista en planta de la estructura	68
Figura N° 31. Cargas vivas y muertas consideradas en la estructura	69
Figura N° 32. Cargas muertas en vigas por muro perimetral y por parapetos .	69
Figura N° 33. Espectro sísmico para análisis en dirección X-X y en Y-Y	70
Figura N° 34. Modos de vibración	71
Figura N° 35. Escala de cortantes en X y en Y	72
Figura N° 36. Peso de la edificación por piso.....	72
Figura N° 37. Fuerzas cortantes en X	73
Figura N° 38. Fuerzas cortantes en Y	73
Figura N° 39. Cortante basal dinámica en dirección X-X e Y-Y	74
Figura N° 40. Cortante basal estática en dirección X-X e Y-Y	75
Figura N° 41. Derivadas calculadas en dirección X-X.....	76
Figura N° 42. Derivadas calculadas en dirección Y-Y	76
Figura N° 43. Desplazamiento de la estructura en dirección X-X e Y-Y.....	76
Figura N° 44. Derivas de la estructura en dirección X-X e Y-Y.	77
Figura N° 45. Diseño de losa aligerada.....	77
Figura N° 46. Verificación por corte de losa aligerada	79
Figura N° 47. Momentos en vigas VP1 0.30x0.55m – Eje B-B.....	81
Figura N° 48. Momentos en vigas VP1 0.30x0.50m– Eje B-B (Combinación E)	81
Figura N° 49. Diagrama de momento flector en viga VP1 0.30X0.55.....	82
Figura N° 50. Diagrama de momento flector de viga VP2 0.25x0.55	82
Figura N° 51. Diagrama de fuerza cortante en vigas VP1 0.30X0.55.....	83
Figura N° 52. Cálculos para diseño de VP1	83
Figura N° 53. Diagrama de fuerza cortante en vigas VP2 0.25X0.55.....	84
Figura N° 54. Cálculos de diseño para VP2	84
Figura N° 55. Momento y fuerza axial en columnas C-1	85
Figura N° 56. Capas de acero para C1	85
Figura N° 57. Diagrama de interacción en C1	86

Figura N° 58. Momento, fuerza axial y cortante en C2.....	86
Figura N° 59. Capas de acero para C2	87
Figura N° 60. Diagrama de interacción en C2.....	88
Figura N° 61. Diagrama de interacción de la Placa PL-1 en X-X	89
Figura N° 62. Diagrama de interacción de la Placa PL-1 en Y-Y	90
Figura N° 63. Cálculos para el diseño de la placa PL-1	90
Figura N° 64. Diagrama de interacción de la Placa PL-6 en X-X	91
Figura N° 65. Diagrama de interacción de la Placa PL-6 en Y-Y	92
Figura N° 66. Cálculos para el diseño de la placa PL-6	93

Resumen

Nuestra tesis titulada “Diseño Estructural de un Edificio de 5 Niveles, Empleando cenizas Volantes en Pórticos, Vista Alegre, Villa María del Triunfo 2021”, tiene la finalidad de demostrar la eficiencia de las cenizas volantes en sustitución del cemento en pequeñas proporciones, tales como 5%, 10% y 15%, para un diseño de mezcla de 210 kg/cm², para el diseño de un edificio de 5 niveles en el distrito de Villa María del Triunfo – Lima, en el cual para empezar a realizar este proyecto se realizaron los estudios básicos, como son el estudio de suelo, y un levantamiento topográfico, en el cual se obtuvo las coordenadas para así tener la ubicación exacta y el área donde se desarrolló el proyecto.

Para lograr cumplir con el objetivo se realizaron una serie de ensayos tanto de los agregados según la norma ASTM, además de ello se realizó los ensayos a la ceniza volante donde se determinó sus porcentajes de sus propiedades físicas y composición química. El fin de la sustitución de cemento por ceniza volante es la reducción de la permeabilidad y su incremento en la resistencia, ya que la composición química de la ceniza volante tiene las propiedades de incrementar su resistencia, en tal sentido para este proyecto se realizó con tres proporciones para un diseño de mezcla de 210 kg/cm², con una relación agua cemento de 0.56 tal como lo detalla el RNE E 060 de concreto armado. La sustitución de cemento por ceniza volante se realizó en tres proporciones 5%, 10% y 15%, en las cuales fueron sometidos a ensayos de resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días para verificar su resistencia, del mismo modo se sometió a ensayos de permeabilidad a los 28 días para verificar el porcentaje de poros permeables.

Los resultados obtenidos a los 28 días de las muestras realizadas se logró obtener una buena resistencia para la muestra con 10% de ceniza volante siendo la mejor proporción logrando así llegar a 272.2 kg/cm², y el porcentaje de poros permeables de 1.8% teniendo una diferencia menor de 0.5% a la muestra patrón, del mismo modo las tres proporciones propuestas lograron sobrepasar la resistencia del diseño general, siendo así que a los 28 días se alcanzó una resistencia mínima de 238.8 kg/cm² para la muestra patrón con 0% de ceniza volante, seguido de ello con 248.5 kg/cm² para la muestra con 15% de ceniza volante, 261.3% para la muestra con 5% de ceniza volante, y obteniendo el

máximo resultado de resistencia con 272.2% kg/cm² para la muestra con 10% de ceniza volante, del mismo modo los resultados del ensayo de permeabilidad nos muestran una reducción de porcentajes de poros permeables, obteniendo así 2.3% de poros permeables para la muestra patrón con 0% de ceniza volante, 2% para la muestra con 5% de ceniza volante, 1.8% para la muestra con 10% de ceniza volante y 1.7% para la muestra con 15% de ceniza volante, en el cual se concluye que a mayor cantidad de ceniza volante menor porcentaje de poros permeables, pero mas no para la resistencia ya que a mayor proporción de ceniza volante va reduciendo su resistencia, por tal motivo se deben desarrollar ensayos mayores a los 28 días para así corroborar si se sigue manteniendo o aumentando su resistencia y el porcentaje de poros.

Además de ello cabe precisar que para realizar el diseño estructural nos basamos en las normas de diseño tales como la E 020 de cargas, E 030 de diseño sismorresistente, E 050 de suelos y cimentaciones, E 060 de concreto armado, E 070 de albañilería y la E 090 de acero, además de ello se utilizó el software de etabs para así realizar un análisis estructural más detallado.

Palabras claves: Ceniza volante, permeabilidad, porosidad, compresión, resistencia, análisis y predimensionamiento.

Abstract

Our research project entitled "Structural Design of a 5-Level Building, Using Flying Ash in Pórticos, Vista Alegre, Villa María del Triunfo 2021", has the purpose of demonstrating the efficiency of fly ash as a substitute for cement in small proportions, such as 5%, 10% and 15%, for a 210 kg / cm² mixture design, for the design of a 5-story building in the Villa María del Triunfo district - Lima, in which to start doing this Basic studies were carried out, such as the soil study, and a topographic survey, in which the coordinates were obtained in order to have the exact location and area where the project was developed.

In order to achieve the objective, a series of tests were carried out on both the aggregates according to the ASTM standard, in addition to this, the tests were carried out on the fly ash where its percentages of its physical properties and chemical composition were determined. The purpose of replacing cement with fly ash is to reduce permeability and increase its resistance, since the chemical composition of fly ash has the properties of increasing its resistance, in this sense, for this project it was carried out with three proportions for a mix design of 210 kg / cm², with a water-cement ratio of 0.56 as detailed in RNE E 060 for reinforced concrete. The substitution of cement for fly ash was carried out in three proportions 5%, 10% and 15%, in which they were subjected to compression resistance tests at 7, 14 and 28 days to verify their resistance, in the same way subjected to permeability tests at 28 days to verify the percentage of permeable pores.

The results obtained at 28 days of the samples carried out, it was possible to obtain a good resistance for the sample with 10% of fly ash being the best proportion, thus achieving 272.2 kg / cm², and the percentage of permeable pores of 1.8% having a difference of less than 0.5% to the standard sample, in the same way the three proposed proportions managed to exceed the resistance of the general design, thus being that at 28 days a minimum resistance of 238.8 kg / cm² was reached for the standard sample with 0% of fly ash, followed by 248.5 kg / cm² for the sample with 15% fly ash, 261.3% for the sample with 5% fly ash, and obtaining the maximum resistance result with 272.2% kg / cm² for the sample with 10% of fly ash, in the same way the results of the permeability

test show us a reduction of percentages of permeable pores, thus obtaining 2.3% of permeable pores for the standard sample with 0% of fly ash, 2% for the m The sample with 5% fly ash, 1.8% for the sample with 10% fly ash and 1.7% for the sample with 15% fly ash, in which it is concluded that the higher the amount of fly ash, the lower the percentage of permeable pores, but not for resistance, since the higher the proportion of fly ash it reduces its resistance, for this reason tests greater than 28 days must be carried out in order to corroborate whether it continues to maintain or increase its resistance and the percentage of pores.

In addition, it should be noted that to carry out the structural design we are based on design standards such as E 020 for loads, E 030 for earthquake-resistant design, E 050 for soils and foundations, E 060 for reinforced concrete, E 070 for masonry and the E 090 of steel, in addition to this, the etabs software was used to carry out a more detailed structural analysis.

Keywords: Fly ash, permeability, porosity, compression, resistance, analysis and predimensioning.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente la utilización del concreto es más empleada en las construcciones a nivel nacional. La preparación de este material demanda la utilización de adiciones de diversa naturaleza, con la finalidad que obtengamos un concreto alta resistencia, por tal sentido se propuso como opción utilizar las cenizas volantes por sus características como adición a la dosificación del concreto para reducir el uso del cemento y a su vez reducir costos. Con este material obtendremos una mayor resistencia, durabilidad y trabajabilidad, además siendo este un contaminante para el ecosistema, el empleo resultaría ser beneficioso porque reduciríamos el impacto ambiental.

(Cifuentes & Ferrer, 2017) citan que la ceniza volante forma un residuo ecológico bastante problemático que tienen que desechar las centrales de energía termoeléctrica obviando que se mantengan en los almacenes donde son amontonados y ubicado a la intemperie. Este hábito hace una amenaza hacia el ambiente debido al trato con el suelo, agua y aire.

(Valdez, Durán , Rivera, & Juárez, 2016) mencionan que las relaciones mínimas del agua y cemento, adquiridos en efecto de la agregación de las cenizas volantes, admiten disminuir la tracción por secado y la resistencia a la abrasión en concreto fluidos. En conclusión, se logró consolidar las pruebas técnicas y ecológicas para seguir impulsando la utilización de concretos con cenizas volantes.

En nuestro país con el paso del tiempo se han visto viviendas defectuosas, con estructuras agrietadas debido al mal diseño estructural de la vivienda, esto genera un gran problema a la sociedad debido a que serían vulnerables ante una actividad sísmica.

Las cenizas volantes a usar serán las de la Central Termoeléctrica Ilo 21 en Moquegua, es una central que general electricidad mediante el carbón y se encuentra al sur de Ilo. Esta central se encuentra operando comercialmente desde agosto del 2000.

(Molina, Moragues, & Gálvez, 2018) nos dice que las cenizas volantes extraídas producto de la calcinación del carbón usado como combustible en la producción de electricidad, se considera contaminante, resultando ser provecho cuando se adicional al concreto, en pequeños porcentajes mejora la resistencia, se

recomienda de un 5% hasta 25% ya que no influiría de forma significativa la conducta mecánica del material.

La zona donde se llevará a cabo nuestro proyecto, está en un sector de elevada vulnerabilidad sísmica, lo cual las estructuras podrían sufrir graves daños y afecta la integridad de las personas. Por ello este proyecto surge con la idea de utilizar las cenizas volantes en la dosificación del concreto para realizar un diseño estructural de un edificio de cinco niveles, con la finalidad de reducir la utilización del cemento y reducir costos. Además, reduciríamos la contaminación ambiental porque las cenizas volantes son residuos muy contaminantes. y a su vez hacer un diseño estructural de una vivienda de alta resistencia frente a los movimientos sísmico.

Basándonos en nuestra problemática, planteamos los posteriores problemas de nuestra investigación:

El problema general de nuestra investigación es ¿De qué manera influye las cenizas volantes en el diseño estructural de un edificio de 5 niveles en Vista Alegre, Villa María del Triunfo 2021?

Los problemas específicos de la investigación fueron los siguientes:

- a) ¿Cuál es la proporción más eficiente de las cenizas volante en la dosificación del concreto?
- b) ¿Cuál es el comportamiento mecánico del concreto con la incorporación de ceniza volante?
- c) ¿Cómo influye las cenizas volantes en el comportamiento estructural de un edificio de 5 niveles en Vista Alegre, Villa María del Triunfo 2021?

La justificación es de forma práctica, porque buscamos utilizar un nuevo material en la dosificación del concreto para el diseño estructural de un edificio de 5 niveles a menor costo, sismorresistente y viable a menor tiempo.

Siendo el sector de investigación de alta vulnerabilidad sísmica, se observó que la mayoría de viviendas no cuenta con un diseño y ni la presencia de un ingeniero, esto impulsa para hacer una mejora y modernización en la construcción de una edificación.

Se busca la utilización de cenizas volantes en la dosificación del concreto para el diseño estructural de un edificio de 5 niveles, haciendo uso de los procedimientos de diseño que se deberán implementar para avalar el correcto funcionamiento de la estructura y así constituir una solución resistente, digna, sostenible y segura. También lograr reducir las cenizas volantes expuestas al ambiente, a su vez aminorar la utilización del cemento. Además, reutilizando un material residual contaminante reduciríamos el impacto ambiental.

Para nuestro objetivo general nos planteamos, Determinar de qué manera influye las cenizas volantes en el diseño estructural de un edificio de 5 niveles en Vista Alegre, Villa María del Triunfo 2021.

Los objetivos específicos fueron:

- a) Determinar cuál es la proporción más eficiente de las cenizas volantes en la dosificación del concreto.
- b) Determinar cuál es el comportamiento mecánico del concreto con la incorporación de ceniza volante.
- c) Determinar cómo influye las cenizas volantes en el comportamiento estructural de un edificio de 5 niveles en Vista Alegre, Villa María del Triunfo 2021.

La hipótesis general fue Las cenizas volantes influyen significativamente en el diseño estructural de un edificio de 5 niveles en Vista Alegre, Villa María del Triunfo 2021.

Las hipótesis específicas de la investigación son:

- a) La proporción más eficiente de las cenizas volantes en la dosificación del concreto es del 10%.
- b) El comportamiento mecánico del concreto con la incorporación de cenizas volantes, mejora la resistencia a la compresión y permeabilidad.
- c) Las cenizas volantes influyen significativamente en el comportamiento estructural de un edificio de 5 niveles en Vista Alegre, Villa María del Triunfo 2021.

II. MARCO TEÓRICO

En nuestra investigación consideraremos antecedentes internacionales tanto como nacionales, esto servirán de guía y tendremos la metodología de diseño de diferentes autores.

Según (Díaz & Sarmiento, 2020) en su tesis desarrollada en la ciudad de Bogotá en su tesis titulada “CONCRETO A BASE DE CENIZAS VOLANTES ACTIVADAS ALCALINAMENTE, MODIFICANDO CON NANOPARTÍCULAS DE ÓXIDO DE SILICIO Y DIÓXIDO DE TITANIO” tuvo como objetivo comparar las características físicas y mecánicas y demostrar los aportes de los nanomateriales a este tipo de materiales. Se logro la activación alcalina de cenizas volantes analizando el tipo de activador alcalino, el cual fue hidróxido de sodio de 9 moles, la proporción optima fueron de 2.89/1 y 0.58. La temperatura y el tipo de curado fue realizado a 110°C durante 48 horas. Como resultado mejora la manejabilidad de la mezcla.

Así mismo el ingeniero civil Arbeláez, G (2016) de la ciudad de Colombia en un artículo (360 en concreto) que lleva por título “La importancia de las cenizas volantes en la producción de concreto” nos dice que las cenizas volantes es uno de los agregados que se puede adicionar al cemento y es un material muy bien visto a nivel internacional y mundial principalmente por las industrias o las fábricas de concreto, ya que este material (ceniza volante) cuenta y cumple con ciertos parámetros fisicoquímicos que tiene la capacidad de realizar o desarrollar grandes propiedades aglomerantes, una vez mezclado con el cemento y es así donde presenta una de sus propiedades muy importantes que es la trabajabilidad, resistencia, durabilidad, etc. del concreto, además, de ello tiene el gran beneficio de reducir la contaminación ambiental y bajar los costos del presupuesto de cualquier proyecto donde se decida emplear la ceniza volante, es un material reutilizable que es generado por las centrales termoeléctricas.

Según Chuquihuaraca y Crisóstomo (2020) en su tesis titulada “Sustitución de Cemento por Ceniza Volante y su Efecto en la Permeabilidad del Concreto 280 kg/cm² para Estructuras Hidráulicas Lima - 2020” nos dicen que Al sustituir cemento por ceniza volante la utilización de agua será mucho más baja ya que su forma de la ceniza volante es circular. El comportamiento sobre la combinación de los componentes de la ceniza volante hace que las reacciones

ante la hidratación sean mucho más lentas y por lo tanto esto hace que el tiempo de curación sea mucho más largo para que así se obtenga una estructura mucho más fuerte y resistente ante cualquier anomalía o patologías que se pueda presentar.

Según (Contreras & Peña, 2017) en su investigación sobre “Análisis de la Resistencia a la Comprensión y Permeabilidad en el Concreto Adicionando Dosificaciones de Cenizas Volantes de Carbón en la Mezcla” nos dice que al agregar pequeñas porciones de ceniza volante al concreto remplazando parte del cemento por este material hace que aumente la resistencia de las estructura en cuanto a soportar mucho más peso además de ello hace que la permeabilidad sea reducido en el concreto, si bien es cierto el uso de cenizas volantes no es muy usado, pero tiene grandes propiedades como mejorar la resistencia del concreto en una dosificación equilibrada según los porcentajes, además de ello tiene la propiedad de reducir la penetración de líquido o de agua en los ensayos de permeabilidad.

Según (Escalante & Huamán , 2020) en su tesis titulada “Adición de Cenizas Volantes de Carbón en el Concreto $F'c=210$ kg/cm² para el Diseño de la Vivienda Unifamiliar Ate - 2020” nos dicen que los datos obtenidos fueron eficientes para el concreto, alcanzando la resistencia de 261.4 kg/cm² añadiendo una proporción de 9% de ceniza volante. Además concluyen que la adición de las cenizas volantes son muy beneficiosos porque ayudan a mejorar las propiedades físicas y mecánicas. Finalmente, con los resultados obtenidos en proporciones de 14% y 23% fueron muy positivos, pero no llega a la resistencia advertida por la NTP.

Además, según los estudios de Arrieta y Pinzón (2020) en la ciudad de Colombia en su trabajo de investigación titulado “Análisis del Comportamiento Mecánico de Muestras de Concreto Adicionadas con Ceniza Volante Sometidas a la Exposición de Sulfatos” nos dice que: La ceniza volante tiene grandes propiedades en la resistencia y la durabilidad sobre el hormigón, además presenta las óptimas propiedades debido al elevado contenido en sílice de 51,36% esto hace que sea resistente al ataque de los sulfatos, disminuyendo la porosidad y la permeabilidad. La dosificación de cenizas volantes en el concreto hace que se incremente su resistencia, del mismo modo pasando los 28 días

después del vaciado con su respectivo curado la estructura no presenta deformaciones o anomalías por causa de las cenizas volantes.

DISEÑO ESTRUCTURAL

Generalidades: Para realizar el diseño nos basamos en la utilización de la NTP E.030

- a) Precaver la pérdida de vida de las personas.
- b) Afianzar la persistencia de servicios esenciales.
- c) Reducir los deterioros en las propiedades. Debe dar una protección total frente a las actividades sísmicas. En conformidad de esta ideología establecida en la dicha normativa para realizar un diseño:
 - ❖ La edificación no deberá colapsar, ni tener efectos graves en los seres humanos a causa de las actividades sísmicas que puedan darse en la zona.
 - ❖ La edificación debe soportar actividades sísmicas moderadas, que puedan suceder en la zona durante la vida de servicio, percibiendo posibles daños, pero todo esto dentro de un límite aceptable.

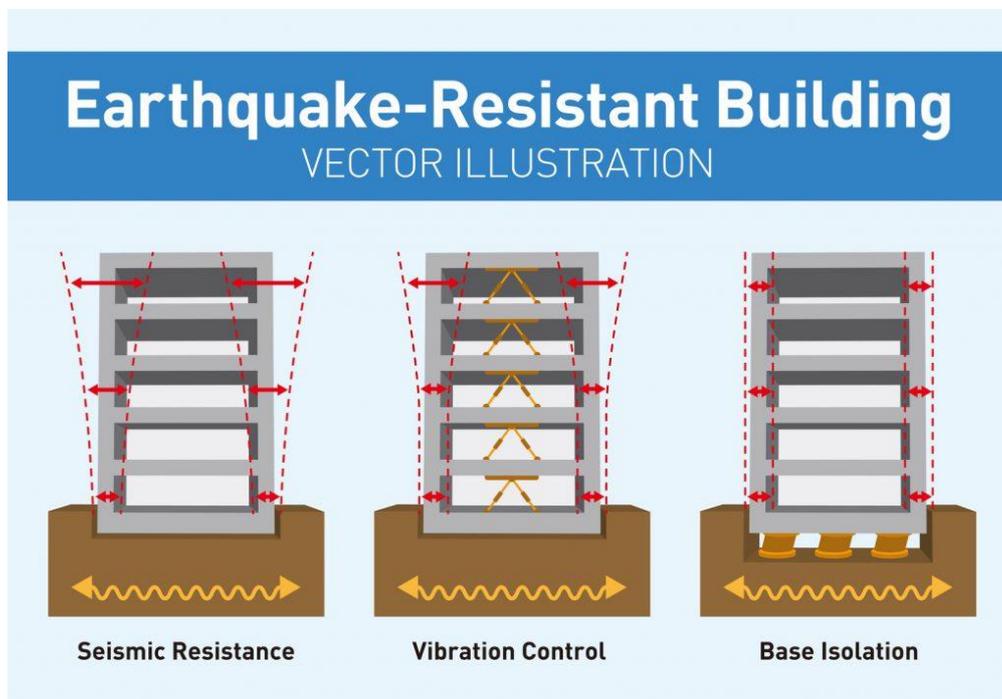


Figura N° 1. Resistencia sísmica del edificio

Fuente. INGITHER.

Peligro Sísmico

Zonificación

Según (M.V.C.S., 2019) . Esta división por zonas está basada con una distribución sideral de la sismicidad mostrada, las propiedades principales de las actividades símica y el moderamiento de estos con la distancia las propiedades principales vibraciones a causa de los sismos.



Figura N° 2. Zonas Sísmicas

Fuente. MVCS.

Tabla 1: Factor por zonas

Factores de Zona "Z"

Zona	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0.10

Nota. Fuente: M.V.C.S. (2016)

Por lo expuesto de algunos criterios que deben tener en toda configuración estructural, tanto en planta como en altura, siendo algunos señalados por la Normativa E 030: DISEÑO SISMORRESISTENTE.

Los parámetros:

- ✓ Simetría, tanto en la distribución de masas como de rigideces.
- ✓ Peso mínimo, especialmente en los pisos altos.
- ✓ Selección y uso adecuado de los materiales de construcción.
- ✓ Resistencia adecuada frente a las cargas laterales.
- ✓ Continuidad estructural, tanto en planta como en elevación.
- ✓ Ductilidad, entendida como la capacidad de deformación de la estructura más allá del rango elástico.
- ✓ Deformación lateral limitada.
- ✓ Inclusión de líneas sucesivas de resistencia.
- ✓ Consideración de las condiciones locales.
- ✓ Buena práctica constructiva y supervisión estructural rigurosa.

Sistemas Estructurales

Los sistemas estructurales:

Estructura de concreto armado

Dentro de ellos tenemos:

- Pórticos
- Muros Estructurales
- Dual
- Levantamiento de muros de ductilidad limitada

Estructuras de Acero

Dentro de ellos tenemos:

- Pórticos Especiales Resistentes a Momentos
- Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos
- Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos
- Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados
- Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados
- Pórticos Excéntricamente Arriostrados

Consideraciones Estructurales

Según (Nilson, 2016) menciona “entretanto la estructura sea más alta, los efectos de modos de vibración superiores serán más susceptibles, lo cual es aditivo a los efectos de los modos inferiores y tiene por lo general una mayor influencia en los pisos superiores”.

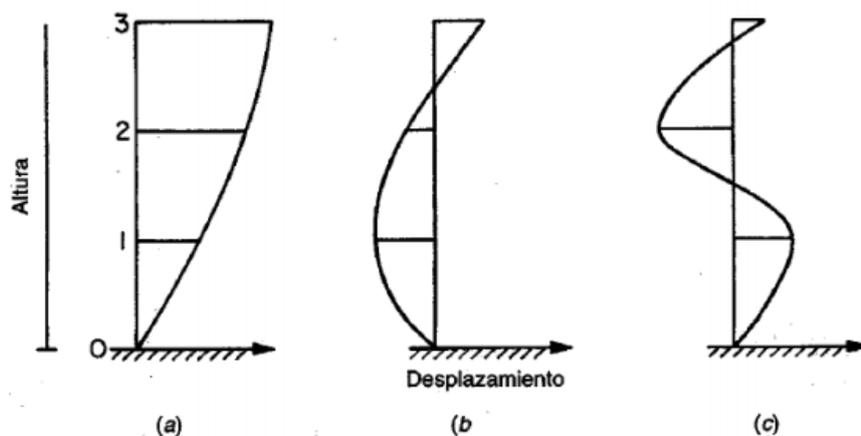


Figura N° 3. Consideración estructural

Fuente. Diseño de Estructuras de Concreto.

Análisis Estructural

Consideraciones Generales para el Análisis

Según el (M.V.C.S., 2019, pág. 20) menciona que en estructuras regulares, el análisis puede hacerse considerando el total de la fuerza sísmica actuando independientemente en dos direcciones ortogonales predominantes.

Modelos para el Análisis

El prototipo para realizar el análisis debe considerar una administración especial de masa y rigidez, éstas deben ser apropiadas para el cálculo de compostura del comportamiento dinámico de la estructura.

NTP E 020

Se refiere a los distintos tipos de cargas que ejercen en una edificación, tales como la carga viva, carga muerta y la carga en general, además de ello esto establece para el diseño de cada elemento estructural según el tipo de edificación y el uso que se le va dar.

NTP E 030

- Determinar los análisis sísmicos de la estructura.
- Contribuir con la normativa para un diseño sísmico.
- Disminuir los deterioros en la vivienda por causa de los sismos.
- Garantizar el comportamiento adecuado de una vivienda ante un sismo de gran magnitud.

NTP E 050

Establece requerimientos mínimos para la realización de estudios de mecánica de suelos, con la finalidad de afirmar el equilibrio de una edificación, en cuanto a cimentaciones y otros proyectos establecidos en la norma.

Cenizas Volantes

Son desechos muy finos estos se obtienen de la combustión o quema del carbón, en una central termoeléctrica, el cual es transportado por los gases desde su almacenamiento que es un lugar muy seguro ya que este material es altamente

contaminante al medio ambiente. Este material es transportado o eliminado desde su obtención a su almacenamiento por medio de precipitadores electrostáticos, antes que los gases sean expulsados al medio ambiente o la atmósfera.

Este material está compuesto de una serie de elementos tal como nos lo detalla Arrieta y Pinzón (2020) nos dice que las cenizas volantes están compuestas por Al_2O_3 , SiO_2 y Fe_2O_3 y demás óxidos. Las cenizas se pueden clasificar o diferenciar según su composición y su origen.



Figura N° 4: Cenizas Volantes

Fuente. ASOCEM.

Además de ello según la norma americana ASTM C 618-05 nos dice que las cenizas volantes se clasifican en tres clases que son de clase N, clase F y clase C. el material de tipo N son las naturales que tiene un origen de volcán. Las clases de tipo F y tipo C son el resultado que se obtiene de la quema del carbón. La variación más importante entre la clase F y la clase C es la adición de tres de los cuatro componentes más importantes de las cenizas que son óxido de aluminio, dióxido de silicio, óxido de hierro. para las cenizas de clase F la mezcla de los tres componentes tiene que ser más del 70 %, y para la clase C tiene que estar en un promedio de 50 % y 70 %.

Las cenizas volantes poseen características muy particulares como es: Consta de un color gris ya que se llega a obtener por el quemado del carbón en

condiciones limitadas de oxígeno, además de ello se precisa que también las cenizas volantes poseen un color negro esto va depender de la fuente, tiende a tener un alto contenido de cal, y de gris a negro es porque tiene un alto contenido de carbón. Además de ello consta de una fineza que en algunos países las especificaciones lo dan a conocer mediante una prueba del material retenido en la malla 45 micras determinar la cantidad y la calidad del material fino. Las partículas presentan una forma esférica, véase en la figura 5.

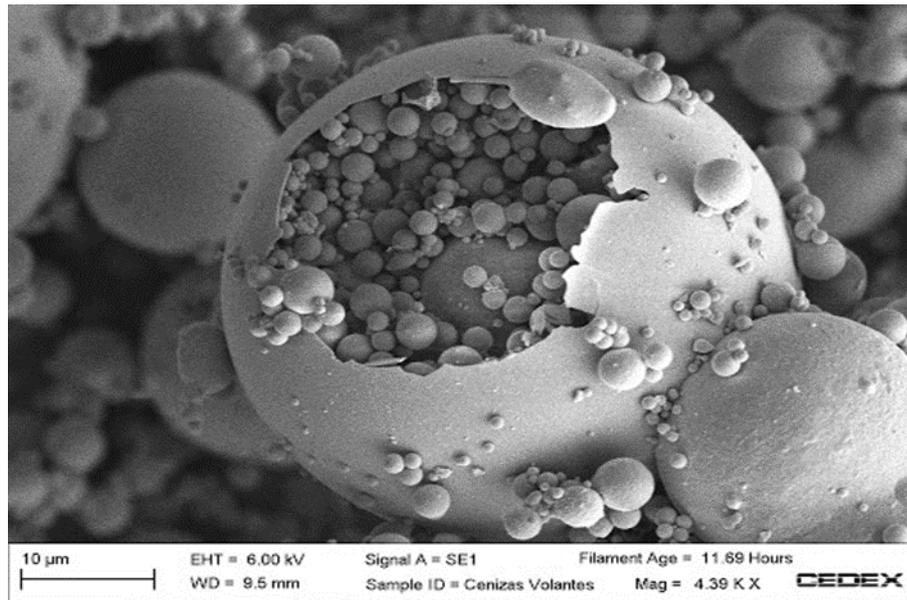


Figura N° 5: Partículas de cenizas volantes

Fuente. cedex materiales.

Las propiedades de las cenizas volantes detallan lo siguiente:

Según Nilson (2016) nos dice que su capacidad reactiva, es lo que las vuelve capaz de usarla de varias formas. Otra de sus principales características es la hidráulica y puzolánica, a pesar que se debe contar con un tiempo mucho más prolongado para así obtener su reactividad puzolánica, pues éste material tiene la capacidad de reaccionar con el hidróxido de calcio que es libreado por la hidratación del cemento. (p. 89).

* Las cenizas volantes tienen una mejor trabajabilidad cuando están en un estado fresco y plástico.

* Las cenizas volantes al mezclar con otros materiales como son el mortero reduce que se expanda las reacciones a los árido- álcalis y así disminuyendo que se pierda la propiedad de ser duradera

* El contenido de agua libre que no logre mezclarse se puede encontrar con mayor frecuencia en las cenizas volantes cuando recién se haya realizado la mezcla. Por lo tanto, una de las consecuencias de ello es que la porosidad del compuesto sea mucho mayor.

Según Llanos (2018) Las resistencias mecánicas al emplear cenizas volantes serán mucho más bajas en periodos cortos o tempranos, que se relaciona con los que logra alcanzar el cemento. Este material trabaja en forma de disolvente cuando se inicia la activación del comportamiento puzolánico, (p.140).

Para Peña y Contreras (2017) “Las cenizas volantes aumentadas al cemento incrementan la durabilidad en determinados ambientes donde haya presencia de salitres y como también presencia de líquido marino. Eso quiere decir que existe una gran impermeabilidad y disminución en lo que conforma de portlandita (hidróxido de calcio)” (p.98).

Como bien se sabe que para obtener las cenizas volantes el carbón pasa por un proceso que se puede apreciar en la siguiente imagen.

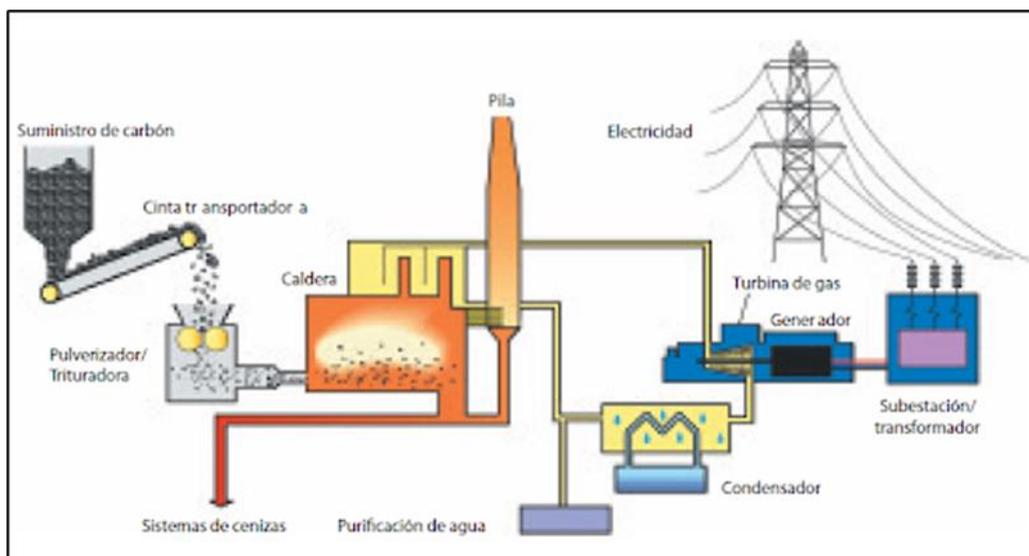


Figura N° 6. Proceso de obtención de ceniza volante

Fuente. Revistacyt.

Según (Huaquisto & Belizario, 2016) en la Revista de Investigaciones Altoandinas fue publicado un estudio de un caso sobre la “Utilización de la Ceniza Volante en la Dosificación del Concreto como Sustituto del Cemento” estudio que se realizó en un laboratorio nos da a conocer los siguientes resultados del dicho diseño de mezclas que fue realizado para el hormigón de 210 kg/cm².

Tabla 2: Porcentaje de ceniza volante

Tabla 2

Porcentaje de cenizas volantes

Componentes	% de ceniza volante utilizada en el diseño				
	0.0%	2.5%	5.0%	10.0%	15.0%
Cemento (Kg)	42.5	41.44	40.38	38.25	36.13
Ceniza volante (Kg)	0	1.06	2.13	4.25	6.38
Agregado fino (Kg)	69.28	69.28	69.28	69.28	69.28
Agregado grueso (Kg)	115.60	115.60	115.60	115.60	115.60
Agua (Lts)	23.80	23.80	23.80	23.80	23.80

Nota. Fuente: Huaquisto y Belizario.

Del mismo modo se da a conocer el resultado de resistencia según los días.

Tabla 3: Resistencias obtenidas

Tabla 3

Resistencia obtenidas

% de ceniza volante	7 días	14 días	28 días	90 días
0.0	146	178	218	226
2.5	147	180	223	231
5.0	150	185	231	235
10.0	139	170	200	211
15.0	125	159	192	204

Nota. Fuente: Huaquisto y Belizario.

Además de ello Huaquisto y Belizario (2016) nos dan a conocer que según estos estudios realizados el aporte de las cenizas volantes en la resistencia de una estructura es muy importante ya que se puede determinar su resistencia en periodos cortos con un curado más prolongado que puede superar los 28 días. Y es por ello que se debe de tener muy en cuenta la cantidad de dosificación de las cenizas volantes en el concreto ya que esto nos permite tener u obtener un buen concreto que pueda garantizar la resistencia y la seguridad para la vivienda u cualquier otro proyecto.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de Investigación

Según (Cabezas, Andrade, & Torres, 2018) menciona “la investigación aplicada esta llamada a responder las causas, sucesos y fenómenos físicos o sociales. Estas investigaciones son más profundas y mejor estructuradas” (p. 69).

Dicho esto, nuestra presente investigación es aplicada ya que busca brindar soluciones sobre los problemas de la sociedad.

Diseño de Investigación:

Según (Cabezas, Andrade, & Torres, 2018) nos dicen “se llama diseño cuasi experimental cuando no es posible emplear el diseño experimental. Además, este diseño manipula al menos una variable independiente para ver el efecto o relación con una o más variables “.

Por lo tanto nuestra investigación es de diseño cuasi experimental porque manipularemos la variable independiente para observar un efecto y relación con nuestra variable dependiente.

Según (Cabezas, Andrade, & Torres, 2018) mencionan “los estudios correlacionales cuantitativos medimos el grado de ralcion entre dos o mas variable que son parte del estudio, para luego medir la correlacionales y asi definiremos los resultados”

Nuestra investigación es nivel correlacional porque conoceremos la relación de nuestras variables para medirlas y definir las en nuestros resultados.

3.2. Variables y operacionalización

Para nuestra tesis se identificó la variable independiente y dependiente cada una de ellas con sus respectivos definiciones conceptuales y operacionales.

Variable independiente: cenizas volantes

- Definición conceptual: Según (Sanjúan & Chinchón , 2018, pág. 30) Las cenizas volantes son los residuos sólidos que se obtienen por precipitación electrostática o por captación mecánica de los polvos que acompañan a los gases de combustión de los quemadores de centrales

termoeléctricas alimentadas por carbones pulverizados, se utilizan como adiciones para concreto.

- Definición operacional: Las cenizas volantes al, adicionar al concreto mejoran la resistencia de una estructura, además de ello mejora la permeabilidad, reduce el costo del proyecto y reduce la contaminación ambiental ya que es un material altamente contaminante.
- Dimensiones: para esta variable se consideró tres dimensiones que son. Resistencia a la compresión, permeabilidad, proporción de ceniza volante
- Indicadores: se a considerado un indicador por cada dimensión que son los siguientes: número de ensayos de compresión a realizar, números de ensayos de permeabilidad, proporciones de 5%, 10% y 15% de ceniza volante.

Variable dependiente: diseño estructural

- Definición conceptual: Según (Martinez, y otros, 2016) El diseño estructural es un proceso de investigación basado en la, rigidez y resistencia de las estructuras, por ende, este trabajo es llevado a cabo por los ingenieros civiles, ellos son los encargados de diseñar una estructura capaz de soportar diferentes tipos de cargas aplicadas en la estructura, sin falla alguna durante su tiempo de vida útil.
- Definición operacional: El Diseño estructural es una de las áreas donde se desarrolla la Ingeniería Civil y se realiza a partir de las potencialidades que un material puede ofrecer, así como sus características naturales que lo hacen específico, su bajo costo y las propiedades mecánicas que posee.
- Dimensiones: para esta variable se consideró dos dimensiones que son los siguientes: predimensionamiento y comportamiento estructural.
- Indicadores: se ha considerado un indicador por cada dimensión: para la primera dimensión se considera la carga viva y carga muerta, así como también los elementos estructurales, y para la segunda dimensión se consideró el análisis sísmico (dinámico).

Indicadores:

1. Diseño Estructural

Dimensión: Predimensionamiento

Indicadores:

- Carga viva y carga muerta
- Elementos estructurales

Dimensión: Comportamiento estructural

Indicadores:

- Análisis dinámico

2. Cenizas Volantes

Dimensión: Resistencia a la compresión

Indicadores:

- N° de ensayos a compresión

Dimensión: Permeabilidad

Indicadores:

- N° de ensayos de permeabilidad

Dimensión: Proporción

Indicadores:

- 5%, 10% y 15%

Escala de Medición:

Ordinal

Según (Anderson, 2016) dice lo siguiente “se usa una escala ordinal cuando nuestros datos muestran propiedades de datos nominales, así mismo también tiene sentido el orden”.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

En su libro (Cabezas, Andrade, & Torres, 2018) menciona “se llama población al conjunto de datos donde utilizamos procedimientos para desarrollar el estudio detallado de un conglomerado de personas”.

Conjunto de individuos refiere nuestra pregunta de estudio o respeto al cual se pretende concluir algo, también se le conoce como población estadística.

En nuestro proyecto de investigación, la población serán los edificios de 5 niveles de Vista Alegre en Villa María del Triunfo.

Muestra

Según (Cabezas, Andrade, & Torres, 2018) nos dice “la muestra es la toma de una pequeña parte de la población lo cual nos permitirá conocer los datos específicos de la misma”.

Para la presente investigación tomaremos como muestra un edificio de 5 niveles de Vista Alegre, Villa María del Triunfo.

Muestreo

Según (Cabezas, Andrade, & Torres, 2018) menciona “los muestreos no probabilísticos también se conoce por dirigidas suponen el procedimiento de selección informa y poco arbitral”.

El muestreo del proyecto de investigación es no probabilístico intencional porque no requerimos de programas estadísticos para elegir nuestra muestra.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para la recolección de datos usaremos los ensayos que se realizaron el laboratorio con sus respectivas normativas y además se validara con los certificados de los equipos utilizados.

NORMA	TÉCNICA	INSTRUMENTO
(ASTM C618-08)	Análisis de la composición de metales de la ceniza volantes de carbón - Óxidos Metálicos	Horno
		Espectroscopia de rayos X de dispersión de energía EDX
(NTP 400.022)	Peso específico de la ceniza volante de carbón	Picnómetro de 500 ml
		Balanza de Precisión de 0.1 gramos
(NTP 400.012)	Análisis granulométrico de agregado fino	Juegos de mallas estándar
		Balanza de Precisión de 0.1 gramos
(NTP 400.017)	Peso Unitario del Agregado Fino (Compactado y sin Compacto) -	Balanza de Precisión de 0.1 gramos
(NTP 400.022)	Peso Especifico del agregado fino	Picnómetro de 500 ml
		Balanza de Precisión de 0.1 gramos
(NTP 399.604)	Porcentaje de Absorción del agregado fino	Horno para el secado
		Balanza de Precisión de 0.1 gramos
(NTP 339.035)	Elaboración y curado del concreto F'c 210kg /cm ²	El cono de abrams, Probetas de 4" x 8"
(NTP 339.034)	Ensayo de resistencia a la Comprensión por Unidad al Concreto Fc 210 kg / cm ²	Máquina de Compresión
(NTP 400.012)	Permeabilidad y porosidad del concreto Fc 210 kg/ cm ²	Ensayo de cuatro puestos con manómetros

Figura N° 7. Ensayos de laboratorio

Fuente. Escalante y Huamán.

Observación no experimental

En nuestra zona del proyecto se pudo observar que las viviendas tienen un déficit en su sistema estructural, ya que no cuentan con profesionales calificados para el proceso constructivo. Además, se observa que está ubicada en una zona de alta vulnerabilidad sísmica, lo cual surgió la idea de implementar este material para los pórticos. Así dar una mejor respuesta frente actividades sísmica y una buena condición de vida.

3.5. Procedimientos

Antes de empezar con cualquier tipo de proyectos ya sean de edificación, pavimentos, carreteras, obras hidráulicas, y demás proyectos se deben de

realizar primero los estudios básicos como estudio de suelos y topografía. Para nuestro proyecto de investigación las informaciones lo fuimos obteniendo de los estudios que se fueron realizando, los procedimientos se harán de forma ordenada todas las actividades desarrolladas en situ y laboratorio de los cuales todos los estudios y trabajos se detallará en el siguiente capítulo, y serán adjuntos en los anexos.

3.6. Método de análisis de datos

En nuestra investigación desarrollamos una serie de trabajos de campo y de laboratorio de las cuales los resultados recibidos de los diferentes trabajos, así como el levantamiento topográfico se empleó el programa de AutoCAD para poder procesar los puntos obtenidos, sobre el estudio de mecánica de suelos los resultados fueron obtenidos del laboratorio especializado en suelos, los datos obtenidos de las pruebas de resistencia del concreto incorporando ceniza volante fueron procesados para realizar el modelamiento en ETABS, luego diseñamos el plano estructural con los resultados del programa. Para el análisis de todos los resultados obtenidos se utilizó plantillas del programa Excel para un mejor procesamiento.

3.7. Aspectos éticos

Nuestro proyecto de investigación está desarrollado en el ámbito intelectual, por lo tanto nosotros respetamos los procedimientos, como también las restricciones de las cuales para un buen desarrollo del proyecto de investigación hemos ido citando y referenciando los avances y el desarrollo de nuestro proyecto, además de ello cabe resaltar que los resultados obtenidos de los diferentes laboratorios, y de los cálculos realizados son verídicos, en las cuales dichos resultados trabajados nos ayudan a solucionar problemas en nuestro tema, además de ello también cabe resaltar que se soluciona el problema ambiental ya que el producto trabajado o empleado lo obtenemos de reciclaje.

IV. RESULTADOS

4.1. Trabajos realizados en situ

Levantamiento Topográfico

Para nuestro proyecto de investigación lo primero que se realizó un levantamiento topográfico en donde se realizó utilizando una estación total y con la presencia de un topógrafo, en las cuales se obtuvo las coordenadas UTM, para así poder realizar el plano perimétrico y la ubicación del lugar de estudio.



Figura N° 8. Levantamiento topográfico

Fuente. Elaboración propia.

Ubicación del proyecto

El proyecto de investigación se encuentra ubicado en Vista Alegre, distrito de Villa María del Triunfo, provincia de Lima y departamento de Lima. El plano de ubicación se realizó con los puntos obtenidos de la estación total, utilizando el programa de AutoCAD y el plano catastral de Villa María del Triunfo. A continuación, presentamos el cuadro de coordenadas. Ver plano en anexo

CUADRO DE COORDENADAS UTM					
VÉRTICE	LADO	DISTANCIA	ELEVACIÓN	ESTE	NORTE
P 1	P1- P2	12.84	153	293248	8648834
P 2	P2- P3	12.75	153	293247	8648847
P3	P3- P4	12.84	153	293230	8648847
P4	P4-P1	12.75	153	293230	8648834

Figura N° 9. Cuadro de coordenadas

Fuente. Elaboración propia.

Ensayo de mecánica de suelos

Para nuestro proyecto realizamos las pruebas de mecánicas de suelos ya que la normativa E.050 nos establece que es uno de los requisitos fundamentales para realizar cualquier tipo de proyecto. Este proyecto se llevó a cabo en Vista Alegre, distrito Villa María del Triunfo, el proyecto tiene un área aproximada de 160 m². El presente estudio fue realizado siguiendo la NTP E.050, así como procedimientos del ASTM. Las pruebas de mecánica de suelos se realizaron con fines de cimentación para un edificio de cinco niveles en los cuales tiene como objetivo realizar la investigación del subsuelo correspondiente al presente proyecto, para definir el tipo y profundidad de cimentación, capacidad de carga admisible, asentamientos, agresividad química y empujes laterales del suelo. Nuestra zona de estudio se encuentra en un sector de elevada actividad sísmica, donde la probabilidad de ocurrencia de un sismo de gran intensidad es muy alta. Según la NTP E.050 el área de estudio está ubicada en una zona 4. Las pruebas de mecánica de suelos fueron desarrolladas con el laboratorio Sumi ingenieros S.A.C en las cuales comprende de los siguientes estudios. Los parámetros sísmicos de la zona donde se ubica el proyecto se presentan a continuación.

Factor de Zona "Z"	Perfil Tipo de Suelo	Factor de Suelo "S"	Periodos	
			"T _P " (s)	"T _L " (s)
0,45	S ₂	1,10	1,0	1,6

Figura N° 10. Parámetros sísmicos

Fuente. Elaboración propia.

Excavación de Calicata

Las profundidades y las cantidades de las calicatas va depender del tipo de proyecto que se va desarrollar.

Para nuestro proyecto de investigación se realizó la excavación de dos calicatas a una distancia considerable entre ellas con una profundidad de 3.00 m cada una. Las calicatas a cielo abierto permiten evaluar de manera directa las diferentes características del subsuelo en su estado natural. El Perfil Estratigráfico (NTP 339.052) representa gráficamente las características, capas del terreno y su posición, el perfil estratigráfico se detalla en el anexo "Perfil Estratigráfico de Calicatas". Las calicatas ejecutadas se resumen a continuación.



Calicata	Profundidad (m)	Nivel Freático (m)
C-1	3,00	NE
C-2	3,00	NE

Figura N° 11. Excavación de Calicatas

Fuente. Elaboración propia.

Ensayos de laboratorio

Estas pruebas en laboratorio estándar, especiales y químicos fueron realizadas siguiendo los lineamientos recomendados por la ASTM y NTP. A continuación, se detallan los ensayos realizados.

Ensayo	Procedimiento de Ensayo
Análisis Granulométrico por Tamizado	ASTM C 136
Límite Líquido	ASTM D 4318
Límite Plástico	ASTM D 4318
Contenido de Humedad	ASTM D 2216
Corte Directo	ASTM D 3080
Contenido de Sulfatos	E 275
Contenido de Cloruros	D 3370

Figura N° 12. Ensayos realizados en el laboratorio de mecánica de suelos

Fuente. Elaboración propia.

Análisis Granulométrico por tamizado ASTM C 136

Esto se hace tamizando la muestra. Esto permite conocer el tamaño de las distintas partículas que componen el sedimento a analizar. El análisis por tamices es parte de un método mecánico para conocer el tamaño de las partículas.

Límite líquido ASTM D4318

Este es el nivel de humedad en el que el suelo se comporta como un material plástico. A este nivel de humedad, el suelo intenta cambiar el comportamiento del líquido viscoso.

Límite plástico ASTM D4318

Esta es la humedad a la que el suelo puede considerarse un material no plástico.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	Malla		Peso retenido	% Retenido	% Retenido acumulado	% Que pasa
	Nº	Abertura (mm)				
	3"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0
	2 1/2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0
	2 "	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0
	1 1/2 "	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0
	1 "	19.100	0.0	0.0	0.0	100.0
	3/4"	12.500	6.3	3.2	3.2	96.8
	3/8"	9.520	3.2	1.6	4.7	95.3
	Nº 4	4.760	1.8	0.9	5.7	94.3
	Nº 10	2.360	3.5	1.7	7.4	92.6
	Nº 20	1.180	3.2	1.6	9.0	91.0
	Nº 40	0.600	2.9	1.4	10.5	89.5
	Nº 60	0.300	24.0	12.1	22.5	77.5
	Nº 140	0.150	128.6	64.7	87.3	12.7
	Nº 200	0.075	9.0	4.5	91.8	8.2
	- Nº 200	ASTM D 1140	-	8.2	100.0	-

CARACTERISTICAS GENERALES	
ASTM D 2488 "Descripción e Identificación de suelos"	
Grava (Ret N° 4) :	4.7 %
Arena :	85.3 %
Fino (Pas. N° 200) :	10.0 %
ASTM D 2216 / NTP 339.127, "Contenido de Humedad"	
Cont. De humedad :	1.3 %
ADTM D 4318 / NTP 339.129 "Límites de Attenberg"	
Límite Líquido (L.L.) :	NP
Límite Plástico (L.P.) :	NP
Índice Plástico (I.P.) :	NP
ASTM D 2487 / NTP 339.134 , "Clasificación con propósito de ingeniería" (SUCS)	
SP - SM	
Arena pobremente gradada con limo	
ASTMD 3282, "Clasificación para el uso en vías de transporte" (AASHTO)	
A-3 (0)	
Descripción (AASHTO)	
BUENO	

CARACTERISTICAS GENERALES	
ASTM D 2488 "Descripción e Identificación de suelos"	
Grava (Ret N° 4) :	5.7 %
Arena :	86.2 %
Fino (Pas. N° 200) :	8.2 %
ASTM D 2216 / NTP 339.127, "Contenido de Humedad"	
Cont. De humedad :	0.89 %
ADTM D 4318 / NTP 339.129 "Límites de Attenberg"	
Límite Líquido (L.L.) :	NP
Límite Plástico (L.P.) :	NP
Índice Plástico (I.P.) :	NP
ASTM D 2487 / NTP 339.134 , "Clasificación con propósito de ingeniería" (SUCS)	
SP - SM	
Arena pobremente gradada con limo	
ASTMD 3282, "Clasificación para el uso en vías de transporte" (AASHTO)	
A-3 (0)	
Descripción (AASHTO)	
BUENO	

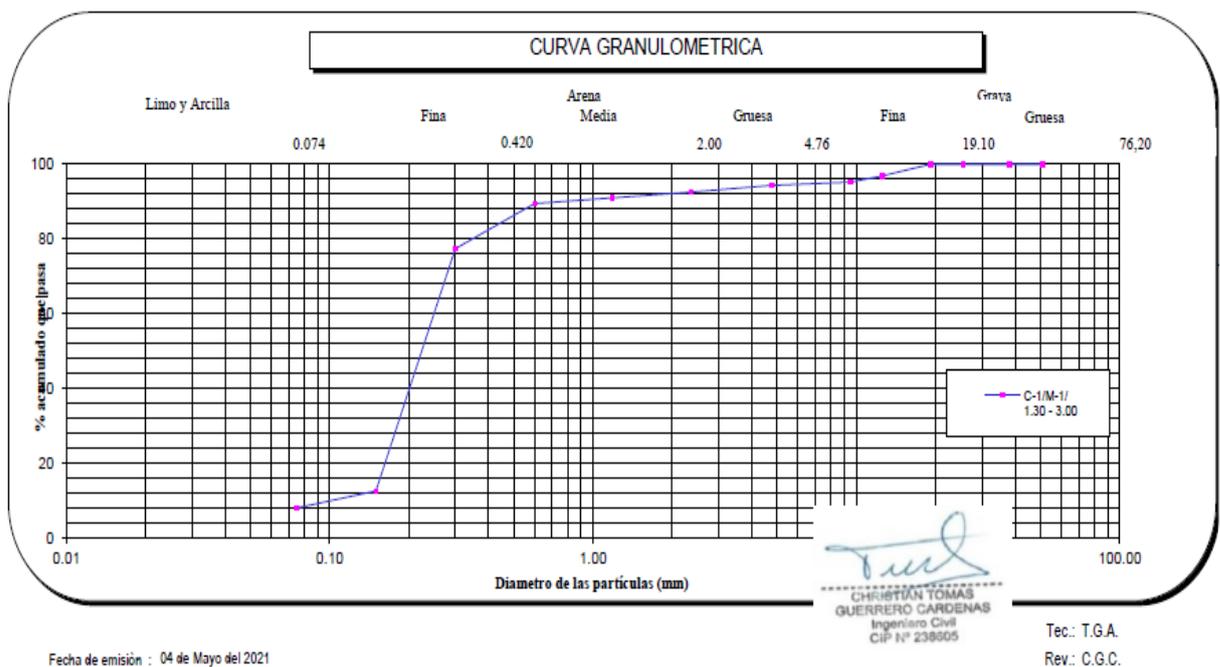


Figura N° 13. Análisis granulométrico de suelos por tamizado

Fuente. Elaboración propia.

SUCS ASTM D2487

Es un sistema de clasificación del suelo utilizado por la ingeniería y la geología, permite especificar las texturas del suelo y la dimensión de partículas. Este sistema se aplica a materiales finos. Cada letra se describe a continuación (excluyendo Pt). Anteriormente, los granos del suelo se midieron por el cuerpo y otros Figura 19. Fuente propia

Corte Directo ASTM D3080

Se necesitan estudios de resistencia al corte para analizar cuestiones como la estabilidad, la capacidad de carga, la estabilidad de inclinación y las tensiones laterales en la estructura de mantenimiento. Como resultado, se puede calcular la capacidad de carga permitida. A continuación, se muestra un resumen. Ver ensayo de corte directo completo en anexos.

Tabla 4: Ensayo corte directo

Calicata	Muestra	Prof. (m)	SUCS	gnatural (gr/cm ³)	C (kg/cm ²)	f (°)
C-1	M-1	1,30 – 3,00	SP-SM	1,691	0,1	30,0

Nota: Fuente. Elaboración propia

g : Densidad

C : Cohesión

F : Angulo de Fricción Interno

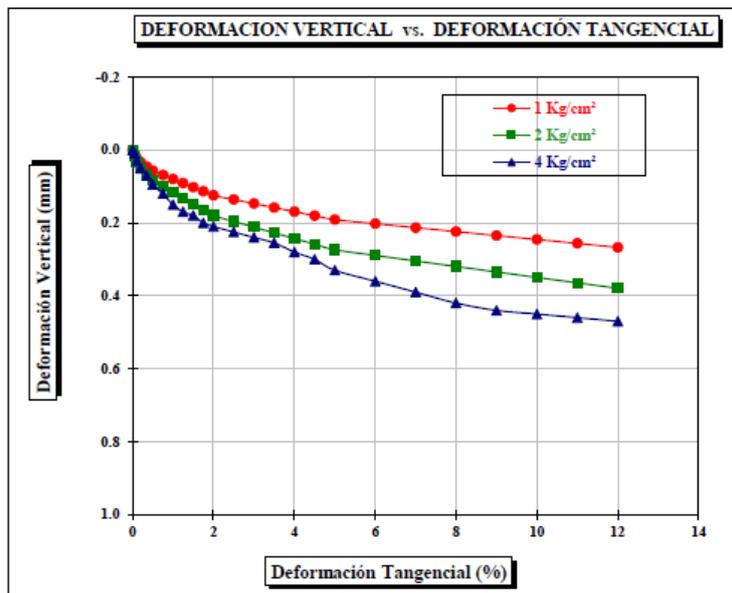
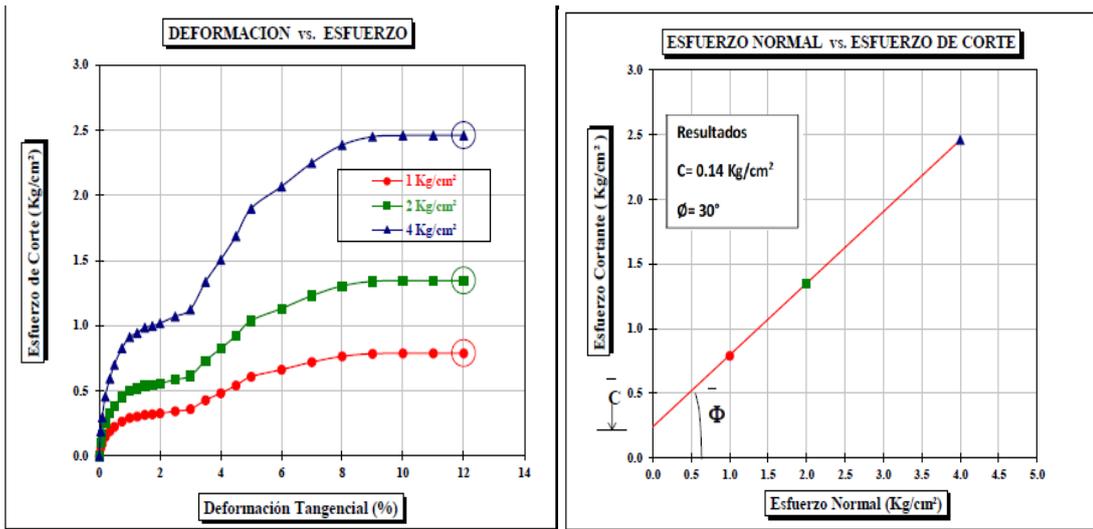


Figura N° 14. Gráfico de ensayo corte directo

Fuente. Elaboración propia.

Tipo y fondo de cimentación

En principio de las propiedades de la estructura, cargas transmitidas al material activo de fundación y la estratigrafía del subsuelo, se ha establecido como alternativa de fundación cimentaciones de tipo superficial.

La estructura a proyectarse es una edificación de 05 pisos. La alternativa de cimentación evaluada consiste en zapatas aisladas, cimiento corrido, vigas de cimentación, desplantadas a la profundidad mínima de 1,80 m medido a partir del nivel de piso terminado.

Tabla 5: Detalles de zapatas

Tipo de Cimentación	Df (m)	B (m)	L (m)	qadm (kg/cm ²)	ΔSc (cm)
Zapata cuadrada	1,80	1,90	1,90	3,28	0,633
Zapata rectangular	1,80	1,80	2,00	3,22	0,618

Nota: Fuente. Elaboración propia.

Df : Profundidad de Desplante, medido a partir de fondo de piso terminado

B : Ancho de Cimentación

Qadm : Capacidad de Carga Admisible

ΔS : Asentamiento diferencial.

Según los resultados los asentamientos diferenciales están por debajo del límite permisible; el tipo de cimentación propuesto y el uso de técnicas de densificación absorberán los asentamientos diferenciales esperados en el suelo.

Contenido de sales NTP 339.152

La existencia de componentes químicos que ejercen en el concreto y acero, provocando daños perjudiciales. Los elementos químicos que se evaluaron son sulfatos y cloruros por la acción química en el concreto y el acero de la cimentación. La normatividad se basa en recomendaciones del ACI y en la NTP E.060.

El resultado del ensayo sobre Análisis Químico de Sales Agresivas al Concreto se presenta a continuación.

Calicata	Muestra	Prof. (m)	Sulfatos (SO ₄) (ppm)	Cloruros (Cl) (ppm)
C-1	M-1	1,30 – 3,00	370	312

Figura N° 15. Contenido de sulfatos

Fuente. Elaboración propia.

De acuerdo a los resultados el contenido de sulfatos se determina que existe una exposición insignificante del concreto en trato directo con el suelo de fundación, por lo cual se recomienda emplear cemento Portland Tipo I. Así también, el contenido de cloruros en el suelo de fundación está muy por debajo de los límites permisibles, se concluye que no es imprescindible tomar precaución.

4.2. Composición química de ceniza volante y cemento portland tipo I

La composición química del cemento portland tipo I se obtuvo de la página de la Unión andina de Cementos (UNACEM) como bien se sabe es una empresa de mayor producción de cemento en el Perú. La composición química de la ceniza volante, está especificada en la normativa que lo cataloga como puzolana, y que se puede utilizar en el concreto para diferentes tipos de proyectos. Los componentes que forman parte de la ceniza volante tienen la propiedad de mejorar la resistencia del concreto. A continuación, se presenta la tabla de composición química de la ceniza volante y del cemento portland tipo I.

Tabla 6: Composición química de las cenizas volantes

Componente	Composición química	
	Ceniza volante (%)	Cemento portland (%)
SiO ₂	53.47	18 – 25
Al ₂ O ₃	24.58	2 – 7
Fe ₂ O ₃	9.67	2 – 6
CaO	1.25	58 – 68
MgO	1.36	0.5 – 6
Na ₂ O	1.85	0.2 – 1.5
K ₂ O	2.54	0.2 – 2
SO ₃	0.63	0.2 – 2

Nota: Fuente. Unión Andina de Cementos (UNACEM).

4.3. Ensayo de los agregados para diseño de mezcla

Propiedades físicas del agregado fino

Las propiedades físicas del agregado fino lo detallaremos a continuación, empezando por la granulometría, peso unitario y peso específico de los agregados.

Granulometría de agregado fino

Para realizar el ensayo granulométrico del agregado fino se ha seguido los lineamientos que rige la Norma Técnica Peruana (NTP), para así poder determinar las cantidades que se retiene en cada malla del tamiz, para llevar a cabo este procedimiento se ha empleado una serie de tamices que comienza con la numeración desde ½" que viene a ser la de mayor abertura, hasta la malla número 100 que es casi la última malla con una menor abertura, ya que lo pasante de esta malla se determina como limo y arcilla.

En la siguiente tabla se muestra los resultados o datos de la granulometría del agregado fino proveniente de la cantera de Trapiche. En donde se observa la cantidad de material retenido en cada malla, del mismo modo se determinó o se obtuvo el contenido de humedad del 1.5 %, con un módulo de finura de 2.93, esto es con respecto a una muestra inicial de 792.6 gramos.

Tabla 7: Granulometría de agregado fino

Material	Agregado fino	CANTERA	TRAPICHE
Peso inicial húmedo (g)	792.6	% W =	1.5
Peso inicial seco (g)	780.6	MF =	2.93

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES ASTM C 33
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100
Nº4	4.76	6.8	0.9	0.9	99.1	95 - 100
Nº8	2.38	115.8	14.8	15.7	84.3	80 - 100
Nº 16	1.19	186.9	23.9	39.6	60.4	50 - 85
Nº 30	0.60	192.5	24.7	64.3	35.7	25 - 60
Nº 50	0.30	128.5	16.5	80.8	19.2	05 - 30
Nº 100	0.15	86.9	11.1	91.9	8.1	0 - 10

Nota: Fuente. Elaboración propia.

En la siguiente figura se muestra la curva granulométrica de los resultados de la tabla 7 mediante la línea azul, de igual manera se muestra con las líneas rojas los límites superiores e inferiores que se requieren para ser considerado un agregado fino bueno, este agregado utilizado si cumple con las características que establece la norma ASTM c – 136.

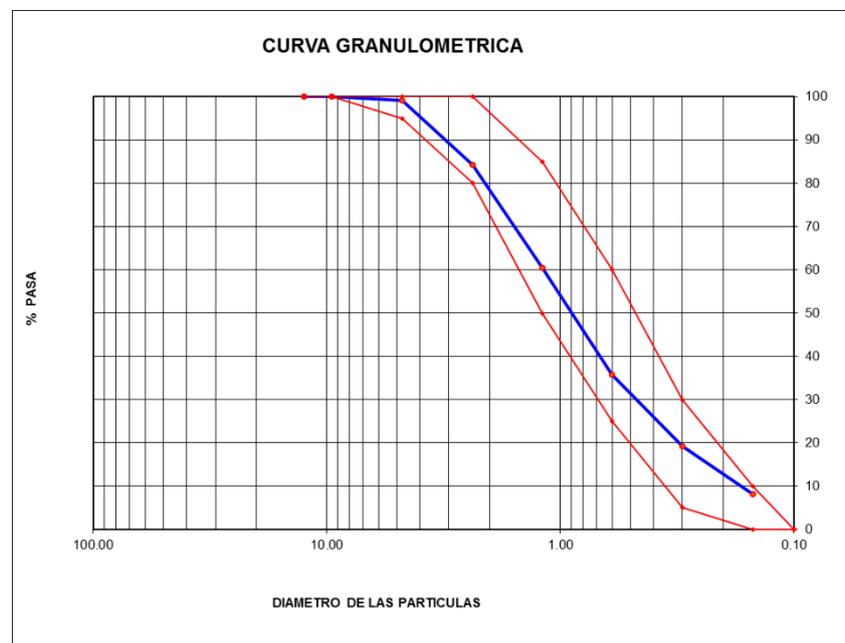


Figura N° 16. Curva Granulométrica de agregado fino

Fuente. Elaboración propia.

Peso unitario de agregado fino

La determinación del peso unitario del agregado fino se llevó a cabo por medio de tres muestras de las cuales se promedió como lo establece la norma ASTM C – 29, de las cuales se obtuvo 1.535 g/cm³.

Tabla 8: Peso unitario de agregado fino

MUESTRA N°		M - 1	M - 2	M - 3	
1	Peso de la Muestra + Molde	g	6596	6615	6587

2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 3)	g	4233	4252	4224
4	Volumen del Molde	Cm3	2760	2760	2760
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cm3	1.534	1.541	1.530
PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO		g/cm3	1.535		

Nota: Fuente. Elaboración propia.

Para el cálculo del peso unitario compactado también se realizó con tres muestras que fueron seleccionadas, para así poder obtener como resultado en un promedio de 1.755 g/cm³. Tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 9: Peso unitario compactado de agregado fino

MUESTRA N°		M - 1	M - 2	M - 3	
1	Peso de la Muestra + Molde	g	7196	7215	7211
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 3)	g	4833	4852	4848
4	Volumen del Molde	cm3	2760	2760	2760
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cm3	1.751	1.758	1.757
PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO		g/cm3	1.755		

Nota: Fuente. Elaboración propia.

Peso específico del agregado fino

Para determinar el peso específico de la masa del agregado fino se realizó con dos muestras, donde al finalizar los cálculos se obtuvo el resultado de porcentaje de absorción en 1.5%, y el valor promedio del peso específico de la masa es de 2.64 g/cm³ en cumplimiento con la norma ASTM C – 127, tal como se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 10: Peso específico de agregado fino

MUESTRA		M - 1	M - 2	PROMEDIO	
1	Peso de la Arena S.S.S. + g Peso Balon + Peso de Agua	981.98	981.5	981.7	
2	Peso de la Arena S.S.S. + g Peso Balon	671.26	669.8	670.5	
3	Peso del Agua (W = 1 - 2) g	310.72	311.7	311.2	
4	Peso de la Arena Seca al g/cm3 Horno + Peso del Balon	663.9	662.3	663.10	
5	Peso del Balon N° 2 g/cm3	171	169.8	170.40	
6	Peso de la Arena Seca al g/cm3 Horno (A = 4 - 5)	492.9	492.5	492.70	
7	Volumen del Balon (V = cm3 500)	497.2	498.2	497.7	
RESULTADOS					
PESO ESPECIFICO DE LA MASA (P.E.M. = A/(V-W))		g/cm3	2.64	2.64	2.64
PESO ESPEC. DE MASA S.S.S. (P.E.M. S.S.S. = 500/(V-W))		g/cm3	2.68	2.68	2.68
PESO ESPECIFICO APARENTE (P.E.A. = A/[(V-W)-(500-A)])		g/cm3	2.75	2.75	2.75
PORCENTAJE DE ABSORCION (%) [(500-A)/A*100]		%	1.5	1.5	1.5

Nota: Fuente. Elaboración propia.

Granulometría del agregado grueso

El ensayo de granulometría del agregado grueso se realiza para determinar el tamaño máximo y mínimo del agregado, de igual manera es muy importante realizar este ensayo ya que con esto se determina que el material a utilizar cumpla con los requerimientos y las características que lo estipula la Norma Técnica Peruana (NTP) 400.012.

Para realizar este ensayo se utilizó una serie de tamices que comenzó con la malla de 2" que viene a ser la malla con mayor diámetro para agregado grueso, y terminando con la malla número 16 que viene a ser la que tiene menor abertura o diámetro, para así también poder determinar el fondo que sería el pasante de la malla número 16, en donde se pudo determinar que tiene un contenido de humedad de 0.1 %, y un módulo de finura de 6.83, para un peso inicial de 1832 gr, tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 11: Granulometría de agregado grueso

Material		Agregado grueso		cantera: TRAPICHE		
Peso inicial húmedo (g)		1,832.00		% W = 0.1		
Peso inicial seco (g)		1,830.00		MF = 6.83		
MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO (g)	(%)	% ACUMULADOS Retenido	Pasa	ESPECIFICACIONES HUSO # 67
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
1"	24.50	0.0	0.0	0.0	100.0	100
3/4"	19.05	85.0	4.6	4.6	95.4	90 - 100
1/2"	12.50	896.0	49.0	53.6	46.4	---
3/8"	9.53	458.0	25.0	78.6	21.4	20 - 55
Nº 4	4.76	390.0	21.3	99.9	0.1	0 - 10
Nº 8	2.38	1.0	0.1	100.0	0.0	0 - 5
Nº 16	1.18	0.0	0.0	100.0	0.0	
FONDO		0.0	0.0			

Nota: Fuente. Elaboración propia.

Además de ello también se realizó la curva granulométrica del agregado grueso en donde se detalla que cumple las especificaciones detalladas en la Norma Técnica Peruana, del mismo modo este gráfico nos muestra las especificaciones para huso #67 establecido en la Norma Técnica Peruana 400.037 donde nos indica que el tamaño máximo del agregado es de 3/4" y mínimo a la malla número 4.

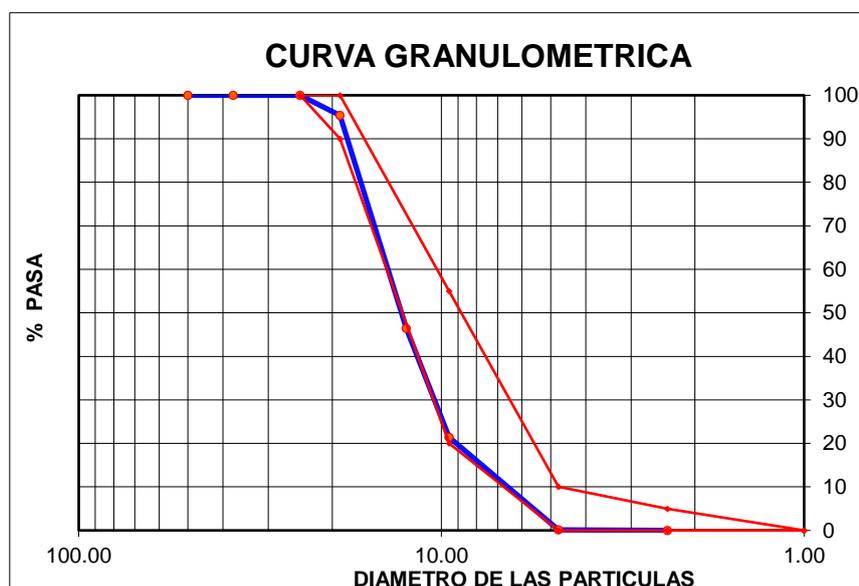


Figura N° 17. Curva granulométrica de agregado grueso

Fuente. Elaboración propia.

Peso unitario del agregado grueso

El mismo procedimiento que se realizó para el agregado fino se realizó para este agregado, que para obtener el peso unitario suelto se realizó con tres muestras de las cuales se promedió siguiendo los lineamientos establecidos en la norma ASTM C – 29, obteniendo 1.318 g/cm³. En la cual se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 12: Peso unitario de agregado grueso

MUESTRA		M - 1	M - 2	M - 3	
1	Peso de la Muestra + Molde	g	6012	5989	6005
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 3)	g	3649	3626	3642
4	Volumen del Molde	cm ³	2760	2760	2760
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cm ³	1.322	1.314	1.320
PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO		g/cm ³	1.318		

Nota: Fuente. Elaboración propia.

De la misma forma para obtener el peso unitario compactado se realizó con tres muestras, para así obtener un resultado promediado de 1.535 g/cm³, la cual se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 13: Peso unitario compactado de agregado grueso

MUESTRA		M - 1	M - 2	M - 3	
1	Peso de la Muestra + Molde	g	6614	6596	6587
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 3)	g	4251	4233	4224
4	Volumen del Molde	cm ³	2760	2760	2760

5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cm ³	1.540	1.534	1.530
PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO		g/cm ³	1.535		

Nota: Fuente. Elaboración propia.

Peso específico del agregado grueso

En la siguiente tabla se detalla el peso específico de la masa en donde obtenemos como resultado 2.65 g/cm³, en donde se realizó tres procesos con las muestras A,B,C, además de ello se obtuvo la absorción de agua en un 1 % y todo ello en lineamiento con la norma ASTM C – 127, la cual se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 14: Peso específico de agregado grueso

MUESTRA			M - 1	M - 2	PROMEDIO
1	Peso de la Muestra Sumergida Canastilla A	g	1590.0	1572.0	1581.0
2	Peso muestra Sat. Sup. Seca B	g	2536.0	2508.0	2522.0
3	Peso muestra Seco C	g	2511.0	2483.0	2497.0
4	Peso específico Sat. Sup. Seca = B/B-A	g/cm ³	2.68	2.68	2.68
5	Peso específico de masa = C/B-A	g/cm ³	2.65	2.65	2.65
6	Peso específico aparente = C/C-A	g/cm ³	2.73	2.73	2.73
7	Absorción de agua = ((B - C)/C)*100	%	1.0	1.0	1.0

Nota: Fuente. Elaboración propia.

4.4. Diseño de mezcla

Para el siguiente proyecto de investigación el diseño de mezcla se desarrolló haciendo uso de la norma ACI 211, en los cuales nos basamos en algunas tablas donde lo establece que para tener un buen diseño debemos de cumplir con los valores establecidos, y para ello hacemos uso de las tablas de los ensayos realizados en los laboratorios tanto del agregado fino, como del agregado grueso, tal como se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 15: Diseño de mezcla

Características de los agregados			
	Agregado fino	Agregado grueso	Cemento portland tipo I
Peso (seco) unitario suelto(kg/m ³)	1535	1318	
Peso (seco) unitario compactado (kg/m ³)	1755	1535	
Módulo de finura	2.93	6.83	
Tamaño máximo nominal (TMN)		3/4	
Absorción (%)	1.5	1	
Contenido de humedad (%)	1.5	0.1	
Peso específico g/cm ³	2.64	2.65	3.12

Nota: Fuente. Elaboración propia.

Cálculo de resistencia promedio

Para realizar este cálculo de resistencia promedio para el diseño de mezcla nos basamos en la siguiente tabla del ACI 211 donde nos especifica que debemos de tomar el factor de resistencia correspondiente para el tipo de diseño.

Tabla 16: Resistencia promedio

F'c	F'cr
Menos de 210	f'c+70
210 a 350	f'c+84
Sobre 350	f'c+98

Nota: Fuente. ACI 211.

En nuestro proyecto de investigación se requiere una resistencia de 210 kg/cm² por lo tanto tomaremos el factor de 84 quedando de la siguiente manera.

$$f'_{cr} = f'_{c} + 84 \rightarrow f'_{cr} = 210 + 84 = 294 \rightarrow f'_{cr} = 294 \text{ kg/cm}^2$$

Asentamiento

Para este trabajo de investigación el asentamiento va ser de 3" a 4", ya que se va trabajar con un concreto plástico para así tener una mejor trabajabilidad, esto También está establecido en la norma del ACI 211.

Tabla 17: Asentamiento

CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO
Seca	0" a 2"
Plástica	3" a 4"
Fluida	<5"

Nota: Fuente. ACI 211.

Cálculo cantidad de agua unitaria

para el cálculo de la cantidad de agua unitaria nos basaremos en la tabla de asentamientos, y para este cálculo también es muy importante el tamaño máximo nominal del agregado grueso, y con ello se puede determinar la cantidad de agua unitaria que sería 205 l/m³ tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 18: Cantidad de agua unitaria

Asentamiento	Agua en lt/m ³ , para los tamaños máximo nominales de agregados grueso y consistencias indicadas							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	----
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	----

Nota: Fuente. ACI 211.

Contenido de aire

Para calcular el contenido de aire atrapado se debe saber el tamaño máximo nominal por el cual estamos trabajando con 3/4" por lo tanto según la siguiente tabla establecida por el ACI 211 es de 2.0 %.

Tabla 19: Contenido de aire

Tamaño máximo nominal (TMN)	Aire atrapado
3/8"	3.0 %
1/2"	2.5 %
3/4"	2.0 %
1"	1.5 %
1 1/2"	1.0 %
2"	0.5 %

3"	0.3 %
6"	0.2 %

Nota: Fuente. ACI 211.

Relación agua cemento

Para realizar el siguiente cálculo se debe de tener en cuenta que el factor de concreto para este diseño es de 294 kg/cm² de tal manera para obtener el resultado de la relación agua cemento se procederá a interpolar los valores establecidos por el comité del ACI 211 en la siguiente tabla.

Tabla 20: Relación a/c

Resistencia a la compresión a los 28 días (F'cr) (kg/cm ²)	Relación Agua – Cemento de diseño en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
450	0.38	---
400	0.43	---
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

Nota: Fuente. ACI 211.

Por lo tanto interpolando tenemos:

$$\frac{300 - 250}{294 - 250} = \frac{0.55 - 0.62}{X - 0.62}$$

$$\frac{50}{44} = \frac{-0.07}{X - 0.62}$$

$$X - 0.62 = \frac{44 * (-0.07)}{50}$$

$$X = -0.062 + 0.62$$

$$X = 0.558 = R_{a/c}$$

Cálculo de contenido de cemento

Para el cálculo de contenido de cemento realizamos la siguiente operación.

$$R_{a/c} = \frac{a}{c}$$

$$c = \frac{a}{Ra/c} \rightarrow c = \frac{205}{0.558} \rightarrow C = 367.38 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Cemento} - 5\% \text{ CV} = 367.38 - (367.38 * 0.05) = 349.01 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Cemento} - 10\% \text{ CV} = 367.38 - (367.38 * 0.10) = 330.64 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Cemento} - 15\% \text{ CV} = 367.38 - (367.38 * 0.15) = 312.27 \text{ kg/m}^3$$

$$Ra/c - 5\% \text{ CV} = \frac{205}{349.01} = 0.59$$

$$Ra/c - 10\% \text{ CV} = \frac{205}{330.64} = 0.62$$

$$Ra/c - 15\% \text{ CV} = \frac{205}{312.27} = 0.66$$

Cálculo de la cantidad de agregado grueso

Para realizar este cálculo se tiene que tener en cuenta en módulo de fineza del agregado, así como también el tamaño máximo nominal, de tal manera con los datos establecidos por la norma ACI 211 se procederá a interpolar para así determinar la cantidad del agregado.

Tabla 21: Cantidad de agregado grueso

TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO	Volumen de agregado grueso, seco y compactado (*) por unidad de volumen de concreto, para diferentes módulos de fineza del agregado fino			
	MODULO DE FINEZA DEL AGREGADO FINO			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Nota: Fuente. ACI 211.

Para este proyecto el módulo de fineza del agregado fino es 2.93 y el tamaño máximo nominal es de 3/4", por lo tanto interpolando tenemos:

$$\frac{2.80 - 3.00}{2.93 - 3.00} = \frac{0.62 - 0.60}{X - 0.60}$$

$$\frac{-0.20}{-0.07} = \frac{0.02}{X - 0.60}$$

$$X - 0.60 = \frac{-0.07 * (0.02)}{-0.20}$$

$$X = 0.007 + 0.60$$

$$X = 0.607 = \text{Volumen de agregado grueso}$$

$$\text{Peso unitario compactado} = 0.607 * 1535 = 931.745 \text{ kg/m}^3$$

Cálculo del volumen absoluto del concreto por m3

$$\text{Volumen Absoluto} = \frac{\text{Peso Seco}}{\text{P.E.} \times 1000}$$

$$\text{Cemento 100 \%} = \frac{367.38}{3.12 \times 1000} = 0.031 \text{ m}^3$$

$$\text{Cemento en 95 \%} = \frac{349.01}{3.12 \times 1000} = 0.029 \text{ m}^3$$

$$\text{Cemento en 90 \%} = \frac{330.64}{3.12 \times 1000} = 0.027 \text{ m}^3$$

$$\text{Cemento en 85 \%} = \frac{312.27}{3.12 \times 1000} = 0.026 \text{ m}^3$$

$$\text{CV 5 \%} = \frac{18.37}{2.92 \times 1000} = 0.006 \text{ m}^3$$

$$\text{CV 10 \%} = \frac{36.74}{2.92 \times 1000} = 0.013 \text{ m}^3$$

$$\text{CV 15 \%} = \frac{55.11}{2.92 \times 1000} = 0.019 \text{ m}^3$$

$$\text{Agregado grueso} = \frac{931.745}{2.65 \times 1000} = 0.352 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua} = \frac{205}{1000} = 0.205 \text{ m}^3$$

$$\text{Aire } 2 \% = \frac{2}{100} = 0.02 \text{ m}^3$$

$$\text{Agregado fino} = 1 - (0.031 + 0.352 + 0.205 + 0.02) = 0.113 \text{ m}^3$$

$$0.113 = \frac{\text{Peso Seco}}{2.64 \times 1000} \rightarrow \text{Peso Seco} = 298.32 \text{ kg}$$

$$\text{Peso unitario compactado Seco agregado fino} = 298.32 \text{ kg}$$

Peso seco de los materiales

$$\text{Cemento } 100 \% = 367.38 \text{ kg}$$

$$\text{Cemento } 95 \% = 349.01 \text{ kg}$$

$$\text{Cemento } 90 \% = 330.64 \text{ kg}$$

$$\text{Cemento } 85 \% = 312.27 \text{ kg}$$

$$\text{Ceniza volante } 5 \% = 18.37 \text{ kg}$$

$$\text{Ceniza volante } 10 \% = 36.74 \text{ kg}$$

$$\text{Ceniza volante } 15 \% = 55.11 \text{ kg}$$

$$\text{Agregado grueso} = 931.745 \text{ kg}$$

$$\text{Agregado fino} = 298.32 \text{ kg}$$

$$\text{Agua} = 205 \text{ kg}$$

Corrección por humedad

Para la corrección por humedad nos basamos en la siguiente fórmula:

$$\text{Peso} \left(\frac{\% \text{ Humedad}}{100} + 1 \right)$$

$$\text{Agregado fino} = 298.32 \left(\frac{1.5}{100} + 1 \right) = 302.795 \text{ kg}$$

$$\text{Agregado grueso} = 931.745 \left(\frac{0.1}{100} + 1 \right) = 932.677 \text{ kg}$$

Corrección por absorción

$$\text{Peso Seco} \left(\frac{\% \text{ Absorción} - \% \text{ Humedad}}{100} \right)$$

$$\text{Agregado fino} = 298.32 \left(\frac{1.5 - 1.5}{100} \right) = 0 \text{ kg}$$

$$\text{Agregado grueso} = 931.745 \left(\frac{1 - 0.1}{100} \right) = 8.386 \text{ kg}$$

Por lo tanto realizando la sumatoria es = 8.386 de agua libre

Agua efectiva

Agua de Diseño + Agua Libre

$$\text{Agua efectiva} = 205 + 8.386 = 213.386 \text{ lt/m}^3$$

Diseño teórico húmedo

$$Ra/c = \frac{a}{c} \rightarrow c = \frac{a}{Ra/c} \rightarrow c = \frac{213.386}{0.56}$$

$$C = 380.35 \text{ kg/m}^3$$

En consecuencia, se realiza un reajuste del peso seco de los materiales quedando de la siguiente manera.

$$\text{Cemento } 100 \% = 380.35 \text{ kg}$$

$$\text{Cemento } 95 \% = 380.35 - (380.35 * 0.05) = 361.33 \text{ kg}$$

$$\text{Cemento } 90 \% = 380.35 - (380.35 * 0.10) = 342.32 \text{ kg}$$

$$\text{Cemento } 85 \% = 380.35 - (380.35 * 0.15) = 323.30 \text{ kg}$$

$$5 \% \text{ CV} = 380.35 - 361.33 = 19.02 \text{ kg}$$

$$10 \% \text{ CV} = 380.35 - 342.32 = 38.03 \text{ kg}$$

$$15 \% \text{ CV} = 380.35 - 323.30 = 57.05 \text{ kg}$$

$$\text{Agregado fino} = 302.795 \text{ kg}$$

$$\text{Agregado grueso} = 932.677 \text{ kg}$$

Agua = 213.386 kg

Proporciones por peso

$$\text{Cemento } 100 \% = \frac{380.35}{380.35} = 1$$

$$\text{Cemento } 95 \% = \frac{361.33}{380.35} = 0.95$$

$$\text{Cemento } 90 \% = \frac{342.32}{380.35} = 0.90$$

$$\text{Cemento } 85 \% = \frac{323.30}{380.35} = 0.85$$

$$\text{CV } 5 \% = \frac{19.02}{380.35} = 0.05$$

$$\text{CV } 10 \% = \frac{38.03}{380.35} = 0.10$$

$$\text{CV } 15 \% = \frac{57.05}{380.35} = 0.15$$

$$\text{Agregado fino} = \frac{302.795}{380.35} = 0.80$$

$$\text{Agregado grueso} = \frac{932.677}{380.35} = 2.45$$

$$\text{Agua} = \frac{213.386}{380.35/42.5} = 23.84 \text{ lt.}$$

Con respecto a los cálculos realizados para el diseño de mezcla utilizando las tablas recomendadas por el comité del ACI 211, donde nos establece una serie de parámetros que se deben de cumplir para obtener un buen diseño, además de ello cabe mencionar que en algunas ocasiones de manera excepcional se pueden modificar algunos datos, ya que algunos de los materiales a utilizar pueden presentar variaciones o diferentes porcentajes después de haber realizado los ensayos correspondientes.

Además de ello cabe mencionar que para este proyecto se realizó un diseño de mezcla de 210 kg/cm², con una relación de agua cemento igual a 0.56, en las cuales se elaboró un total de 40 probetas de 4" x 8", de las cuales se realizaron

10 probetas por cada proporción de ceniza volante incluyendo la muestra patrón, tanto para los ensayos de compresión y porosidad del concreto, en el cual el diseño de mezcla se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 22: Diseño de mezcla 210 kg/cm²

Diseño de mezcla 210 kg/cm² (R a/c = 0.558)				
Material	Patrón kg	5 % CV kg	10 % CV kg	15 % CV kg
Cemento	7.227	6.869	6.504	6.143
Agregado fino	15.325	15.325	15.325	15.325
Agregado grueso	16.431	16.431	16.431	16.431
Agua	4.202	4.202	4.202	4.202
Ceniza volante		0.361	0.723	1.084
Total	43.185	43.188	43.185	43.185
Relación a/c	0.56	0.59	0.62	0.66

Nota: Fuente. Elaboración propia.

Ensayo de resistencia a la compresión a los 7 días

El ensayo de resistencia a la compresión se realiza en cumplimiento estricto a los parámetros establecidos en la NTP 339.034, a los 7 días se realizó el primer ensayo de resistencia a la compresión, llegando a ensayar tres probetas por cada proporción llegando así a las 12 probetas, en este ensayo se verifica la resistencia del del concreto, de tal manera los resultados se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 23: Resultados de resistencia a los 7 días

Probetas	F'c 210 Kg/cm ²	Área Cm ²	Fuerza Máxima kgf	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Resistencia Promedio Kg/cm ²	Resistencia Obtenida (%)	Resistencia Promedio (%)
Patrón	210	78.5	15337	195.3		93.0	
Patrón	210	78.5	14986	190.8	192.9	90.9	91.87
Patrón	210	78.5	15127	192.6		91.7	

5 % CV	210	78.5	16451	209.5		99.7	
5 % CV	210	78.5	16376	208.5	208.97	99.3	99.5
5 % CV	210	78.5	16408	208.9		99.5	
10 % CV	210	78.5	17315	220.5		105.0	
10 % CV	210	78.5	17386	221.4	220.4	105.4	104.93
10 % CV	210	78.5	17225	219.3		104.4	
15 % CV	210	78.5	16725	212.9		101.4	
15 % CV	210	78.5	16838	214.4	213.2	102.1	101.53
15 % CV	210	78.5	16676	212.3		101.1	

Nota: Fuente. Elaboración propia.

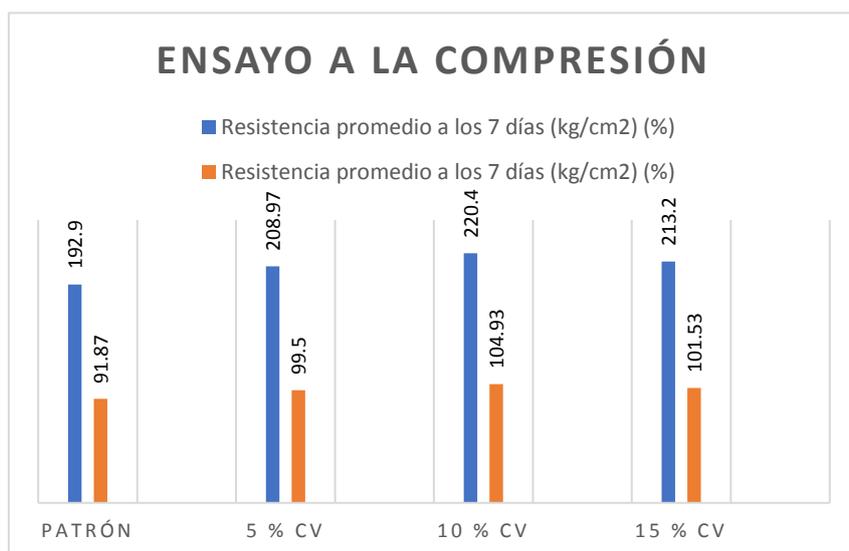


Figura N° 18. Diagrama de barras, resistencia del concreto a los 7 días.

Fuente. Elaboración propia.

Además de ello en la tabla presentada se puede apreciar que la resistencia promedio para el diseño de mezcla patrón a los siete días es de 192.9 kg/cm² para un concreto de 210 kg/cm², con una resistencia promedio de 91.87 % en la cual esta cerca de llegar a nuestro diseño, del mismo modo para las muestras con 5 % de ceniza volante a los siete días tenemos un promedio de 208.97 kg/cm² para un concreto de 210 kg/cm², Con una resistencia promedio de 99.5

% en la cual está mucho mas cerca del objetivo, igualmente para las muestras con 10 % de ceniza volante a los siete días tenemos un promedio de 220.4 kg/cm² para un concreto de 210 kg/cm², con una resistencia promedio de 104.93 % de las cuales ya estamos por encima del objetivo y esto quiere decir que este concreto es mucho más resistente, y finalmente para la muestra de 15 % de ceniza volante a los siete días tenemos un promedio de 213.2 kg/cm² para un concreto de 210 kg/cm², con una resistencia promedio de 101.53 % que también está por encima del objetivo con una caída ligera a las muestras del 10 % de ceniza volante.

Ensayo de resistencia a la compresión a los 14 días

Del mismo modo en cumplimiento a lo establecido en la NTP 339.034 se realizó los ensayos de las probetas con las diferentes proporciones de ceniza volante a los 14 días para así determinar los nuevos resultados de resistencia tal como se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 24: Resultado de resistencia a los 14 días

Probetas	F'c 210 Kg/cm ²	Área Cm ²	Fuerza Máxima kgf	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Resistencia Promedio Kg/cm ²	Resistencia Obtenida (%)	Resistencia Promedio (%)
Patrón	210	78.5	16582	211.1		100.5	
Patrón	210	78.5	16376	208.5	210.87	99.3	100.4
Patrón	210	78.5	16728	213.0		101.4	
5 % CV	210	78.5	18169	231.3		110.2	
5 % CV	210	78.5	17963	228.7	229.90	108.9	109.5
5 % CV	210	78.5	18043	229.7		109.4	
10 % CV	210	78.5	19426	247.3		117.8	
10 % CV	210	78.5	19218	244.7	246.03	116.5	117.23
10 % CV	210	78.5	19362	246.5		117.4	
15 % CV	210	78.5	17726	225.7		107.5	
15 % CV	210	78.5	17963	228.7	227.27	108.9	108.23
15 % CV	210	78.5	17857	227.4		108.3	

Nota: Fuente. Elaboración propia.

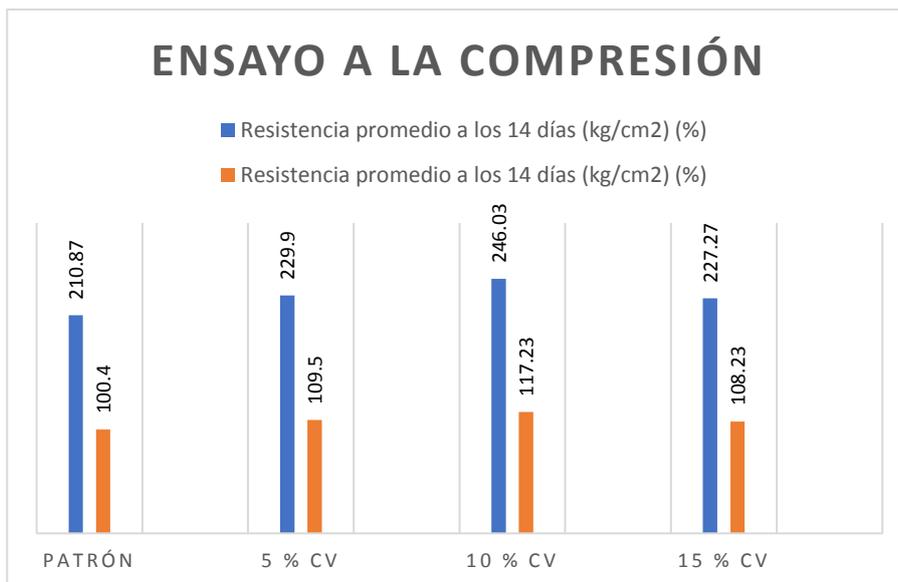


Figura N° 19. Diagrama de barras, resistencia del concreto a los 14 días

Fuente. Elaboración propia.

En la tabla presentada se puede apreciar que los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión a los 14 días para un diseño de mezcla de 210 kg/cm² con sustitución de cemento por ceniza volante en diferentes proporciones nos detalla que la muestra patrón a las 14 días nos da una resistencia promedio de 210.87 kg/cm², con una resistencia promedio de 100.4 % del diseño general, del mismo modo para la muestra con 5 % de ceniza volante a los 14 días nos da una resistencia promedio de 229.90 kg/cm², con una resistencia promedio de 109.5 % del diseño general, igualmente para la muestra con 10 % de ceniza volante a los 14 días nos da una resistencia promedio de 246.03 kg/cm², con una resistencia promedio de 117.23 % del diseño general, y finalmente para la muestra con 15 % de ceniza volante a los 14 días nos da una resistencia promedio de 227.27 kg/cm², con una resistencia promedio de 108.23 % del diseño general.

De tal manera cabe resaltar que a los 14 días todas las muestras con sustitución de ceniza volante están por encima del diseño general en lo cual el de mayor resistencia lo tiene la sustitución de cemento por ceniza volante en un 10 %.

Ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días

El ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días se realizó para respaldar y corroborar los resultados obtenidos a los 7 y 14 días de igual manera nos basamos en la NTP 339.034, el cual se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 25: Resultado de resistencia a los 28 días

Probetas	F'c 210 Kg/cm2	Área Cm2	Fuerza Máxima kgf	Resistencia Obtenida Kg/cm2	Resistencia Promedio Kg/cm2	Resistencia Obtenida (%)	Resistencia Promedio (%)
Patrón	210	78.5	18927	241.0		114.8	
Patrón	210	78.5	18568	236.4	238.8	112.6	113.7
Patrón	210	78.5	18762	238.9		113.8	
5 % CV	210	78.5	20315	258.7		123.2	
5 % CV	210	78.5	20653	263.0	261.3	125.2	124.4
5 % CV	210	78.5	20591	262.2		124.8	
10 % CV	210	78.5	21354	271.9		129.5	
10 % CV	210	78.5	21486	273.6	272.2	130.3	129.6
10 % CV	210	78.5	21289	271.1		129.1	
15 % CV	210	78.5	19321	246.0		117.1	
15 % CV	210	78.5	19649	250.2	248.5	119.1	118.3
15 % CV	210	78.5	19588	249.4		118.8	

Nota: Fuente. Elaboración propia.

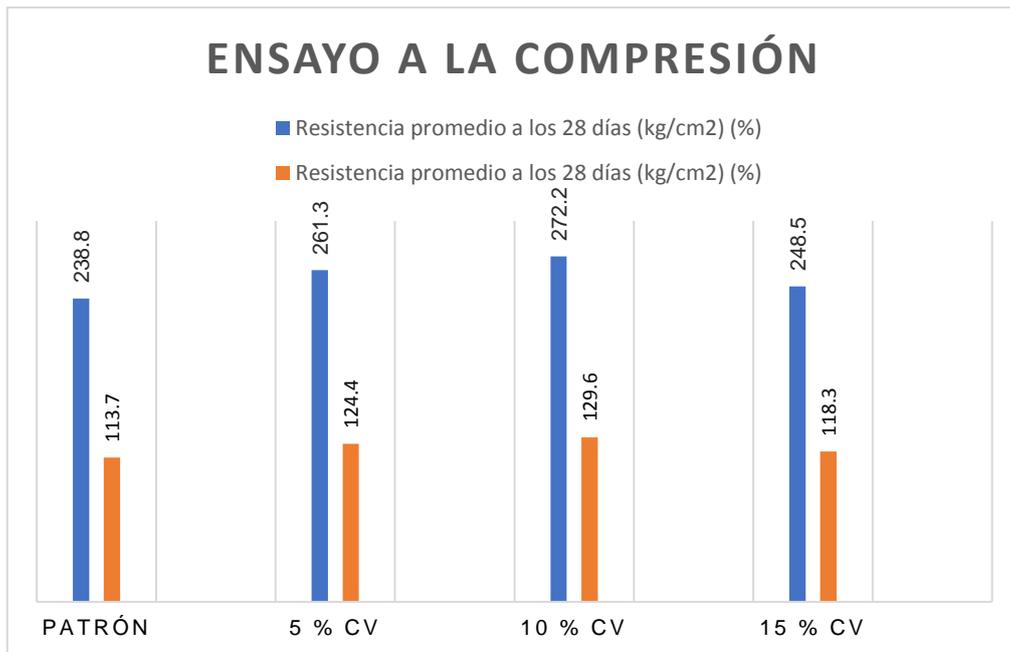


Figura N° 20. Diagrama de barras, resistencia del concreto a los 28 días

Fuente. Elaboración propia.

En la tabla presentada se puede apreciar que los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión a los 14 días para un diseño de mezcla de 210 kg/cm² con sustitución de cemento por ceniza volante en diferentes proporciones nos detalla que la muestra patrón a las 14 días nos da una resistencia promedio de 210.87 kg/cm², con una resistencia promedio de 100.4 % del diseño general, del mismo modo para la muestra con 5 % de ceniza volante a los 14 días nos da una resistencia promedio de 229.90 kg/cm², con una resistencia promedio de 109.5 % del diseño general, igualmente para la muestra con 10 % de ceniza volante a los 14 días nos da una resistencia promedio de 246.03 kg/cm², con una resistencia promedio de 117.23 % del diseño general, y finalmente para la muestra con 15 % de ceniza volante a los 14 días nos da una resistencia promedio de 227.27 kg/cm², con una resistencia promedio de 108.23 % del diseño general.

En la siguiente tabla se detallará un resumen sobre los ensayos de resistencia a la compresión a las 7, 14 y 28 días, para un diseño de mezcla de 210 kg/cm² donde se puede apreciar que la resistencia supera al diseño general, donde las muestras con sustitución de cemento por ceniza volante en 5, 10 y 15 %

sobrepasan el objetivo, siendo la segunda proporción de mayor resistencia la cual se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 26: Resumen de Resultados de las resistencias obtenidas

Probetas 210 kg/cm ²	Resistencia promedio a los 7 días (kg/cm ²) (%)		Resistencia promedio a los 14 días (kg/cm ²) (%)		Resistencia promedio a los 28 días (kg/cm ²) (%)	
Patrón	192.9	91.87	210.87	100.4	238.8	113.7
5 % CV	208.97	99.5	229.90	109.5	261.3	124.4
10 % CV	220.4	104.93	246.03	117.23	272.2	129.6
15 % CV	213.2	101.53	227.27	108.23	248.5	118.3

Nota: Fuente. Elaboración propia.

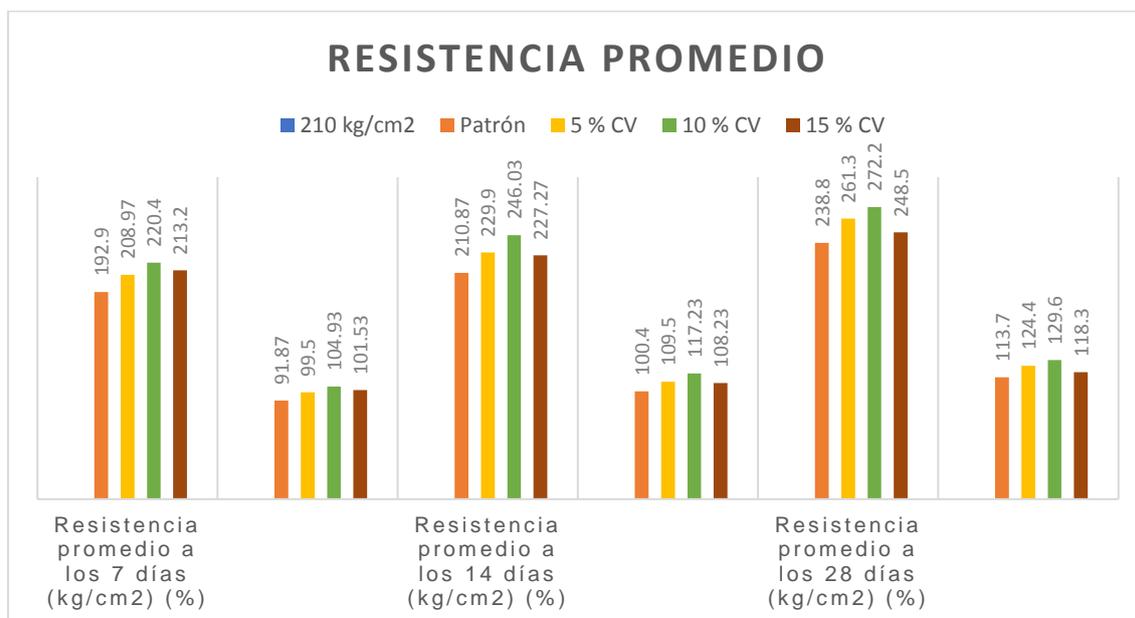


Figura N° 21. Diagrama de barras, resistencia promedio del concreto 7,14 y 28 días

Fuente. Elaboración propia.

Porosidad del concreto

Para determinar la porosidad del concreto endurecido se procedió a realizar los ensayos correspondientes con una muestra por cada proporción, en las diferentes condiciones como inmersión y ebullición, por el cual lo que se requiere es determinar el volumen de poros, siendo una de las propiedades de la ceniza

volante disminuir la cantidad de poros, de tal manera se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 27: Resultados de porosidad

Propiedades	Patrón	5 % CV	10 % CV	15 % CV
Absorción después de la inmersión (%)	1.1	1.0	0.9	0.9
Absorción después de la inmersión y ebullición (%)	1.0	0.9	0.8	0.7
Densidad seca (g/cm ³)	2.339	2.337	2.340	2.332
Densidad aparente después de la inmersión (g/cm ³)	2.364	2.361	2.360	2.353
Densidad aparente después de la inmersión y la ebullición (g/cm ³)	2.362	2.357	2.358	2.349
Densidad aparente (g/cm ³)	2.395	2.385	2.383	2.371
Volumen de poros permeables (%)	2.3	2.0	1.8	1.7

Nota: Fuente. Elaboración propia.

En la tabla 27 nos muestra los resultados sobre el porcentaje de poros permeables realizados los ensayos a los 28 días, en el cual para la muestra con 15% de ceniza volante el porcentaje es de 1.7%, y la muestra con 10% de ceniza volante obtuvo 1.8%, de tal manera que la diferencia con la muestra patrón sin ceniza volante es de 0.6% y 0.5%, con ello se detalla que a mayor proporción de ceniza volante reduce el porcentaje de poros permeables, de las cuales es muy beneficioso ya que el concreto tiende a durar mucho más tiempo.

4.5. Análisis de costo unitario del concreto

A continuación, se detalla un comparativo de costos unitarios para 1 m³ de concreto entre uno tradicional y uno incorporando las cenizas volantes en un porcentaje de 10%.

Tabla 28: Análisis de costo unitario concreto tradicional

Materiales	Cantidad	Desperdicio		Precio	Total
		5%			
Cemento	9.73	10.22		24.00	233.52
Arena	0.52	0.55		50.30	26.16

Piedra chancada	0.53	0.56	52.07	27.60
Agua	0.186	0.20	15.00	2.79
				290.06 m3

Nota: Fuente: Elaboración propia.

Tabla 29: Análisis de costo unitario concreto incorporando cenizas volantes

Materiales	Cantidad	Desperdicio		Precio	Total
		5%			
Cemento	8.76	9.19		24.00	220.68
Cenizas Volantes (10%)	0.97	1.02		0.00	0.00
Arena	0.52	0.55		50.30	27.46
Piedra chancada	0.53	0.56		52.07	28.98
Agua	0.19	0.20		15.00	2.93
					280.05 m3

Nota: Fuente: Elaboración propia.

4.6. Diseño del plano de arquitectura

El diseño del plano de arquitectura fue realizado en el programa de AutoCAD, el área del terreno donde se va realizar el proyecto es de 163.71 m² donde consta de una parte delantera o fachada de 12.84 m y de fondo consta de 12.75 m. el terreno está ubicado en Vista Alegre, distrito de Villa María del Triunfo, en la cual para llevar a cabo este diseño fue muy importante saber los parámetros urbanísticos del distrito, además de ello se tuvo en cuenta el área ya que este proyecto va ser un edificio de 5 niveles. Además de ello las áreas de los ambientes y las áreas libres fueron debidamente distribuidos basados en el Reglamento Nacional de Edificaciones RNE, para así no tener ningún inconveniente.

Como el terreno donde se va realizar el proyecto cuenta con una fachada de 12.84 m fue necesario dividirlo en dos minidepartamentos a partir del segundo piso hasta el quinto nivel, la primera planta se consideró vacío ya que está destinado para local de negocio, etc.

Para el diseño de los elementos estructurales como son las vigas, columnas, placas, losas y escaleras se realizó cumpliendo estrictamente los parámetros establecidos en la norma, lo cual el plano arquitectónico nos sirve para realiza el

predimensionamiento de los elementos estructurales lo cual se detalla a continuación. Ver plano de arquitectura en anexos.

4.7. Predimensionamiento de elementos estructurales

A continuación, se muestra el predimensionamiento de los elementos estructurales como son losas, vigas, columnas, escaleras, zapatas, etc.

Predimensionamiento de Losa aligerada en una dirección

Para estimar el espesor de la losa debemos verificar el sentido más corto de paño a cubrir, para que el espesor no sea demasiado grande. Así mismo se sabe que el espesor depende del tipo de uso de la edificación (sobrecarga o carga viva).

S/C	150	200	250	300	350	400	450	500
H	Ln/30	Ln/28	Ln/26	Ln/24	Ln/22	Ln/21	Ln/20	Ln/19

Figura N° 22. Casos de sobrecarga según espesor de losa

Fuente. Elaboración propia.

En vivienda normalmente suele usarse Ln/25. Para nuestro caso la sobrecarga es de S/C=200 kg/m² (Ambientes de vivienda, corredores y escalera). Así mismo tomamos la longitud más crítica siendo L=4.87 m.

$$H_{Losa\ Aligerada} = \frac{4.87}{25} = 0.1948m$$

Los espesores a utilizar son las siguientes (por la altura del ladrillo comercial).

Espesor del aligerado (m)	Espesor de losa superior en metros	Peso propio kPa (kgf/m ²)
0,17	0,05	2,8 (280)
0,20	0,05	3,0 (300)
0,25	0,05	3,5 (350)
0,30	0,05	4,2 (420)

Figura N° 23. Espesor de aligerados

Fuente. Elaboración propia.

Entonces, utilizamos h=20 cm, esto se verificará en la etapa del diseño.

Predimensionamiento de Losa maciza

Para que la estructura trabaje de manera uniforme y como un diafragma rígido se asume el mismo espesor de la losa aligerada.

$$H_{Losa\ Maciza} = 0.20m$$

Predimensionamiento de vigas principales.

Las vigas principales son las encargadas de transferir las cargas de las viguetas de la losa aligerada y de las cargas originadas por el acabado o tabiquería hacia las columnas.

Para pre-dimensionar las vigas, que por cierto serán rectangulares de concreto armado, será de acuerdo a la siguiente expresión, el cual está en función de la categoría de la edificación.

Tabla 30: Categoría de la edificación

Categorías	Peralte de la viga (H)	Ancho de la viga (B)
A: (Edificaciones esenciales)	$H_{viga} = \frac{L}{10}$	$B_{viga} = \frac{H_{viga}}{2}$
B: (Edificaciones Importantes)	$H_{viga} = \frac{L}{11}$	$B_{viga} = \frac{H_{viga}}{2}$
C: (Edificaciones comunes)	$H_{viga} = \frac{L}{12}$	$B_{viga} = \frac{H_{viga}}{2}$

Nota: Fuente. Elaboración propia.

Es importante considerar que el ancho mínimo de la losa es de 25 cm para evitar las cangrejas.

Para nuestro caso la edificación está dentro de la categoría común (C) y las longitudes a cubrir por la viga es $L1 = 6.30\text{ m}$ (eje B, tramo 2-4), $L2 = 4.72\text{ m}$ (eje 1, tramo B-C).

$$H1_{viga} = \frac{L1}{12} = \frac{6.30m}{12} = 0.525m \approx 0.55m$$

VP1

$$B1_{viga} = \frac{H1}{2} = \frac{0.50m}{2} = 0.25m \approx 0.30m$$

$$VP2 \quad H2_{viga} = \frac{L2}{12} = \frac{4.72m}{12} = 0.393m \approx 0.40m$$

$$B_{2_{viga}} = \frac{H_2}{2} = \frac{0.40m}{2} = 0.20m \approx 0.25m$$

Predimensionamiento de vigas secundarias.

Las vigas secundarias son las encargadas de confinar la losa aligerada y va paralelo a sus viguetas, además de ello ayuda a dar ductilidad a la losa. Las cargas de estas van sobre la viga principal o las columnas, sirve como arriostre de las vigas principales.

Por lo tanto, para el presente proyecto tendremos:

- Vigas chatas de 0.25x0.20m²
- Vigas secundarias de 0.20x0.20m²
- Vigas secundarias de 0.35x0.20m²

Predimensionamiento de columnas

Tabla 31: Peso según la categoría de edificación

Categorías	Peso kg/m ²
A: (Edificaciones esenciales)	$P = 1500$
B: (Edificaciones Importantes)	$P = 1250$
C: (Edificaciones comunes)	$P = 1000$

Nota: Fuente. Elaboración propia.

A.C.I.	
Columnas Centradas	$A_{col} = \frac{P_{servicio}}{0.45 \times F_c}$
Columnas Excéntricas Columnas Esquinadas	$A_{col} = \frac{P_{servicio}}{0.35 \times F_c}$

Figura N° 24. Normativa ACI para predimensionar columnas

Fuente. ACI 211.

$$P_{servicio} = P \times A_{trib.} \times N_{piso}$$

En zonas de alta sismicidad se debe considerar un área mínima de 1000cm², así mismo se debe verificar que la rigidez de la columna sea mayor a la de la viga para que el elemento que falle en última instancia sea la columna.

Entonces, calculamos las áreas tributarias de los elementos columnas.

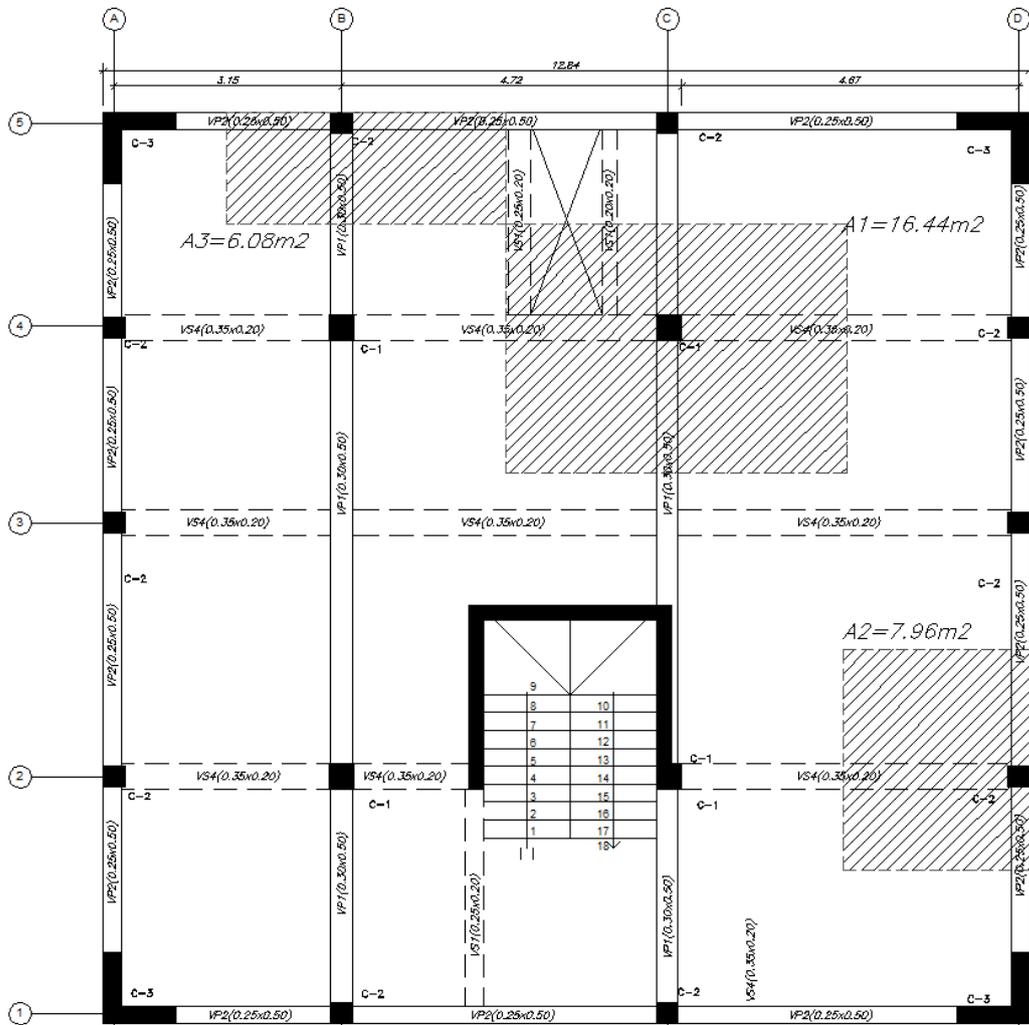


Figura N° 25. Áreas tributarias para pre dimensionamiento de las columnas y zapatas

Fuente. ETABS.

$A_1 = 16.44 \text{ m}^2$... para columna central

$A_2 = 7.96 \text{ m}^2$... para col. excentrica

$A_3 = 6.08 \text{ m}^2$... para col. excentrica

$$A1_{c1} = \frac{P_{servicio}}{0.45x f'c} = \frac{1000 * 16.44 * 5}{0.45x210} = 869.84cm^2$$

$$A2_{c2} = \frac{P_{servicio}}{0.35x f'c} = \frac{1000 * 7.96 * 5}{0.35x210} = 441.50cm^2$$

$$A3_{c2} = \frac{P_{servicio}}{0.35x f'c} = \frac{1000 * 6.08 * 5}{0.35x210} = 413.61cm^2$$

Como la zona de estudio es un lugar de alta actividad sísmica utilizaremos columnas mayores a 900 cm² para las columnas excéntricas y 1000 cm² para columnas centradas.

$$C1 = LxB = 1000 \text{ cm}^2 \rightarrow L1 = B1 = 31.62\text{cm} \approx 35\text{cm}$$

$$C2 = LxB = 900 \text{ cm}^2 \rightarrow L2 = B2 = 30.00\text{cm} \approx 30\text{cm}$$

$$C3 = LxB = 900 \text{ cm}^2 \rightarrow L3 = B3 = 30.00\text{cm} \approx 30\text{cm}$$

En el análisis sísmico de la estructura y antes de proceder a realizar el diseño se verificará la rigidez de la columna y de la viga.

Entonces podemos asimilar que en el proyecto se va a tener los siguientes tipos de columnas.

C-1=0.35x0.35m² (columna central).

C-2=0.30x0.30m² (columna excéntrica).

C-3=0.30x0.30m² (columna excéntrica).

Predimensionamiento de zapatas aisladas.

El tipo de suelo es intermedio (S2) por ende le corresponde K=0.8, y la resistencia del suelo es 2.00kg/cm².

FACTOR "K", según el Suelo	
K = 1.0	ROCA DURA
K = 0.9	MUY RÍGIDO
K = 0.8	INTERMEDIO
K = 0.7	BLANDO O FLEXIBLE

$$A_{zap} \geq \frac{P_{servicio}}{k * q_{adm}}$$

Figura N° 26. Normativa para pre-dimensionar zapatas

Fuente. Norma E.030.

$$A1 = 16.44m^2 \dots para \text{ columna central}$$

$$A2 = 7.96m^2 \dots para \text{ columna excentrica}$$

$$A3 = 6.08m^2 \dots para \text{ columna excentrica}$$

$$A2_{zap.} = \frac{1000 * 16.44 * 5}{0.80 * 3.28} = 31326.00cm^2$$

$$A4_{zap.} = \frac{1000 * 7.96 * 5}{0.80 * 3.28} = 15167.68cm^2$$

$$A5_{zap.} = \frac{1000 * 6.08 * 5}{0.80 * 3.28} = 11585.37cm^2$$

$$Z1 = L1 \times L1 = 31326.00 \Rightarrow L1 = 176.99cm = 1.77m \approx 1.80m. \dots Z. \text{ central.}$$

$$Z2 = L2 \times L2 = 15167.68 \Rightarrow L2 = 123.16cm \approx 1.25m \dots Zap. \text{ excentrica}$$

$$Z3 = L3 \times L3 = 11585.37 \Rightarrow L3 = 107.64cm \approx 1.10m \dots Zap. \text{ excentrica}$$

4.8. Análisis sísmico de la estructura

Para realizar el análisis sísmico de la estructura nos apoyaremos con el software ETABS y la NTP E.030 , en donde se realizará el modelado y se verificara según los parámetro de la normativa, haciendo uso de los resultados de resistencia del concreto, para este proyecto se va trabajar con un concreto de 270 kg/cm² resultado de los ensayos de resistencia a la compresión de la muestra con 10 % de ceniza volante ya que se ha obtenido una mayor resistencia, para después realizar el análisis sísmico tanto el estático como el dinámico lo cual se detalla a continuación.

Parámetros sísmicos

Para nuestro proyecto se consideró los siguientes parámetros impuestos en la norma E.030.

Z=0.45 (zona 4)

U=1.00 (Uso común)

S=1.05 (Suelo intermedio)

Ro=6.00 (sistema muros estructurales)

Características de materiales empleados

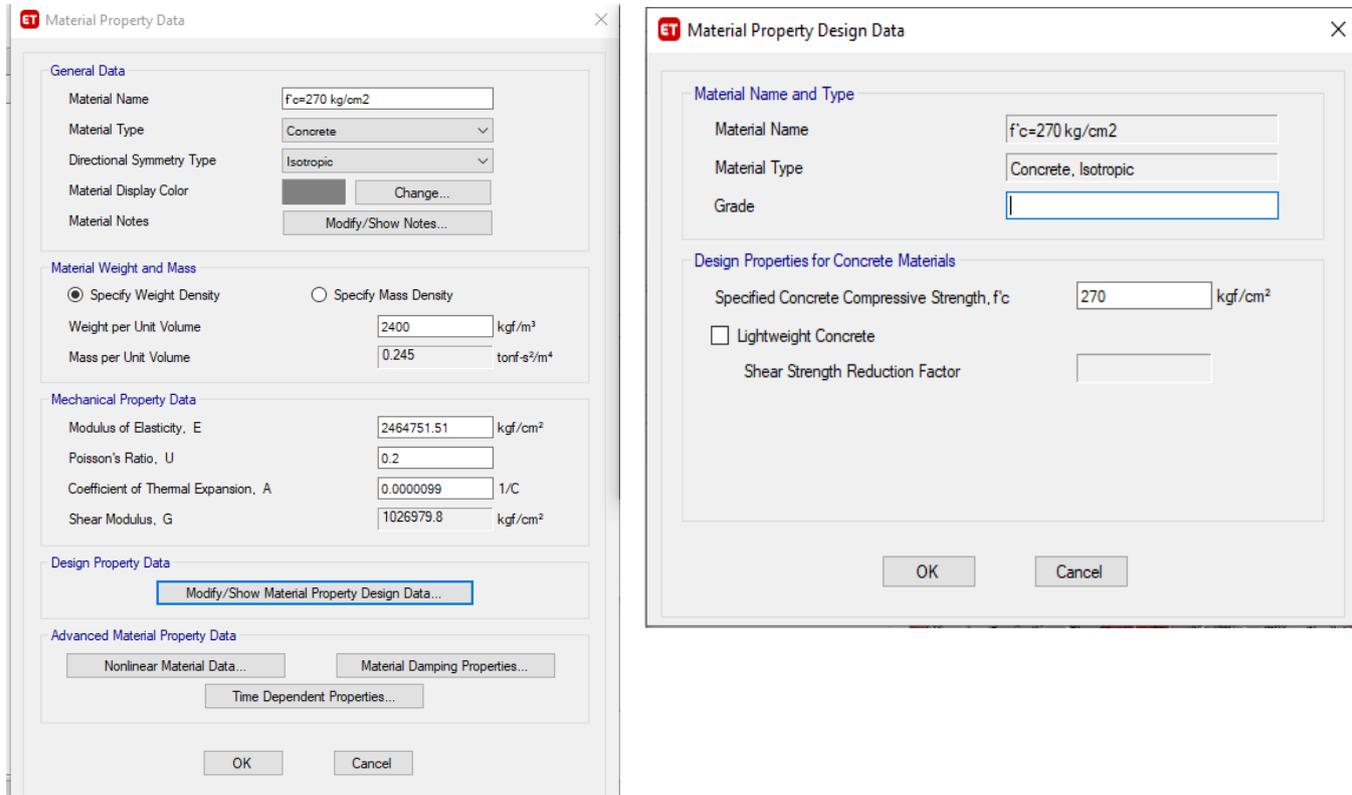
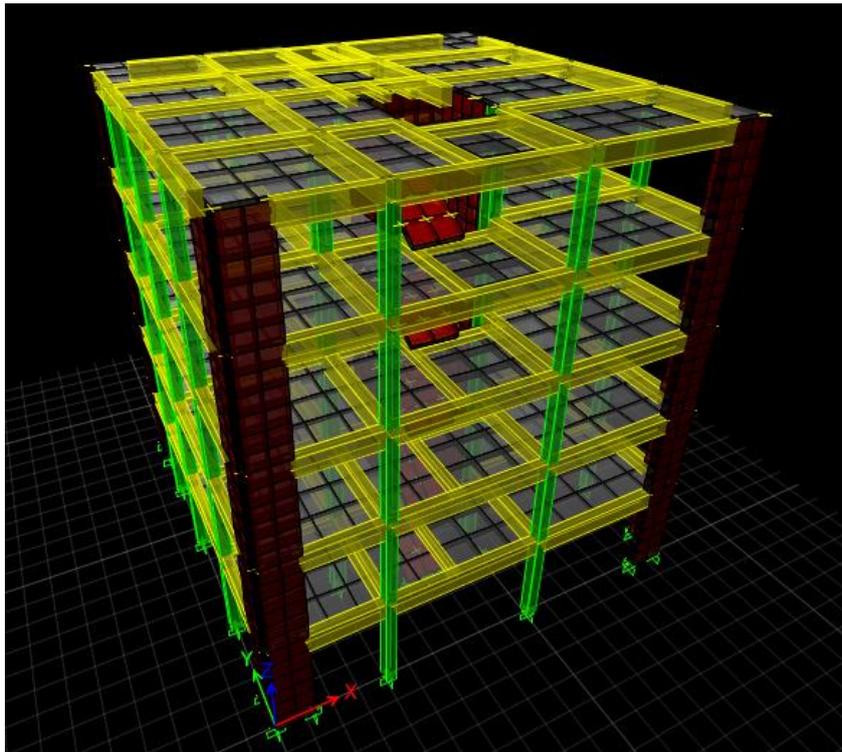


Figura N° 27. Concreto incorporando 10 % de ceniza volante = $F'c = 270 \text{ kgf/cm}^2$

Fuente. ETABS.



N° 28. Modelo de estructura

Figura

Fuente. ETABS.

Porcentaje de cargas para estimación de peso sísmico

Según la normativa E.030, para nuestro proyecto por ser una edificación categoría C, tomamos el valor del 25% de la carga viva.

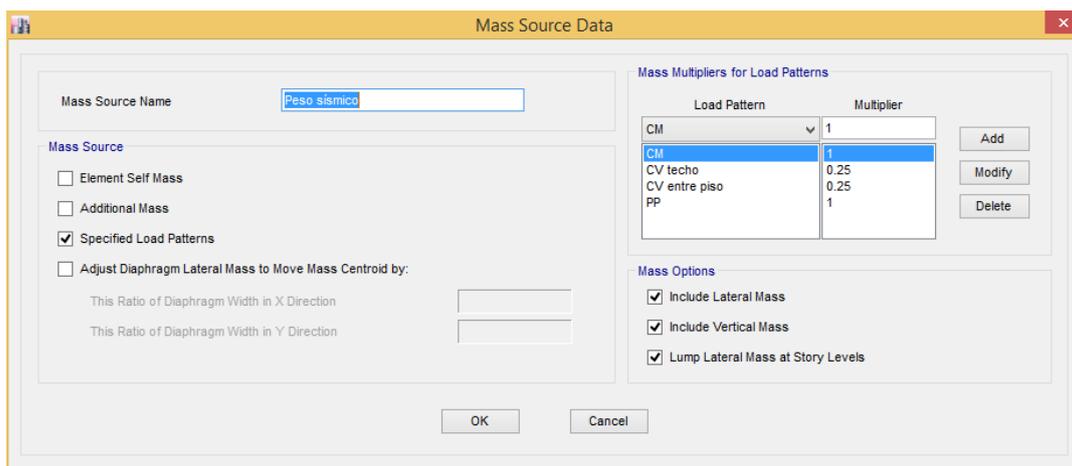


Figura N° 29. Configuración de porcentaje de carga para estimación de peso sísmico.

Fuente. ETABS.

Planta de estructura

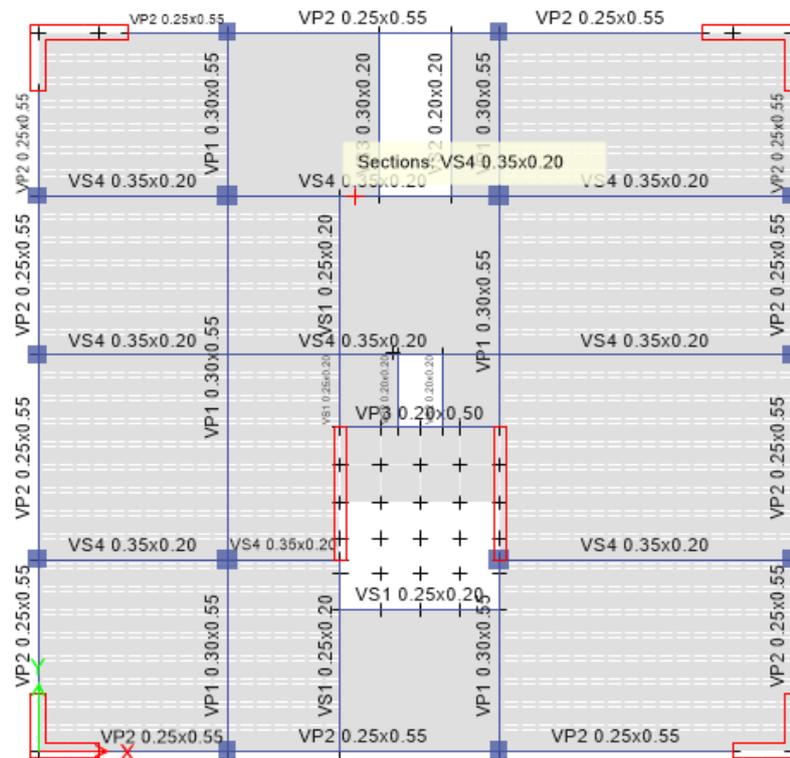


Figura N° 30. Vista en planta de la estructura

Fuente. ETABS.

Cargas consideradas

Las cargas consideradas en nuestro edificio para analizar nuestra estructura fueron las siguientes:

CV=CARGA VIVA= 200kgf/m² (entrepiso) y 150 kgf/m² (techo del 5to piso)

CM=CARGA MUERTA= 370kgf/m² (carga de acabado 120 + carga de tabiquería 250) y 120 kgf/m² en techo del 5to piso

PP=PESO PROPIO= 75kgf/m² (se adicionó 75 kgf/m² por peso de ladrillo de techo)

CM (parapeto)=270 kgf/m

CM (muro)=540 kgf/m

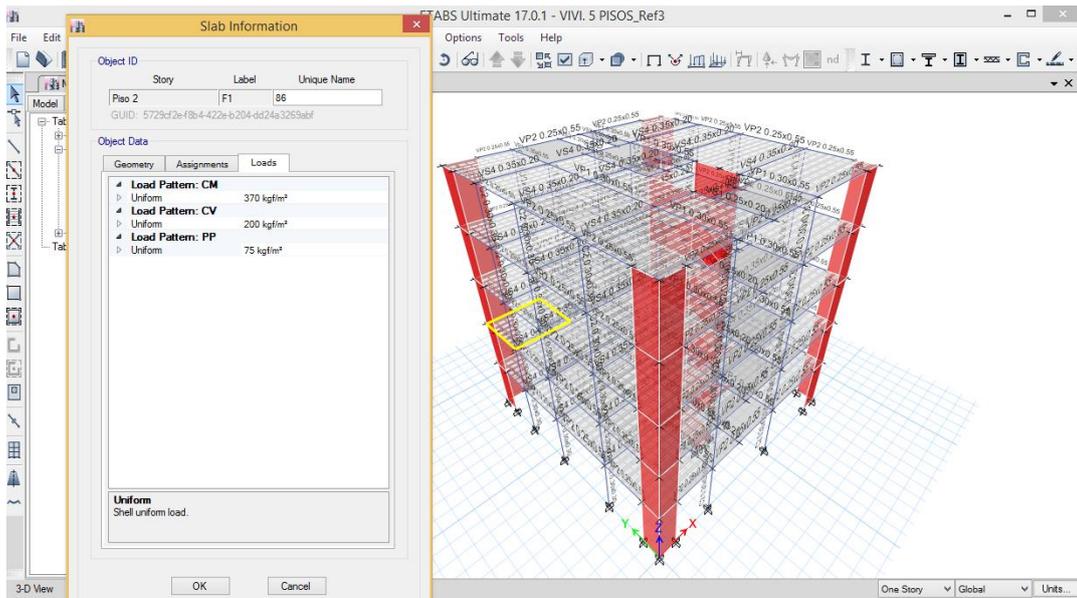


Figura N° 31. Cargas vivas y muertas consideradas en la estructura

Fuente. ETABS.

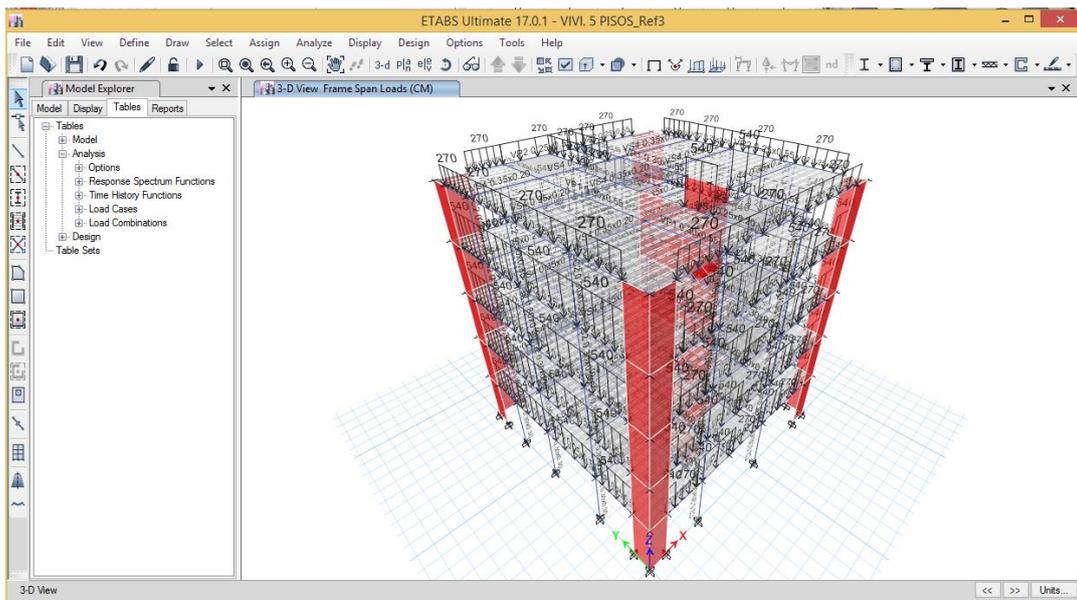


Figura N° 32. Cargas muertas en vigas por muro perimetral y por parapetos

Fuente. ETABS.

Espectro sísmico para análisis

El espectro es un valor usado para los cálculos sísmicos, este mide la reacción de una estructura ante la vibración del suelo que lo soporta. A continuación, se muestra el espectro sísmico tanto en dirección X-X como en dirección Y-Y.

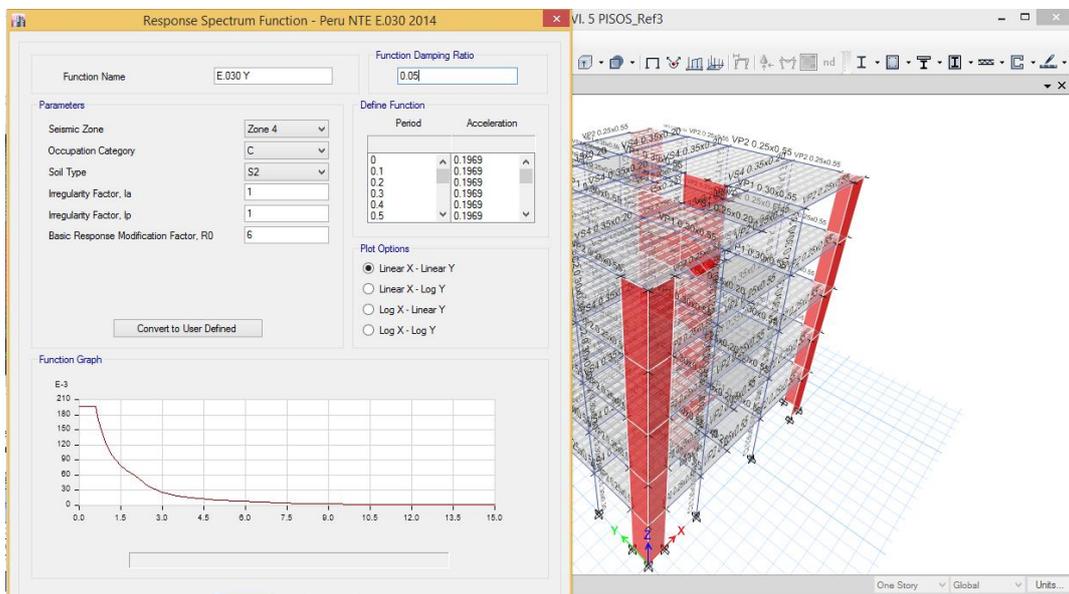
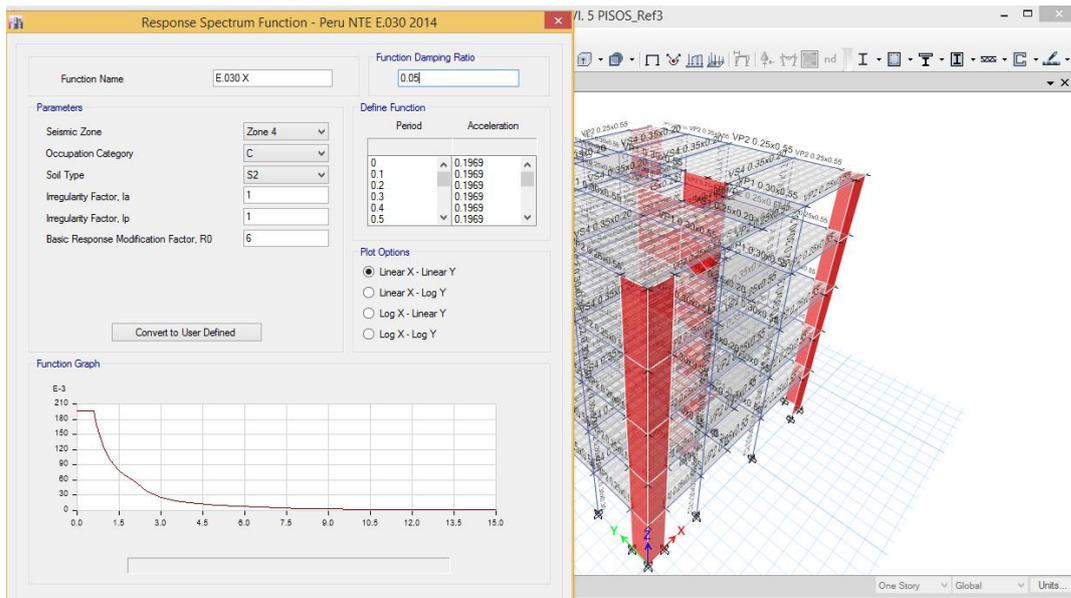


Figura N° 33. Espectro sísmico para análisis en dirección X-X y en Y-Y

Fuente. ETABS.

Modos de vibración

La participación de masa en los primeros 12 modos de vibración es mayor de 90% por lo tanto, los resultados pueden ser utilizados para la estimación del comportamiento de la estructura.

Case	Mode	Period	UX	UY	Sum UX	Sum UY	RZ	Sum RZ
		sec						
Modal	1	0.133	0.76	0.00	0.7591	0.0001	0.0032	0.0032
Modal	2	0.117	0.00	0.74	0.7592	0.7413	0.0012	0.0044
Modal	3	0.096	0.002	0.001	0.7609	0.7424	0.7324	0.7368
Modal	4	0.038	0.14	0.00	0.9025	0.7425	0.0021	0.7388
Modal	5	0.031	0.00	0.16	0.9026	0.9027	0.0002	0.7391
Modal	6	0.026	0.00	0.00	0.9026	0.9029	0.00	0.7391
Modal	7	0.025	0.01	0.00	0.9088	0.9033	0.1592	0.8983
Modal	8	0.025	0.00	0.00	0.9089	0.9033	0.00	0.8984
Modal	9	0.024	0.00	0.00	0.9089	0.9033	0.0001	0.8984
Modal	10	0.024	0.00	0.00	0.9089	0.9034	0.0009	0.8993
Modal	11	0.024	0.00	0.00	0.9091	0.9035	0.0005	0.8998
Modal	12	0.022	0.00	0.00	0.9091	0.9035	0.0001	0.8999
Modal	13	0.022	0.00	0.00	0.9091	0.9035	0	0.8999
Modal	14	0.022	0.00	0.00	0.9091	0.9035	0.00	0.8999
Modal	15	0.022	0.00	0.00	0.9092	0.9035	0.0003	0.9002

Figura N° 34. Modos de vibración

Fuente. ETABS.

Del grafico podemos interpretar que los tres primeros modos son principales, puesto que su periodo y sus masas son más grandes que los demás.

Tabla 32: Periodo fundamental

PERIODO FUNDAMENTAL	Periodo
	sec
Tx	0.133
Ty	0.117

Nota: Fuente. Elaboración propia.

Esto se puede interpretar que los resultados se asemejan a la realidad, debido a que en la dirección Y-Y tiene mayor rigidez que en X-X por consecuencia de la cantidad de placas.

Escala de cortantes en X-Y

A continuación, se presenta las escalas de cortantes basal donde en la cortante dinámica de la base en X nos sale un valor de 134.47 tnf y en la cortante dinámica de la base en Y nos da un valor de 133.91 tnf. Además, tenemos en

la cortante estática basal en X un valor de 167.77 tnf y en la cortante estática basal en Y un valor de 167.53 tnf.

Piso	Caso de Carga	Cortante Dinámica (CD)		Cortante Estática (CE)		Comparación CD/CE	Φ^*CE	Factor E/D
		Cortante X	Cortante Y	Cortante X	Cortante Y			
		tonf	tonf	tonf	tonf			
NIVEL 1	Sismo X	134.47		167.77		0.80	134.22	1.00
NIVEL 1	Sismo Y		133.91		167.53	0.80	134.03	1.00

Figura N° 35. Escala de cortantes en X y en Y

Fuente. Elaboración propia.

La estructura analizada en la dirección X-X e Y-Y es regular, dado que es simétrico.

Peso de la edificación

T= 0.45

Z= 0.45

Para dirección X-X, R= 6.0

U= 1

C= 2.5

entonces, $ZUCS/R= 0.196875$

S= 1.05

Tp = 0.60

TL= 2.00

Peso por piso (kgf)	
Piso 5	139.45
Piso 4	176.42
Piso 3	176.42
Piso 2	176.52
Piso 1	178.58
Total	847.39

Figura N° 36. Peso de la edificación por piso

Fuente. Elaboración propia.

Tipo de sistema estructural

Los sistemas estructurales se clasifican según los materiales usados y el sistema de estructuración sismo resistente predominante en cada dirección. De acuerdo a la clasificación de una estructura se elige un factor de reducción de la fuerza sísmica ($R=I_a * I_p * R_o$).

Para la dirección X-X tenemos:

FUERZA CORTANTE EN LA BASE DEL EDIFICIO "X" =	134.47 Tn
FUERZA CORTANTE TOTAL EN COLUMNAS "X" =	32.23 Tn
FUERZA CORTANTE TOTAL EN PLACAS "X" =	102.24 Tn

PORCENTAJE DE CORTANTE EN COLUMNAS "X" =	23.97%
PORCENTAJE DE CORTANTE EN PLACAS "X" =	76.03%

Figura N° 37. Fuerzas cortantes en X

Fuente. Elaboración propia.

La cortante basal de la estructura es de 134.47 Tonf, y las columnas absorben el 23.97% del total, de acuerdo a la norma para que la estructura sea de muros estructurales, las placas deben absorber mayor al 70% de la cortante y para que sea un sistema estructural tipo Dual deben absorber de 20 a 70%. Por lo tanto el sistema para la dirección en "X" es muros estructurales y su coeficiente básico de reducción es $R_o = 6$, dado que no se presenta irregularidad $I_a = 1.00$ e $I_p = 1.00$, en consecuencia $R = 6.00$.

Para la dirección Y-Y tenemos:

FUERZA CORTANTE EN LA BASE DEL EDIFICIO "Y" =	133.91 Tn
FUERZA CORTANTE TOTAL EN COLUMNAS "Y" =	38.50 Tn
FUERZA CORTANTE TOTAL EN PLACAS "Y" =	95.41 Tn

PORCENTAJE DE CORTANTE EN COLUMNAS "Y" =	28.75%
PORCENTAJE DE CORTANTE EN PLACAS "Y" =	71.25%

Figura N° 38. Fuerzas cortantes en Y

Fuente. Elaboración propia.

La cortante absorbida por las columnas representa el 28.75%, de acuerdo a la norma para que la estructura sea a porticada las columnas deben absorber por lo menos el 80% de la cortante. Por lo tanto el sistema es de muros estructurales cuyo coeficiente básico de reducción es $R_o=6.00$ y dado a que no se presenta irregularidad en la planta y altura $I_p=1.00$ e $I_a = 1.00$, en consecuencia el coeficiente de reducción de la fuerza sísmica es $R=6.00$.

Cortante basal en la estructura

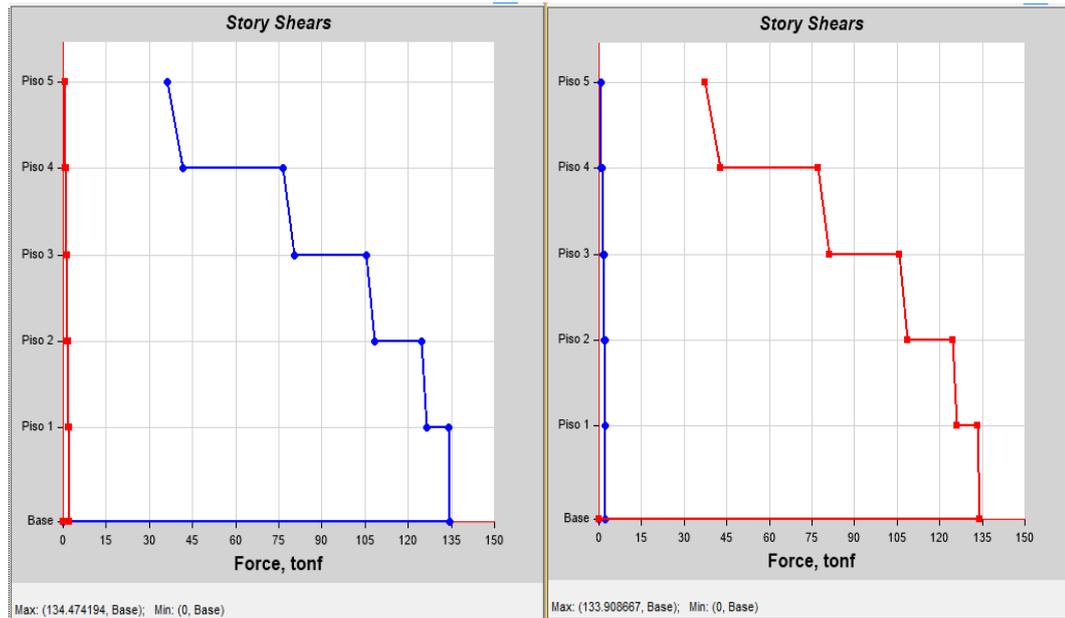


Figura N° 39. Cortante basal dinámica en dirección X-X e Y-Y

Fuente. ETABS.

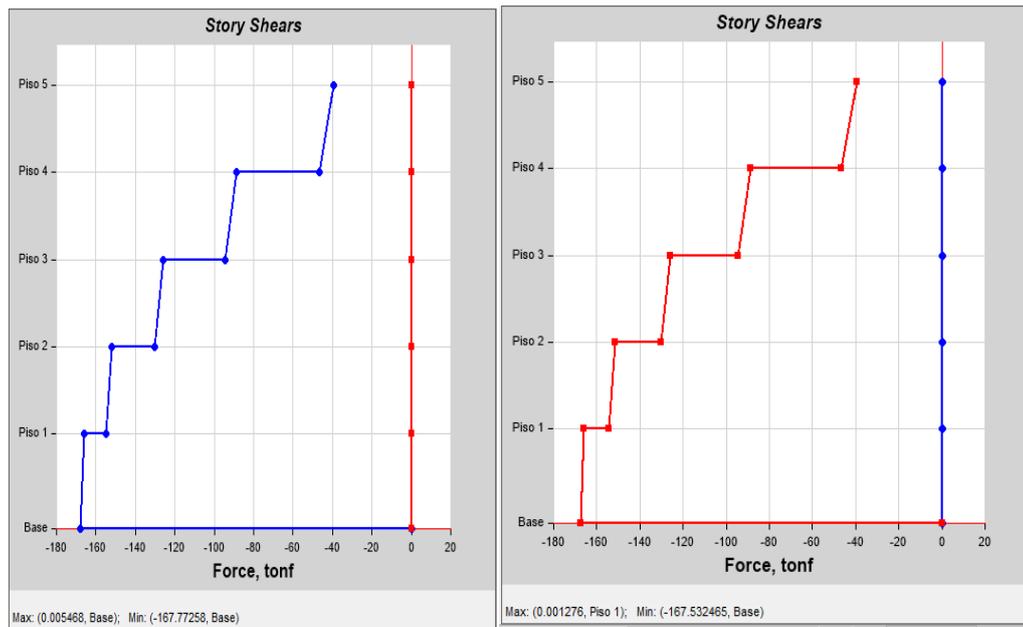


Figura N° 40. Cortante basal estática en dirección X-X e Y-Y

Fuente. ETABS.

Tabla 33: Valores de cortante basal en dirección X-X e Y-Y

Dirección	V _{basal} Dinámica (Tonf)	V _{basal} Estática (Tonf)
X-X	134.47	167.78
Y-Y	133.91	167.53

Nota: Fuente. Elaboración propia.

Desplazamiento lateral

Se refiere al máximo desplazamiento relativo de entrepiso, calculado según un análisis lineal elástico con las sollicitaciones sísmicas reducidas por el coeficiente R.

Story	Altura (m)	Desplazamiento (m)	Desplaz. Real (cm)	Derivas elásticas	Derivas Inelásticas	Derivas inelásticas (Norma)	Condición
Piso 5	2.70	0.0013	2.11	0.00009	0.0004	0.007	Si cumple
Piso 4	2.70	0.0011	1.78	0.00011	0.0005	0.007	Si cumple
Piso 3	2.70	0.0008	1.30	0.00012	0.0005	0.007	Si cumple
Piso 2	2.70	0.0005	0.81	0.00012	0.0005	0.007	Si cumple
Piso 1	2.95	0.0002	0.35	0.00007	0.0003	0.007	Si cumple
Base	-	0		0	-	-	-

Figura N° 41. Derivadas calculadas en dirección X-X

Fuente. Elaboración propia.

$$R_{xx} = R \cdot I_a \cdot I_p = 6 \cdot 1.0 \cdot 1.00 = 6.00$$

Derivas inelásticas calculadas = 0.75*R - Dirección YY							
Story	Altura (m)	Desplazamiento (m)	Desplaz. Real (cm)	Derivas elásticas	Derivas Inelásticas	Derivas inelásticas (Norma)	Condición
Piso 5	2.70	0.0010	1.62	0.0001	0.0004	0.007	Si cumple
Piso 4	2.70	0.0008	1.30	0.0001	0.0004	0.007	Si cumple
Piso 3	2.70	0.0006	0.97	0.0001	0.0004	0.007	Si cumple
Piso 2	2.70	0.0003	0.49	0.0001	0.0004	0.007	Si cumple
Piso 1	2.95	0.0001	0.18	0.0000	0.0002	0.007	Si cumple
Base	-	0		0	-	-	-

Figura N° 42. Derivadas calculadas en dirección Y-Y

Fuente. Elaboración propia.

$$R_{xx} = R \cdot I_a \cdot I_p = 6.0 \cdot 1.00 \cdot 1.00 = 6.00$$



Figura N° 43. Desplazamiento de la estructura en dirección X-X e Y-Y.

Fuente. ETABS.

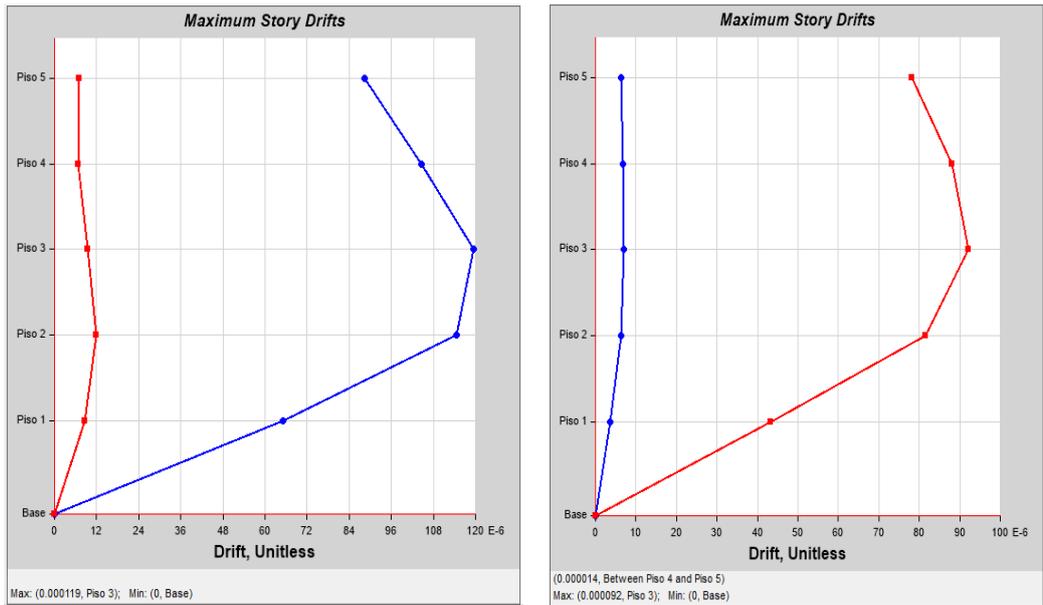


Figura N° 44. Derivas de la estructura en dirección X-X e Y-Y.

Fuente. ETABS.

Tabla 34. Desplazamiento lateral en X-Y

Dirección	Desplazamiento real (cm)
X-X	2.11 (Piso 5.)
Y-Y	1.62 (Piso 5.)

Nota: Fuente. Elaboración propia.

4.9. Diseño de elementos estructurales

Diseño de losa aligerada por flexión

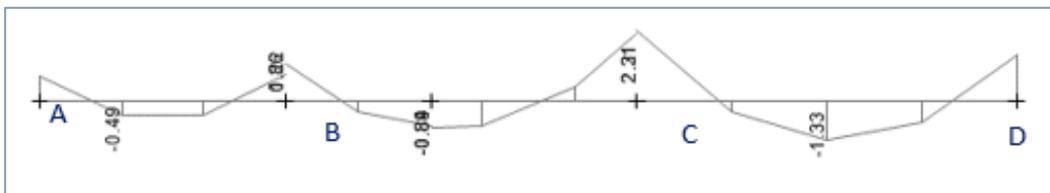


Figura N° 45. Diseño de losa aligerada

Fuente. Elaboración propia.

$$M(a) = -0.83 \text{ tonf-m}$$

$$M(a-b) = 0.49 \text{ tonf-m}$$

$$M(b) = -1.22 \text{ tonf-m}$$

$$M(b-c) = 0.88 \text{ tonf-m}$$

$$M(c) = -2.21 \text{ tonf-m}$$

$$M(c-d) = 1.33 \text{ tonf-m}$$

$$M(d) = -1.52 \text{ tonf-m}$$

Datos para cálculo de acero en losa aligerada unidireccional.

$d=16.87\text{cm}$ (acero $\frac{1}{2}$ " y recubrimiento 2.50cm)

$h=20\text{cm}$.

$f_y=4200\text{kgf/cm}^2$

$f'_c= 270 \text{ kgf/cm}^2$

$b=40 \text{ cm}$ (para momentos positivos)

$b=10 \text{ cm}$ (para momentos negativos)

Acero mínimo= 0.56cm^2 (para $b=10\text{cm}$) y 2.25cm^2 (para $b=40\text{cm}$)

$$14/f_y * b * d$$

$$As (a) - = 1.45 \text{ cm}^2$$

$$As (a-b) += 0.78 \text{ cm}^2 \text{ (usar: } 2.25\text{cm}^2\text{)}$$

$$As (b) - = 2.28 \text{ cm}^2$$

$$As (b-c) += 1.42 \text{ cm}^2 \text{ (usar: } 2.25\text{cm}^2\text{)}$$

$$As (c) - = 5.91 \text{ cm}^2$$

$$As (c-d) += 2.17 \text{ cm}^2 \text{ (usar: } 2.25\text{cm}^2\text{)}$$

$$As (d) - = 3.02 \text{ cm}^2$$

A continuación, se muestra el refuerzo a utilizar

Acero en apoyo A = $1\text{Ø}1/2$ "

Centro A-B = 2Ø1/2"

Acero en apoyo B = 2Ø1/2"

Centro B-C = 2Ø1/2"

Acero en apoyo C = 3Ø5/8"

Centro C-D = 2Ø1/2"

Acero en apoyo D = 1Ø1/2" + 1Ø5/8"

Verificación por corte de losa aligerada

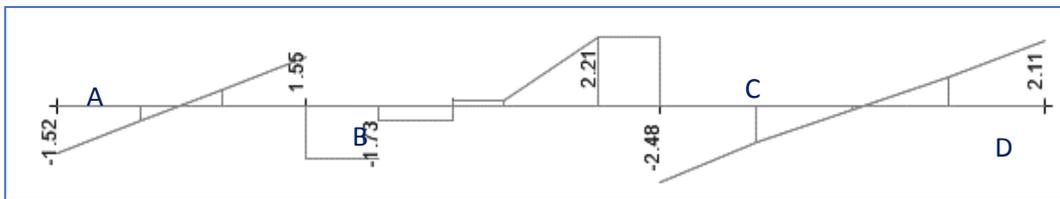


Figura N° 46. Verificación por corte de losa aligerada

Fuente. Elaboración propia.

El corte que resiste el concreto se determina por la siguiente expresión, se sabe que $d=16.87\text{cm}$ y $b=10\text{cm}$.

$$\phi V_c = 1.10 * 0.85 * 0.53 * \sqrt{f'c} * b * d$$

$$\phi V_c = 1.10 * 0.85 * 0.53 * \sqrt{270} * 10 * 16.87 = 1.37\text{tonf}$$

Tabla 35. Cortes de losa aligerada

Apoyos	Vu (tonf)	ϕV_c (tonf)	Condición
A	1.52	1.37	Ensanchar
B	1.56	1.37	Ensanchar
C	2.48	1.37	Ensanchar
D	2.11	1.37	Ensanchar

Nota: Fuente. Elaboración propia.

Dado que la losa no resiste la cortante que se origina por las cargas, se procede a reforzarlas ensanchando las viguitas y ocupando el espacio de los ladrillos. Para la presente losa ensancharemos 25cm.

$$\phi V_c = 1.10 * 0.85 * 0.53 * \sqrt{270} * 25 * 16.87 = 3.43 \text{tonf}$$

Tabla 36. Ensanchamiento de losa aligerada

Apoyos	Vu (tonf)	ϕV_c (tonf)	Condición
A	1.52	3.43	Ok
B	1.56	3.43	Ok
C	2.48	3.43	Ok
D	2.11	3.43	Ok

Nota: Fuente. Elaboración propia.

La longitud de ensanche se determina con el diagrama de corte de la losa aligerada, es decir hallando los puntos hasta donde ya no es necesario ensanchar, porque con un ancho de 10cm ($V_c=1.37$ tonf) es suficiente.

Tabla 37. Longitudes de la losa

Tramo	Long lado izq. (m)	Long lado der. (m)
A-B	0.35	0.50
B-C	1.05	1.45
C-D	1.25	0.95

Nota: Fuente. Elaboración propia.

Diseño de vigas de concreto Armado.

Diseño por flexión de vigas VP1 Y VP2.

Vigas VP1 0.30x0.55m

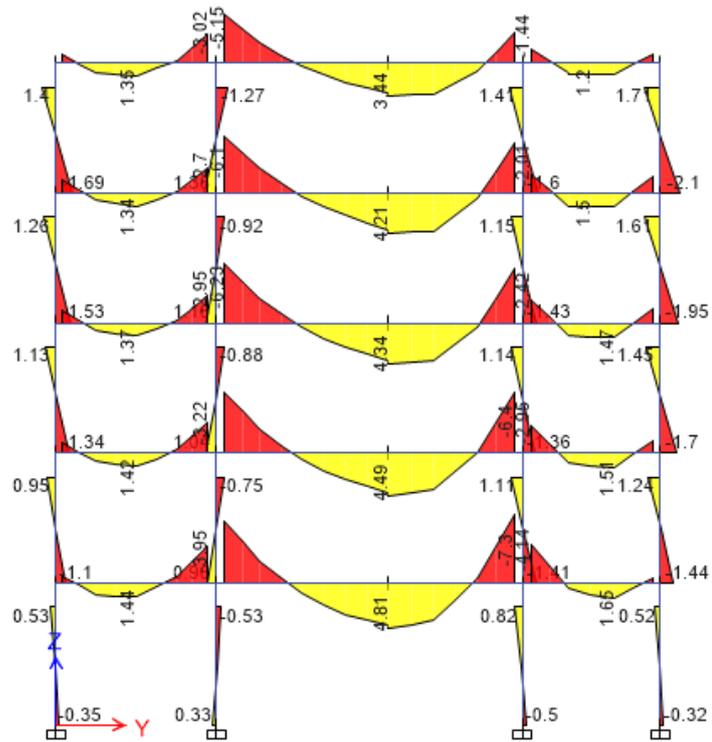


Figura N° 47. Momentos en vigas VP1 0.30x0.55m – Eje B-B

Fuente. Elaboración propia.

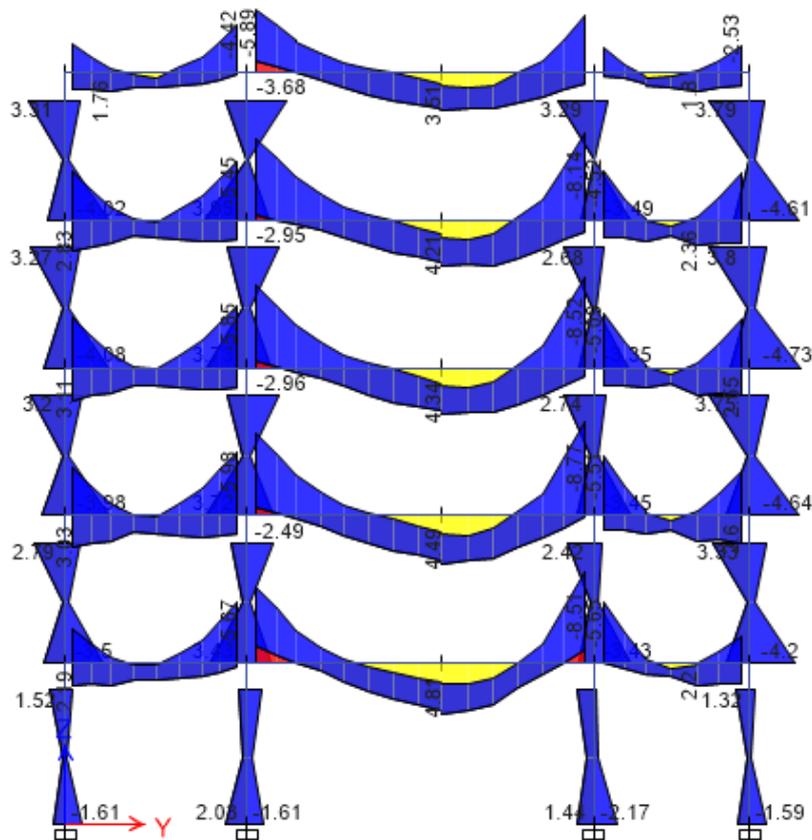


Figura N° 48. Momentos en vigas VP1 0.30x0.50m– Eje B-B (Combinación E)

Fuente. Elaboración propia.

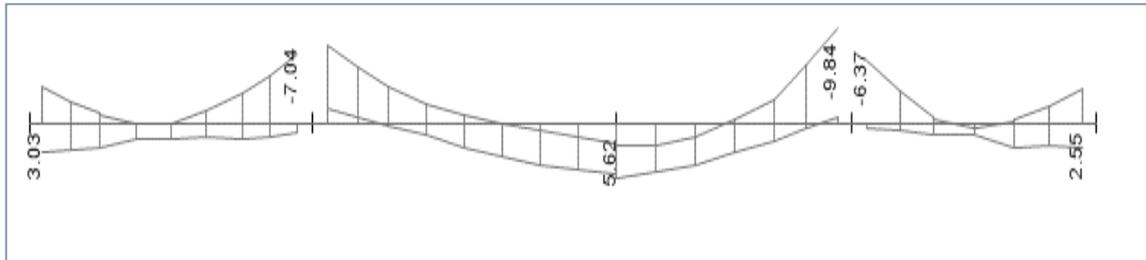


Figura N° 49. Diagrama de momento flector en viga VP1 0.30X0.55

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 38. Refuerzo por flexión de viga VP1 0.30X0.55

REFUERZO POR FLEXIÓN DE VIGA VP1 0.30X0.55							
PUNTO	APOYO 1(-)	CENTRO 1-2 (+)	APOYO 2(-)	CENTRO 2-3(+)	APOYO 3(-)	CENTRO 3-4 (+)	APOYO 4(-)
Momento (Tonf-m)	-3.76	3.03	-8.10	5.63	-9.84	2.55	-3.44
Área de acero (cm ²)	2.47	2.47	4.50	3.09	5.51	2.47	2.47
Acero	2Ø5/8"	2Ø5/8"	3Ø5/8"	2Ø5/8"	3Ø5/8"	2Ø5/8"	2Ø5/8"

Nota: Fuente. Elaboración propia.

Vigas VP2 0.25x0.55m

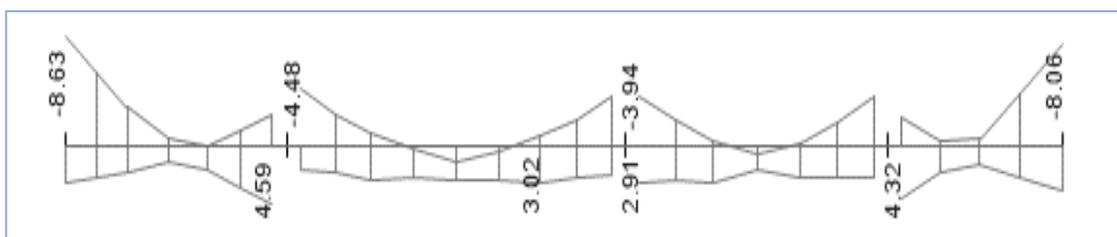


Figura N° 50. Diagrama de momento flector de viga VP2 0.25x0.55

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 39. Refuerzo por flexión de viga VP2 0.25x0.55

REFUERZO POR FLEXIÓN DE VIGA VP1 0.25X0.55								
PUNTO	APOYO 1(-)	CENTRO 1-2 (+)	APOYO 2(-)	CENTRO 2-3(+)	APOYO 3(-)	CENTRO 3-4 (+)	APOYO 4(-)	CENTRO 4-5 (+)
Moment	-8.63	4.59	-4.48	3.02	-3.96	2.91	-3.91	4.32

o (Tonf- m)								
Área de acero (cm ²)	4.84	2.52	2.46	2.06	2.16	2.06	2.14	2.37
Acero	2Ø1/2" + 2Ø1/2"	2Ø1/2"						

Nota: Fuente. Elaboración propia.

Diseño por corte de vigas VP1 Y VP2.

Vigas VP1 0.30x0.55m



Figura N° 51. Diagrama de fuerza cortante en vigas VP1 0.30X0.55

Fuente. Elaboración propia.

La cortante ultima es $V_u = 10.18 \text{ tonf}$.

$V_u =$	10.18	tonf	\emptyset Estr. =	3/8"
$b_w =$	0.30	m	\emptyset A. Long =	1/2"
$h =$	0.55	m		
$r =$	4.00	cm		
$f'_c =$	270	kgf/cm ²		
$f_y =$	4200	kgf/cm ²		
$\emptyset =$	0.85			

$$d = 0.49 \text{ m}$$

$$V_c = 0.53\sqrt{f'_c} * b_w * d$$

$$V_c = 14.37 \text{ tonf} \quad \emptyset V_c = 12.21 \text{ tonf}$$

1) Si, $V_u < \frac{\emptyset V_c}{2}$, entonces no necesita refuerzo por corte

Condición N/A

2) Si, $\frac{\emptyset V_c}{2} \leq V_u \leq \emptyset V_c$, entonces se necesita refuerzo mínimo

Condición OK

$$A_{sv\min} = 3.50b_w * \frac{s}{f_y} \quad \text{Si, } s \leq \frac{d}{2} = 24.71 \text{ cm} \wedge s \leq 60 \text{ cm}$$

$$A_{sv\min} = 0.62 \text{ cm}^2$$

$$1 \emptyset 3/8" = 0.71 \text{ cm}^2$$

usar: 1Ø0.05,5@0.10, Rsto @ 0.20 m

Figura N° 52. Cálculos para diseño de VP1

Fuente. Elaboración propia.

Vigas VP2 0.25x0.55m

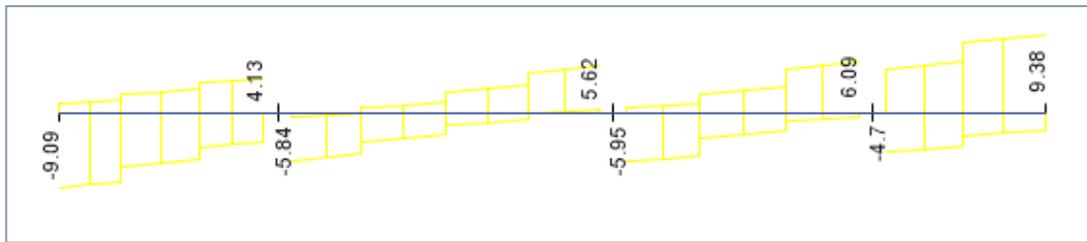


Figura N° 53. Diagrama de fuerza cortante en vigas VP2 0.25X0.55

Fuente. Elaboración propia.

$V_u = 9.38$ tonf \emptyset Estr. = 3/8"
 $b_w = 0.25$ m \emptyset A. Long = 1/2"
 $h = 0.55$ m
 $r = 4.00$ cm
 $f'_c = 270$ kgf/cm²
 $f_y = 4200$ kgf/cm²
 $\emptyset = 0.85$

$d = 0.49$ m

$$V_c = 0.53\sqrt{f'_c} * b_w * d$$

$V_c = 11.97$ tonf $\emptyset V_c = 10.18$ tonf

1) Si, $V_u < \frac{\emptyset V_c}{2}$, entonces no necesita refuerzo por corte Condición N/A

2) Si, $\frac{\emptyset V_c}{2} \leq V_u \leq \emptyset V_c$, entonces se necesita refuerzo mínimo Condición OK

$$A_{sv\min} = 3.50b_w * \frac{s}{f_y} \quad Si, s \leq \frac{d}{2} = 24.71 \text{ cm} \quad \wedge \quad s \leq 60 \text{ cm}$$

$A_{sv\min} = 0.51$ cm²

1 \emptyset 3/8" = 0.71 cm²

usar: 1 \emptyset 0.05,5@0.10, Rsto @ 0.20 m

Figura N° 54. Cálculos de diseño para VP2

Fuente. Elaboración propia.

Diseño de Columnas de concreto armado.

Diseño por flexo compresión de columnas.

C-1 0.35x0.35

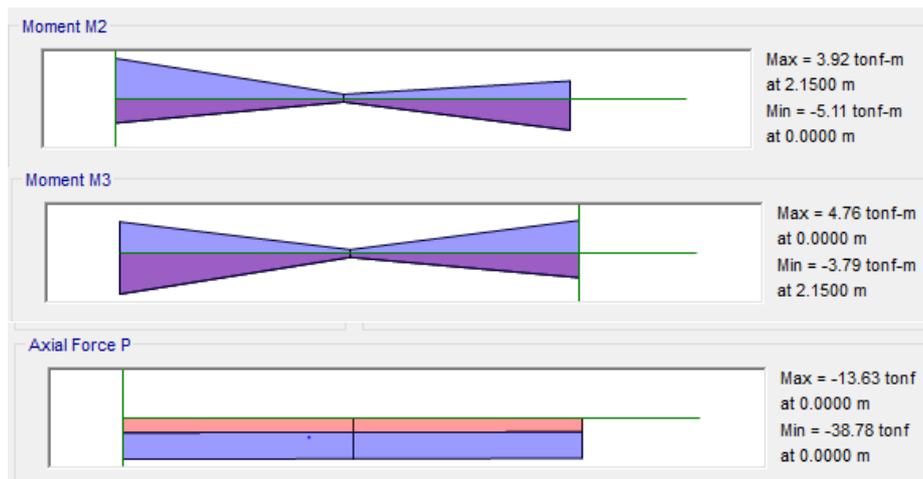


Figura N° 55. Momento y fuerza axial en columnas C-1

Fuente. Elaboración propia.

Se insertará 8 aceros de 5/8" en tres capas, y dado a que la columna es cuadrada el diagrama en la dirección perpendicular será similar.

Datos para el diseño de la columna.

$$f'c = 270 \text{ kgf/cm}^2$$

$$ecu = 0.003$$

$$fy = 4200 \text{ kgf/cm}^2$$

$$Es = 2000000 \text{ kgf/cm}^2$$

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

$$b = 0.35 \text{ m}$$

$$fst = 3/8"$$

$$rec = 4.00 \text{ cm}$$

CAPAS	N° VAR	DIAM.	As (cm ²)	d(cm)
1	3	5/8"	5.94	5.75
2				
3	2	5/8"	3.96	17.50
4				
5	3	5/8"	5.94	29.25

$$\text{Cuantía} = 1.55\%$$

Figura N° 56. Capas de acero para C1

Fuente. Elaboración propia.

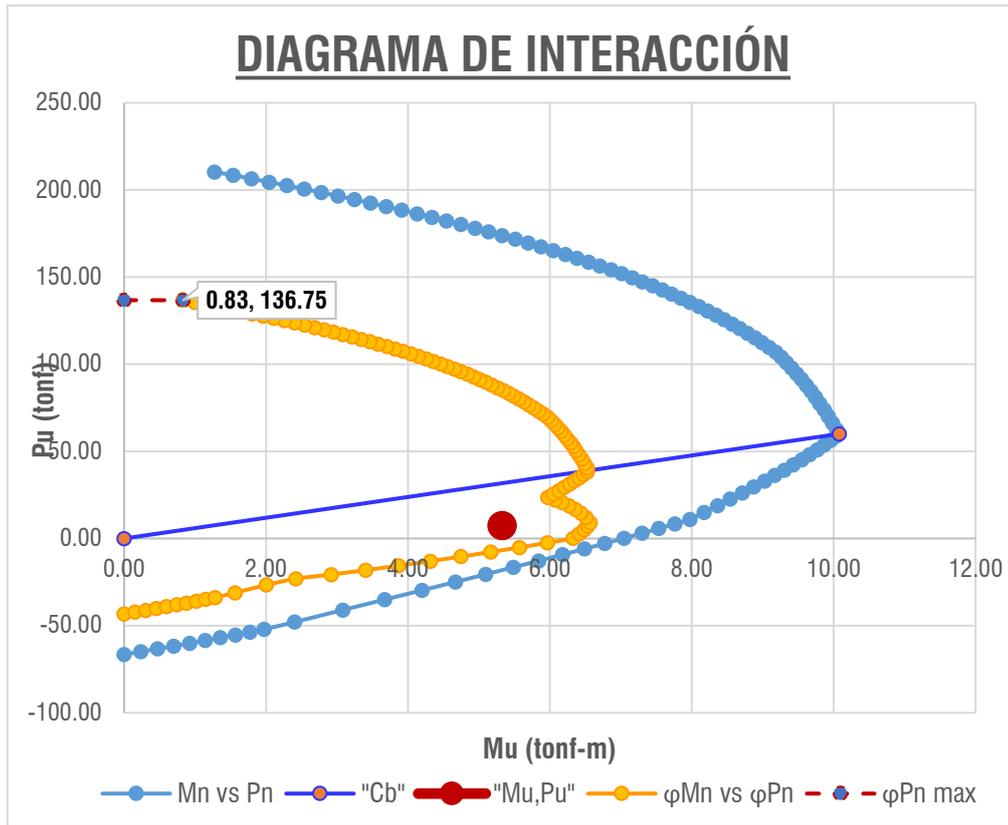


Figura N° 57. Diagrama de interacción en C1

Fuente. Elaboración propia.

Como se aprecia en el diagrama de interacción el refuerzo cubre la capacidad de la demanda.

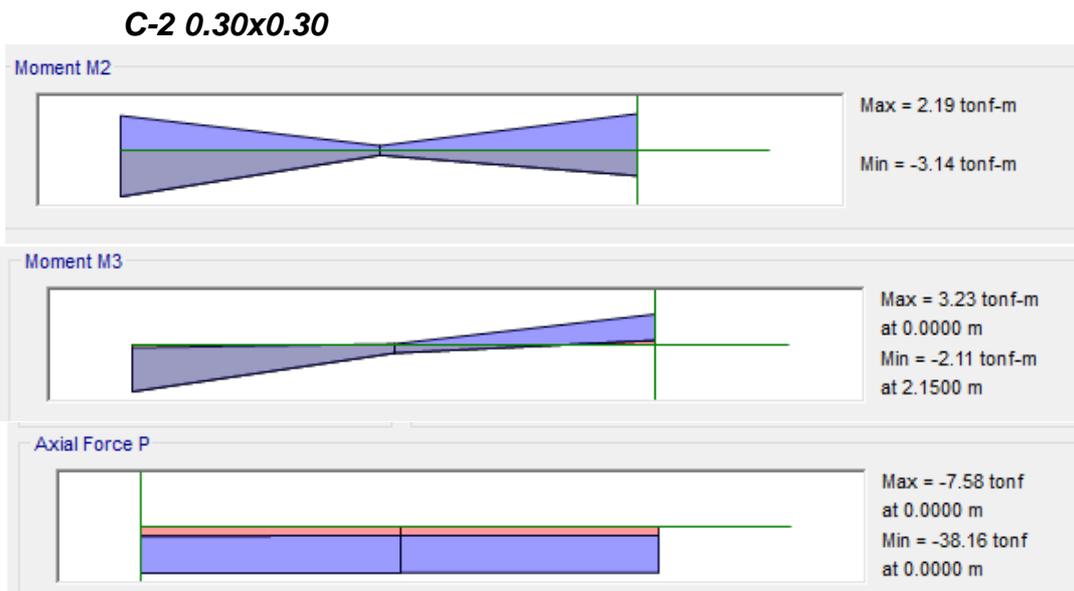




Figura N° 58. Momento, fuerza axial y cortante en C2

Fuente. Elaboración propia.

Entonces, $M_2 = 3.14 + 2.19 = 5.33 \text{ tonf-m}$, mientras que $M_3 = 2.11 \text{ tonf-m}$. Por otro lado, la carga axial es 7.58 tonf.

Datos para el diseño de la columna.

$f'_c = 270 \text{ kgf/cm}^2$

$e_{cu} = 0.003$

$f_y = 4200 \text{ kgf/cm}^2$

$E_s = 2000000 \text{ kgf/cm}^2$

$h = 0.30 \text{ m}$

$b = 0.30 \text{ m}$

$f_{st} = 3/8''$

$rec = 4.00 \text{ cm}$

CAPAS	N° VAR	DIAM.	As (cm ²)	d(cm)
1	3	5/8"	5.94	5.75
2				
3	2	5/8"	3.96	15.00
4				
5	3	5/8"	5.94	24.25

Cuantía = 2.18%

Figura N° 59. Capas de acero para C2

Fuente. Elaboración propia.

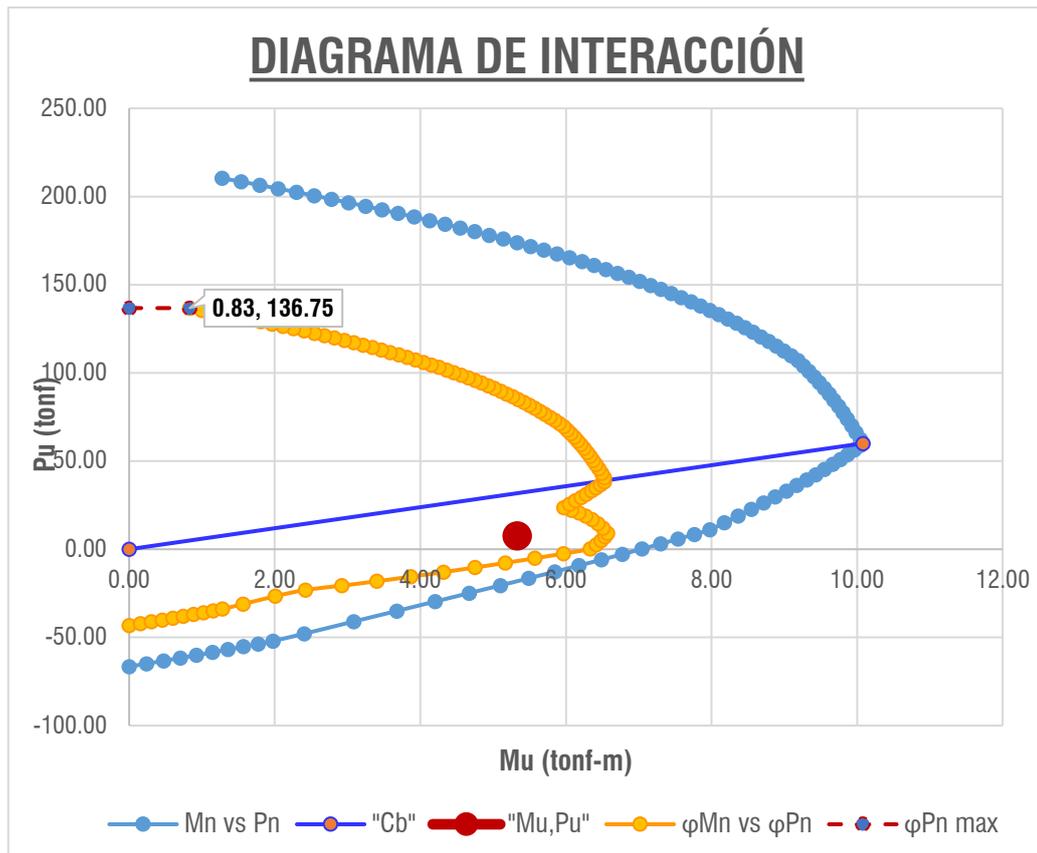


Figura N° 60. Diagrama de interacción en C2

Fuente. Elaboración propia.

En el diagrama de interacción se visualiza que el refuerzo y la sección de la columna satisfacen la demanda en la columna C-2.

Diseño por corte de columna.

Columna C-1 0.35x0.35 y C-2 0.30x0.30.

$$S1 \leq 16d_{A_{vertical}} = 16 * \frac{5}{8} * 2.54 = 25.40$$

$$S2 \leq 48d_{A_{estribo}} = 48 * \frac{3}{8} * 2.54 = 45.72$$

$$S3 \leq \text{menor dimension col} = 35 \text{ cm}/30 \text{ cm}$$

Ø3/8"1@0.05, 7@0.10, Rsto @0.25 → para C-1

Ø3/8"1@0.05, 7@0.10, Rsto @0.25 → para C-2

Diseño de Placas de concreto armado.

Diseño de PL-1 por flexión.

Tabla 40. Combinaciones de PL-1

COMBINACIONES		P (tonf)	M2 (tonf-m)	M3 (tonf-m)
1.4CM+1.70CV	COMBO 1	82.78	0.78	-1.33
1.25(CM+CV)+CSDX	COMBO 2	70.09	0.47	249.15
1.25(CM+CV)-CSDX	COMBO 3	70.04	-0.46	251.37
1.25(CM+CV) +CSEY	COMBO 4	61.14	7.36	6.05
1.25(CM+CV)-CSEY	COMBO 5	79.35	-8.19	-8.26
0.90CM+CSDX	COMBO 6	38.12	-0.67	249.73
0.90CM-CSDX	COMBO 7	38.43	-0.84	-250.8
0.90CM+CSDY	COMBO 8	29.17	8.02	6.62
0.90CM-CSDY	COMBO 9	47.37	-7.53	-7.69

Nota: Fuente. Elaboración propia.

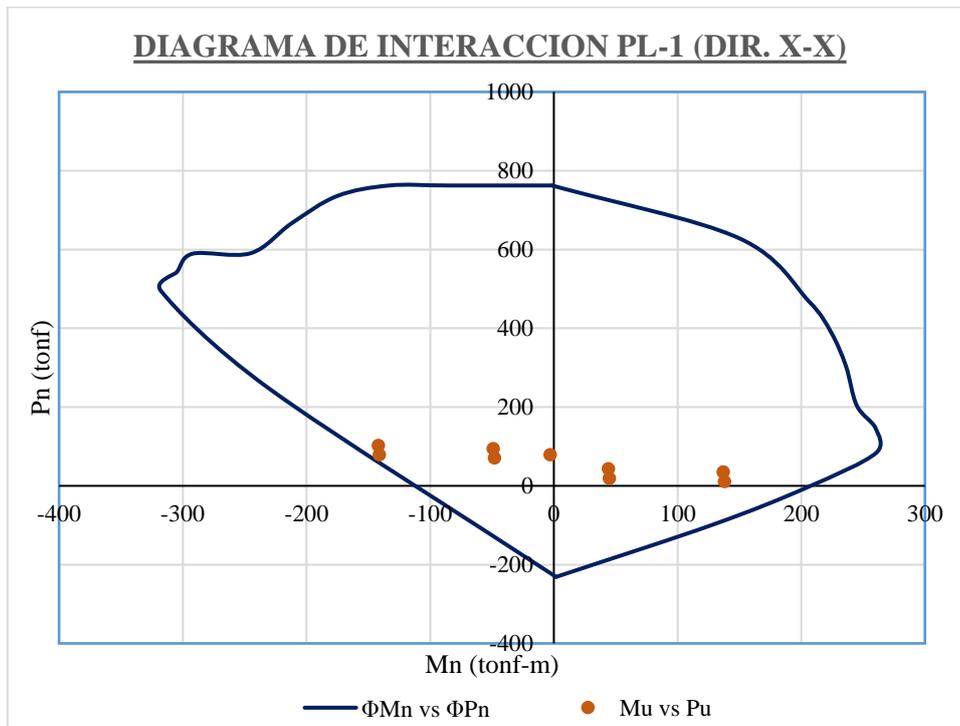


Figura N° 61. Diagrama de interacción de la Placa PL-1 en X-X

Fuente. Elaboración propia.

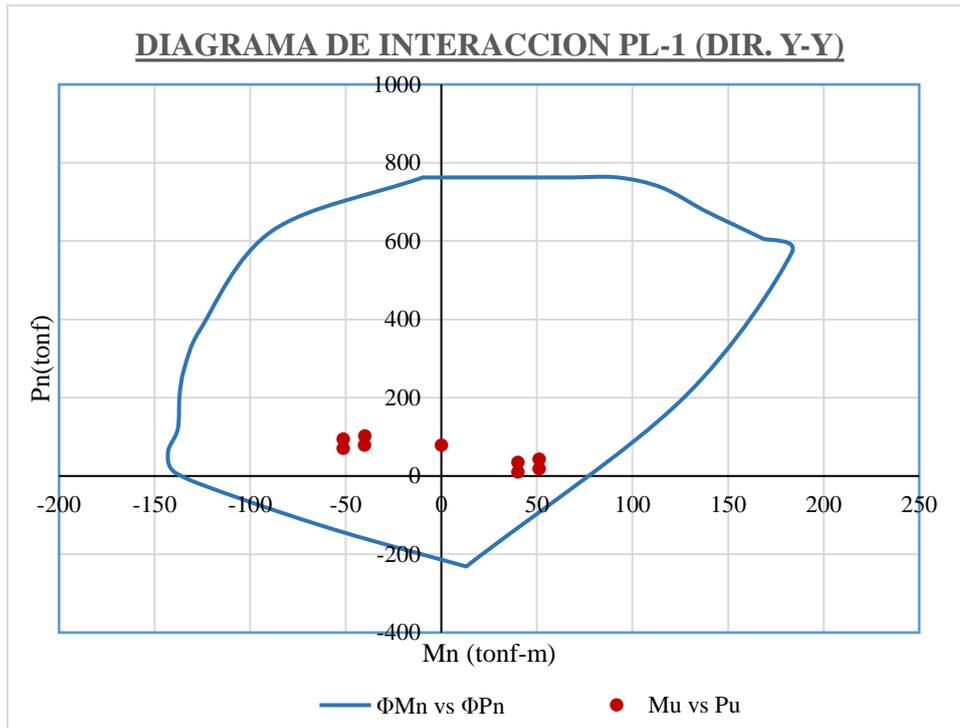


Figura N° 62. Diagrama de interacción de la Placa PL-1 en Y-Y

Fuente. Elaboración propia.

Diseño de PL-1 por Corte.

Lw=	1.50	m	Vu=	28.75	tonf	Acero v=	1/2"
hm=	0.25	m	Nu=	80.16	tonf	Acero h=	3/8"
rec=	4.00	cm	f'c=	270	kgf/cm2	Capas de acero h =	2 cap
Ø =	0.85		fy=	4200	kgf/cm2		

d=	120.00	cm
Ag=	3750.00	cm2
d''=	19.73	cm

Vc= 42.32 tonf → ØVc= 35.97 tonf

1) Si, $V_u \leq \frac{\phi V_c}{2}$, Se considera refuerzo mínimo cuantía 0.002bh Condición N/A

Asmín= 5.00 cm2/m → S= N/A m

2) Si, $\frac{\phi V_c}{2} < V_u \leq \phi V_c$, Se necesita ref. con cuantía 0.0025bh Condición OK

As_h= 6.25 cm2/m → S= 0.225 m

S1max=	0.300	m
S2max=	0.75	m
S3max=	0.45	m

Figura N° 63. Cálculos para el diseño de la placa PL-1

Fuente. Elaboración propia.

Entonces el refuerzo horizontal es $\varnothing 3/8'' @ 0.225m$.

Diseño de PL-6 por flexión.

Tabla 41. Combinaciones de PL-6

COMBINACIONES		P (tonf)	M2 (tonf-m)	M3 (tonf-m)
1.4CM+1.70CV	COMBO 1	116.67	-0.07	0.46
1.25(CM+CV)+CSDX	COMBO 2	37.5	3.48	13.06
1.25(CM+CV)-CSDX	COMBO 3	163.63	-3.61	-12.39
1.25(CM+CV)+CSEY	COMBO 4	83.14	0.09	139.63
1.25(CM+CV)-CSEY	COMBO 5	117.98	-0.22	-138.96
0.90CM+CSDX	COMBO 6	2.79	3.49	12.72
0.90CM-CSDX	COMBO 7	123.33	-3.6	-12.74
0.90CM+CSDY	COMBO 8	42.85	0.1	139.29
0.90CM-CSDY	COMBO 9	77.69	-0.21	-139.3

Nota: Fuente. Elaboración propia.

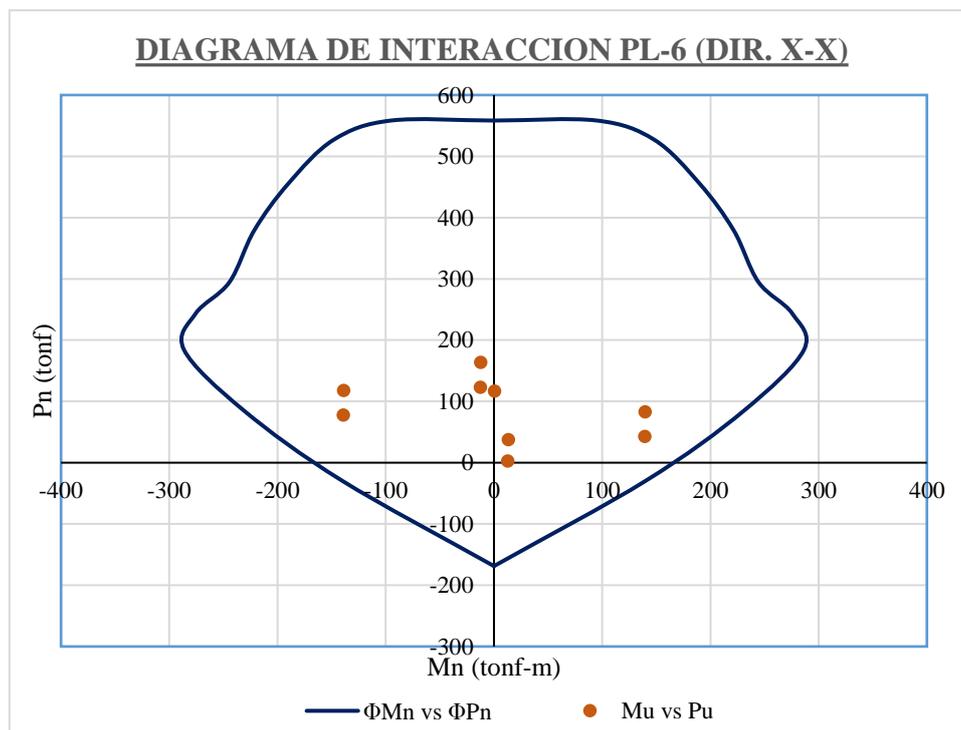


Figura N° 64. Diagrama de interacción de la Placa PL-6 en X-X

Fuente. Elaboración propia.

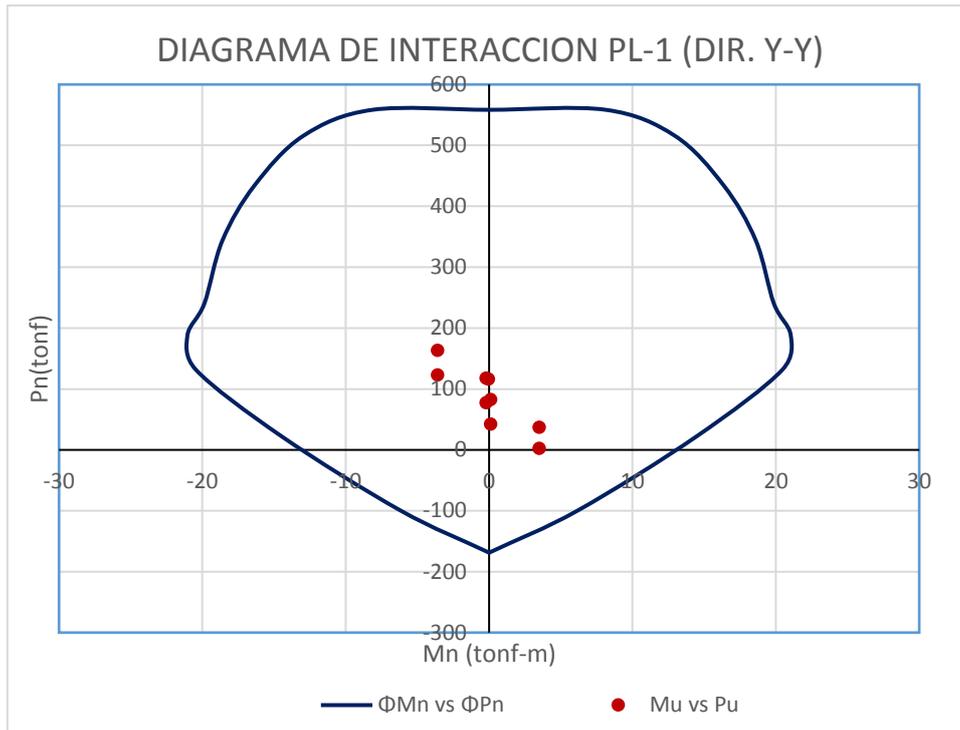


Figura N° 65. Diagrama de interacción de la Placa PL-6 en Y-Y

Fuente. Elaboración propia.

El refuerzo asignado a la placa de concreto armado cubre la demanda de las cargas.

Diseño de PL-6 por Corte.

Lw=	2.29	m	Vu=	36.6	tonf	Acero v=	1/2"
hm=	0.20	m	Nu=	116.67	tonf	Acero h=	3/8"
rec=	3.00	cm	f'c=	270	kgf/cm2	Capas de acero h =	2 cap
Ø =	0.85		fy=	4200	kgf/cm2		

d=	183.20	cm
Ag=	4580.00	cm2
d''=	15.73	cm

$$V_c = 55.48 \text{ tonf} \rightarrow \phi V_c = 47.16 \text{ tonf}$$

1) Si, $V_u \leq \frac{\phi V_c}{2}$, Se considera refuerzo mínimo cuantía $0.002bh$ Condición N/A

$$A_{s\text{mín}} = 4.00 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow S = \text{N/A} \text{ m}$$

2) Si, $\frac{\phi V_c}{2} < V_u \leq \phi V_c$, Se necesita ref. con cuantía $0.0025bh$ Condición OK

$$A_{s_h} = 5.00 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow S = 0.275 \text{ m}$$

$$S_{1\text{max}} = 0.450 \text{ m}$$

$$S_{2\text{max}} = 0.60 \text{ m}$$

$$S_{3\text{max}} = 0.45 \text{ m}$$

Figura N° 66. Cálculos para el diseño de la placa PL-6

Fuente. Elaboración propia.

Entonces el refuerzo horizontal es $\phi 3/8'' @ 0.275\text{m}$.

Diseño de escalera

Datos:

t =	0.15	m	CV =	200	kg/m ²
b =	1.20	m	CM =	120	kg/m ²
L ₁ =	2.00	m			
L ₂ =	1.05	m	Ø Acero (-).	3/8"	
P =	0.25	m	Ø Acero (+).	3/8"	
CP =	0.175	m	d =	0.120	m
fy =	4200	kg/cm ²	Ø transv. =	3/8"	
f'c =	270	kg/cm ²			

Diseño de la escalera

$$0.59\rho^2 f_y - \rho f'c + \frac{M_u * f'c}{\phi * b * d^2 * f_y} = 0 \rightarrow \mathbf{AX^2 + BX + C = 0}$$

$$\begin{aligned}
 A &= 2478 \text{ kg/cm}^2 & \rho &= \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \\
 B &= -270 \text{ kg/cm}^2 \\
 C &= 0.62 \text{ kg/cm}^2 & \rho(+)&= 0.0963 \\
 & & \rho(-)&= 0.0026
 \end{aligned}$$

$$A_s (+) = \rho * b * d \rightarrow A_s (+) = 3.75 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ mín} = 0.0018 * b * d \rightarrow A_s \text{ mín} = 2.60 \text{ cm}^2$$

Usar para momento positivo

$$\begin{aligned}
 A_s (+) &= 3.75 \text{ cm}^2 \\
 &6 \text{ } \emptyset \text{ } 3/8" \text{ @ } 0.23 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Usar para momento negativo

$$A_{\text{neg}} = 1.88 \text{ cm}^2 = \frac{A_s(+)}{2}$$

Se toma el mayor de A_{neg} y $A_s \text{ mín}$.

$$\begin{aligned}
 A_s (-) &= 2.60 \text{ cm}^2 \\
 &4 \text{ } \emptyset \text{ } 3/8" \text{ @ } 0.38 \text{ m} \left\{ \begin{array}{l} S_{\text{máx}} = 3t = \\ S_{\text{máx}} = 45\text{cm} \end{array} \right. 45.00 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Refuerzo transversal por temperatura

$$A_{s1} = 0.0018 * b * t \rightarrow A_{s1} = 2.70 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\begin{aligned}
 &\emptyset \text{ } 3/8" \text{ @ } 0.26 \text{ m} \quad \left. \begin{array}{l} \text{Ref. en 1 sola} \\ \text{cara} \end{array} \right\} \begin{array}{l} S_{\text{máx}} = 5t = 75 \text{ cm} \\ S_{\text{máx}} = 45\text{cm} \end{array} \\
 &\emptyset \text{ } 3/8" \text{ @ } 0.53 \text{ m} \quad \left. \begin{array}{l} \text{Ref. en 2 caras} \end{array} \right\}
 \end{aligned}$$

Verificación por cortante

$$V_{ud} = W_{u1} * \frac{L1}{2} - W_{u1} * d \rightarrow V_{ud} = 1.50 \text{ Tn.f}$$

$$V_{ud} * \text{Cos}(\theta) = 1.23 \text{ Tn.f}$$

$$V_n = \frac{V_{ud} * \text{Cos}(\theta)}{\phi} \rightarrow V_n = 1.44 \text{ Tn.f}$$

$$V_c = 0.53 * \sqrt{f'c} * b * d \rightarrow V_c = 11.97 \text{ Tn.f}$$

$V_n < V_c$ **Conforme**

V. DISCUSIÓN

En nuestro proyecto se desarrolló un diseño de mezcla con un concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, con sustitución del cemento por ceniza volante en tres proporciones diferentes que son de 5 %, 10 % y 15 % de ceniza volante.

La sustitución de cemento por ceniza volante en 9 %, 14 % y 23 %, para un concreto de 210 kg/cm^2 , siendo las dos primeras proporciones que cumplen los parámetros de resistencia según los ensayos a los 7, 14 y 28 días, obteniendo una resistencia de 261.4 kg/cm^2 a los 28 días con una adición de ceniza volante en un 9 %, en la cual para dicho estudio es la más relevante ya que supera la muestra patrón, del mismo modo nos hacen mención que para la muestra con 14 % de ceniza volante tuvieron una caída en la resistencia ya que obtuvieron 234.2 kg/cm^2 a los 28 días, que si bien es cierto está por encima de la muestra o del diseño general los tesisistas discriminan este valor, además de ello en su estudio para la muestra con 23 % de ceniza volante lo desestiman ya que solo alcanzó una resistencia de 185.4 kg/cm^2 a los 28 días y que no cumple con los requerimientos por la NTP, siendo para ellos la muestra con 9 % de ceniza volante como la mejor alternativa por tener una mejor resistencia, (Escalante y Huamán 2020). Lo cual en este proyecto la sustitución máxima de ceniza volante es de 15 %, además de ello cabe resaltar que a los 28 días las tres proporciones propuestas están por encima del diseño general que es 210 kg/cm^2 , siendo la proporción de 10 % con mayor resistencia, ya que cuando se realizó los ensayos a los 7 días ya estaba por encima del diseño general y al realizar los ensayos a los 28 días nos da como resultado promedio de 272.2 kg/cm^2 , en el cual con este resultado podemos responder a nuestro primer objetivo específico sobre la proporción más eficiente de la ceniza volante en la dosificación del concreto.

Asimismo la sustitución de cemento por ceniza volante en los diferentes porcentajes como 2.5 %, 5 %, 10 % y 15 %, para un diseño de mezcla de 210 kg/cm^2 con un asentamiento de 3" – 4.5" y con una relación agua cemento de 0.56, que recién a los 28 días nos muestra un resultado que supera el diseño patrón, en las cuales solo las proporciones de 2.5 % y 5 % de ceniza volante obtienen una buena resistencia llegando a 231 kg/cm^2 para la muestra con 5 % de ceniza volante, y las otras muestras como son de 10% y 15% no cumplen con lo establecido en la norma y se encuentran por debajo del diseño patrón,

(Huaquisto y Belisario, 2016). Además de ello cabe resaltar que en este proyecto se logró demostrar que a los 28 días todas las muestras cumplieron, ya que para nuestro diseño se trabajó con un asentamiento de 4" con un a/c de 0.56, en la cual con respecto a los tesisas citados uno de los factores por el cual los resultados de todas las muestras se debe a la desigualdad de cambios climáticos porque nuestro proyecto fue desarrollado en la capital, cosa que los tesisas lo realizaron en Puno y si bien sabemos que a más altura el tiempo de fraguado es mucho más lento y no se logra obtener las resistencias requeridas en los plazos establecidos.

Asimismo según (Agudelo y Espinoza 2017 Colombia) en su tesis nos dice que las cenizas volantes utilizadas de la central termoeléctrica Paipa en Colombia no tuvieron ninguna compatibilidad sobre el concreto, por tal motivo las propiedades del concreto tuvo alteraciones que podrían perjudicar al concreto, en tal sentido en este proyecto se discrepa y no coincidimos en los resultados ya que nuestro diseño si cumple con los requerimientos de la norma, además de ello cabe resaltar que al someter a ensayo de resistencia a la compresión las muestras con 10% y 15% de ceniza volante superaron la resistencia del diseño general, siendo la más relevante la muestra con 10% de ceniza volante con una resistencia promedio de 220 kg/cm², además de ello que al realizar los ensayos de resistencia a la compresión a los 14 días todas las muestras con 0%, 5%, 10% y 15% de ceniza volante superaron el diseño general.

Para el diseño de mezcla de 280 kg/cm² con la sustitución de cemento por ceniza volante en diferentes proporciones como son de 0%, 5%, 10% y 15% con una relación agua cemento de 0.47 y 0.50 en donde los resultados de resistencia a la compresión a los 28 días las muestras con 5% y 10% de ceniza volante con un a/c de 0.47 logran pasar el diseño general siendo el primero con mayor resistencia de 316.10 kg/cm², y la muestra con 15% de ceniza volante no cumple con la resistencia requerida, y las muestras con un a/c de 0.50 no cumplieron con la resistencia de diseño (Chuquihuaraca y Crisóstomo 2020), en tal sentido con respecto a nuestro proyecto si se logró cumplir con la resistencia requerida

para nuestro diseño utilizando las mismas proporciones 0%, 5%, 10% y 15% de ceniza volante con un a/c de 0.56 para un diseño de mezcla de 210 kg/cm².

De igual manera nos dice que utilizar ceniza volante hasta en un 10% para un diseño de mezcla de 280 kg/cm² con un a/c de 0.46 y 0.50 se obtienen coeficientes bajos, y esto hace que sea considerado como un concreto impermeable, y sin afectar su resistencia a la compresión, además cabe mencionar que porcentajes mayores a 10% comprometen al concreto en cuanto, a la permeabilidad, (Chuquihuaraca y Crisóstomo, 2020), en el cual estamos de acuerdo ya que para este proyecto se realizó el ensayo de porosidad donde el porcentaje de vacíos es mínimo y con esto reafirmamos que el concreto diseñado para 210 kg/cm² con un a/c de 0.56 con la sustitución de ceniza volante en un 10% es la más óptima.

También cabe resaltar que para concretos de alta resistencia de 360 kg/cm² a más se puede apreciar que su disminución de poros es de 7.50%, 7.56% y 7.48%, con respecto a diferentes porcentajes de ceniza volante como son de 10%, 12% y 15%, en el cual se puede determinar que no existe una diferencia significativa en concretos con un a/c menores a 0.45, (Sánchez, 2018), de tal manera que los resultados de este estudio se corroboran que a mayor a/c se incrementa la cantidad de poros y se vuelven más permeables cosa que compromete al concreto.

Para el análisis sísmico de acuerdo a la norma E 030, se realiza un análisis sísmico estático y dinámico en el cual después de realizar el espectro modal se prosigue a calcular las derivas tanto para el eje X como también para el eje Y en donde multiplicando por R debe de cumplir con lo establecido en la NTP sismorresistente E 030 que no deben de exceder de 0.007 para estructuras de concreto, (Janampa, 2018), de tal manera para este proyecto se realizó el espectro modal en donde se pudo calcular la cortante dinámica en X = 134.47 tonf y en Y= 133.91 tonf, de igual manera la cortante estática en X= 167.77 tonf

y en $Y = 167.53$ tonf en el cual se determinó que es regular porque es simétrico, y debido a que no existe ninguna irregularidad, las derivas tanto para el eje X como para el eje Y están dentro de lo establecido por la norma llegando a obtener la deriva máxima de 0.0061 en el eje X y 0.0047 en el eje Y por el cual si cumple con la norma.

VI. CONCLUSIONES

En conclusión, podemos decir que la influencia de las cenizas volantes en el diseño estructural del edificio tuvo una gran importancia, ya que obtuvimos un concreto de resistencia promedio de 272.2 kg/cm² a los 28 días. Esto quiere decir que mejoró las propiedades mecánicas del concreto, ya que es más resistente y menos permeable, además se logró obtener un mejor comportamiento estructural ante eventos sísmicos del edificio, en cuanto a la reducción de los desplazamientos laterales en X-X es de 2.11 cm y en Y-Y es igual a 1.62 cm y también en las distorsiones, y esto hace que la estructura sea mucho más rígida. Finalmente, la correcta distribución de los elementos estructurales permitió que cumpliera con su función debidamente para así brindar un diseño adecuado y seguro.

Se determinó que la proporción más eficiente de cenizas volantes para un diseño de mezcla de 210 kg/cm², con una relación agua cemento de 0.56, fue la muestra con 10% de sustitución de cemento por ceniza volante, ya que se obtuvo una mejor resistencia a los 28 días con un resultado de 272.2 kg/cm².

Se determina que con la utilización de cenizas volantes como sustituto del cemento en pequeñas proporciones mejora el concreto ya que se obtuvo buenos resultados en los ensayos de resistencia a la compresión y permeabilidad, tales como las muestras con 5%, 10% y 15% de ceniza volante logran pasar el diseño general de 210 kg/cm², obteniendo una máxima resistencia de 272.2 kg/cm² para la muestra con 10% de ceniza volante y una mínima resistencia de 248.5 kg/cm² para la muestra con 15% de ceniza volante a los 28 días. Además de ello se determina que a mayor proporción de ceniza volante reduce el porcentaje de poros permeables, ya que para la muestra con 15% de ceniza volante se obtuvo 1.7% de poros permeables y para la muestra patrón con 0% de ceniza volante se obtuvo 2.3% de poros permeables, de la cual la diferencia entre estas dos muestras es de 0.6%, en la cual reduce la porosidad del concreto.

Las cenizas volantes tienen una mayor influencia en el comportamiento de la estructura ya que, al obtener una mayor resistencia, esto hace que tengamos una estructura más rígida y sobre todo brinda seguridad, tal cual podemos observar en los resultados de la distorsión máxima del edificio con respecto a la dirección X-X es de 0.0009 y en la dirección Y-Y es de 0.0001. Además, el desplazamiento de la edificación es de 2.11 cm en la dirección X-X y de 1.62 cm

en la dirección Y-Y. Del mismo modo las derivas inelásticas están por debajo de los límites para la distorsión del entrepiso en concreto armado que tiene que ser menor a 0.007 el cual especifica en la norma, finalmente se logró cumplir con lo especificado en la norma E-030 y dar funcionalidad a nuestra estructura.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar ensayos de resistencia a la compresión y permeabilidad para concretos con sustitución de cemento por ceniza volante en las proporciones de 5%, 10% y 15% mayores a los 28 días.

Se recomienda realizar ensayos de resistencia a la compresión y permeabilidad para concretos con sustitución de ceniza volante para concretos de elevada resistencia mayores a 28 días, y así evaluar las proporciones de ceniza volante más eficiente.

Se recomienda realizar diseños de mezcla mayores a 280 kg/cm² con sustitución de cemento por ceniza volante en proporciones mayores a 15% y realizar el análisis sobre el comportamiento de dichas muestras.

Se recomienda que, para realizar cualquier tipo de diseño estructural, lo primero que se debe de realizar es un estudio de suelo ya que con ello se determina la capacidad portante del suelo, cantidad de sales y sulfatos, para que así se tomen las precauciones pertinentes en cuanto a las profundidades de cimentación, y también el tipo de concreto que se debe de utilizar.

Se recomienda utilizar programas que faciliten el análisis estructural, tales como el etabs, sap2000, etc. Donde se pueda comprobar que los resultados sean confiables para así realizar un buen diseño, y siempre basándose en las normas que lo rigen.

Se recomienda hacer uso de las normas para realizar un buen diseño tales como la E 020 de cargas, E 030 de diseño sismorresistente, E 050 de suelos y cimentaciones, E 060 de concreto armado, E 070 de albañilería y la E 090 de acero estructural.

REFERENCIAS

Agudelo-Moreno A. A., Espinosa-Torres B. G., (2017). Análisis de la resistencia a la compresión de mezclas de concreto con adición de ceniza volante de Termopaipa. Trabajo de Grado. Universidad Católica de Colombia. Facultad de Ingeniería. Programa de Ingeniería Civil. Bogotá, Colombia. Disponible en: <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/14479>.

ASTM C 618 - 02. Coal Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete. ASTM International, 2016.

ASTM C 642 – 97. Density, Absorption, and Voids in Hardened Concrete. ASTM International, 2016.

ASTM C 1585 – 04. Measurement of Rate of Absorption of Water by Hydraulic-Cement Concretes. ASTM International, 2016.

Atoche, J (2018) Influencia de la ceniza volante "fly ash" como sustituto parcial del cemento portland IP en las propiedades del concreto $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$. Tesis (Ingeniero civil). Lima, Universidad Peruana Unión. Disponible en: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UEPU_04df240c205ed74dd3003a30c6616dae/Details

Arbeláez Germán (2016). Importancia de las cenizas volantes en la producción de concreto. Artículo 360 en concreto, Colombia. Disponible en: <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/concreto/importancia-de-las-cenizas-volantes-en-la-produccion-de-concreto>.

Arrieta Tordecilla, M. C & Pinzón Bogotá, C. A (2020). Análisis del Comportamiento Mecánico de Muestras de Concreto Adicionadas con Ceniza Volante Sometidas a la Exposición de Sulfatos. Trabajo de investigación, Facultad de ingeniería, Bogotá – Colombia. Disponible en: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/24413/2/506205-Arrieta-TordecillaMC-y-505001-Pinz%C3%B3n%20Bogot%C3%A1CA-RAE.pdf>.

BELITO, Gilmar y PAUCAR, Fortunato (2018). Influencia de agregados de diferentes procedencias y diseño de mezcla sobre la resistencia del concreto. Tesis 94 (Ingenieros Civiles). Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica, Facultad de Ciencias de Ingeniería.

BUSTAMANTE Romero, Iskra (2017). Estudio de la colaboración entre la relación agua/cemento y la permeabilidad al agua de concretos usuales en Perú. Tesis (Ingeniero Civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería.

CANALS, Lluís (2016). Estudio de la aplicabilidad de las cenizas volantes, de la planta térmica de Mudunuru (India), en materiales de construcción. Tesina (bachiller en (Ingeniería Civil). Barcelona: Universitat politècnica de Catalunya.

CELESTINO Espinoza, Jhon (2018). Determinación y evaluación de las patologías del concreto en el canal de riego Lucma progresivas (1+ 000 al 2+000) del caserío de Lucma, Distrito de Tarica, Provincia de Huaraz, Departamento Áncash – 2018. Tesis (Ingeniero Civil). Huaraz: Universidad Católica los Ángeles de Chimbote, Facultad de Ingeniería Civil.

Cifuentes Pachón, A & Ferrer Jaramillo, C. I (2017). Análisis del comportamiento mecánico a edades tardías del concreto hidráulico con adición de cenizas volantes de Termopaipa. Tesis (Ingeniero civil). Colombia: Universidad industrial de Santander facultad de ingenierías físico mecánicas – Bucaramanga.

Chuquihuaraca Concha, C. M & Crisóstomo Paucar, J. (2020). Sustitución de cemento por ceniza volante y su efecto en la permeabilidad del concreto 280 kg/cm² para estructuras hidráulicas, Lima – 2020. Tesis (Ingeniero civil). Ate: Universidad César Vallejo. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/57335>.

CONTRERAS, Karol y PEÑA, José (2017). Análisis de la resistencia a la compresión y permeabilidad en el concreto adicionando dosificaciones de cenizas volantes de carbón en la mezcla. Tesis (Ingenieros civiles). Trujillo: Universidad Privada del Norte. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/10778>.

Cabezas Mejía, E. D, Andrade Naranjo, D & Torres Santamaría, J (2018). Introducción a la metodología de la investigación científica. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/15424>.

Díaz Hernández, D. Z. & Sarmiento Alipio, J. A. (2020). Concreto a base de cenizas volantes activadas alcalinamente, modificado con nanopartículas de

óxido de silicio y dióxido de titanio. Trabajo de Grado. Universidad Católica de Colombia. Facultad de Ingeniería. Programa de Ingeniería Civil. Bogotá, Colombia. Disponible en: <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/24890>.

DURÁN, Ninfa y VELÁSQUEZ, Norexi (2016). Evaluación de la aptitud de concretos, reemplazando parcialmente el cemento portland por cenizas volantes y cenizas de bagazo de caña de azúcar. Tesis (Ingeniero Civil). Ocaña: Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, Facultad de Ingeniería.

Escalante Lima, E. L. & Huamán Córdova, C. E (2020). Adición de cenizas volantes de carbón en el concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ para el diseño de la Vivienda Unifamiliar ATE – 2020. Tesis (Ingeniero civil). Ate: Universidad César Vallejo. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/57468>

GONZALES, Paula y MENDOZA, Isaac (2016). Evaluación de las propiedades del concreto fresco y endurecido con el uso de las cenizas volantes como sustitución parcial del cemento en la ciudad de Arequipa. Tesis (Ingeniero Civil). Arequipa: Universidad Católica de Santa María, Facultad de Arquitectura e Ingeniería Civil del Ambiente.

HORSAKULTHAI, Veera y PAOPONGPAIBOON (2016), Kittichat. Strength. Chloride permeability and corrosion of coarse fly ash concrete with Bagasse-Rice Husk - Wood Ash additive. Article in American Journal of Applied sciences. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/304767949_Strength_chloride_permeability_and_corrosion_of_coarse_fly_ash_concrete_with_Bagasse-Rice_Husk-Wood_Ash_additive.

Huaquisto Cáceres, S. & Belisario Quispe, G. (2018). Utilización de la ceniza volante en la dosificación del concreto como sustituto del cemento. Revista De Investigaciones Altoandinas, 20(2), 225–234. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2313-29572018000200007.

Janampa - Cacñahuaray, R. M. (2018) Diseño estructural de un edificio multifamiliar de 5 pisos y un semisótano, ATE – 2018. Tesis (Ingeniera civil). Callao: Universidad César Vallejo. Facultad de Ingeniería y arquitectura. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/35278>.

KALADHARAN, Gopakumar, GHOLIZADEH, Asghar y RAJABIPOUR (2019), Farshad. Review, Sampling, and Evaluation of Landfilled Fly Ash. Revista ACI Materials Journal. Disponible en: https://scholar.google.com.pe/scholar?q=Review,+Sampling,+and+Evaluation+of+Landfilled+Fly+Ash&hl=es&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholar.

Llanos, E (2018). Concreto a base de cenizas volantes activadas alcalinamente, modificado con nanopartículas de óxido de silicio y dióxido de titanio.

Martínez, K., Azaña, Y., Siccha, A., Pacheco, R., Rojas, R., Salirrozas, A., & Tirado, E. (2016). Diseño estructural predimensionamiento, columnas y vigas.

MARILUZ, Milagros y ULLOA, Javier (2018). Uso de las cenizas volantes de carbón excedentes de la central termoeléctrica Ilo 21 – Moquegua como adición para mejorar las propiedades del concreto: Resistencia a la compresión, absorción, manejabilidad y temperatura. Tesis (Ingenieros Civiles). Nuevo Chimbote: Universidad Nacional de Santa, Facultad de Ingeniería.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2019). NORMA TECNICA E.O30 DISEÑO SISMORRESISTENTE. Lima, Perú: Dirección General de Políticas y Regulación en Construcción y Saneamiento.

MOLINA, Omar, MORAGUES, Amparo y GÁLVEZ, Jaime (2018). La influencia de las cenizas volantes como sustituto parcial de cemento Pórtland en la durabilidad del hormigón: propiedades físicas, difusión de ion cloruro y dióxido de carbono. Artículo de análisis de mecánica de fractura. Obtenido de: http://oa.upm.es/3885/1/INVE_MEM_2008_57665.pdf.

MORENO Vásquez, Antony (2016). Implementación del método de presión para medir la permeabilidad en el concreto. Tesis (Ingeniero Civil). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil.

OZYILDIRIM, Celik y ZEGETOSKY, Caroline (2019). Laboratory Investigation of Nanomaterials to improve the Permeability and Strength Of Concrete. Virginia Transportation Research Council. Disponible en: http://www.virginiadot.org/vtrc/main/online_reports/pdf/10-r18.pdf.

PATIÑO, Cristhian y VENEGAS, Edimar (2017). Análisis de las propiedades físico - mecánicas de un concreto elaborado con ceniza volante en porcentajes de 10%, 20% y 30% en sustitución parcial del cemento. Tesis (Ingenieros Civiles). Cusco: Universidad Andina del Cusco, Facultad de Ingeniería y Arquitectura.

PITRODA, Jayeshkumar (2016). Evaluation of Sorptivity and Water Absorption of Concrete with Partial Replacement of Cement by Thermal Industry waste (Fly Ash). 99 International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT). Disponible en: http://www.ijeit.com/vol%202/Issue%207/IJEIT1412201301_45.pdf.

POLONSKÁ, Adéla (2019). et al. Properties of Czech deposited high temperature fly ash. Czech technical University in Prague. Disponible en: <http://eds.a.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=0&sid=571f84b2-9ba6-43a7-a58363ee55bfb1a%40sessionmgr4006&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbG1lZ2Q%3d%3d#AN=138840173&db=eih>.

PRADIP, Nath y PRADIP, Sarker (2016). Effect of Fly Ash on the Durability Properties of High Strength Concrete. Revista de Ingeniería de Procedimientos. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705811012215>.

ROMERO, Andrés y HERNÁNDEZ, Johan (2015). Diseño de mezclas de hormigón por el método A.C.I y efectos de la adición de cenizas volantes de Termotasajero en la resistencia a la compresión. Tesis (Ingenieros Civiles). Bogotá: Universidad Santo Tomás, Facultad de Ingeniería Civil.

SÁNCHEZ, Víctor (2018). Determinación de las características físico-mecánicas de un concreto de alta resistencia de $f'c = 500 \text{ kg/cm}^2$ con adición de ceniza volante. Tesis (Ingeniero Civil). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Ingeniería.

Sanjuán, M., & Chinchón, S. (2018). Introducción a la fabricación y normalización del cemento portland. Alicante, España: Publicaciones de la Universidad de Alicante.

Suarez, S & Fernández, L. (2017) Mezclas binarias y ternarias basadas en cenizas volantes. Influencia del activador sobre la formación de fases y resistencias mecánicas. Barcelona, (Maestría). Universidad Politécnica de Catalunya. España.

TAGLE, Claudia (2019). Análisis comparativo de las propiedades físico – mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del cemento con ceniza volante en porcentajes de 5%, 10%, y 15%, elaborado con agregados de Cunyac y Pisac -Cusco 2017. Tesis (Ingeniero Civil). Cusco: Universidad Andina de Cusco, Facultad de Ingeniería y Arquitectura.

Torres, A (2018). Valorización de cenizas volantes de plantas de producción de energía y residuos de construcción y demolición en morteros industriales. Edit: UCOPress. 2018 campus de Rabanales. Disponible en: <https://www.uco.es/ucopress/index.php/es/ucopress@uco.es>

VALDEZ Pedro, Durán Alejandro, Rivera Jorge & Juárez Cesar (2016). et al. Concretos fluidos con altos volúmenes de ceniza volante. Revista científica y tecnológica de la Universidad Autónoma de Nuevo León, México.

VALENTINI, Luca (2018), et al. Use of nanocomposites as permeability reducing admixtures. Revist of the American Ceramic Society vol.101 No. 9. Disponible en: <https://ceramics.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/jace.15548>

ANEXOS

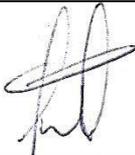
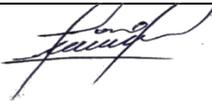
Declaratoria de Originalidad de los autores

Nosotros, Cebrian Aldunate Luis Enrique y Vera Pujaico Elvis Favio Estudiantes de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura; y Escuela Profesional Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Sede Lima Este, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Proyecto de Investigación: “Diseño Estructural de un Edificio 5 Niveles, Empleando Cenizas Volantes en Pórticos, Vista Alegre, Villa María del Triunfo 2021”, es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que el Proyecto de Investigación:

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

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

Lima, 09 de julio del 2021

Apellidos y Nombres del Autor Cebrian Aldunate, Luis Enrique	
DNI: 75174103	Firma 
ORCID: 0000-0003-4093-8784	
Apellidos y Nombres del Autor Vera Pujaico, Elvis Favio	
DNI: 73515955	Firma 
ORCID: 0000-0001-9598-9664	

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, Paccha Rufasto Cesar Augusto, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura; y Escuela Profesional Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Sede Lima Este, asesor del Proyecto de Investigación:

“Diseño Estructural de un Edificio 5 Niveles, Empleando Cenizas Volantes en Pórticos, Vista Alegre, Villa María del Triunfo 2021”

de los autores, Cebrian Aldunate Luis Enrique y Vera Pujaico Elvis Favio constato que la investigación tiene un índice de similitud de 22% 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 el Proyecto de investigación 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, 09 de julio del 2021

Apellidos y Nombres del Asesor: Paccha Rufasto, Cesar Augusto.	
DNI 42569813	Firma 
ORCID 0000-0003-2085-3046	

Autorización de Publicación en Repositorio Institucional

Nosotros, Cebrian Aldunate Luis Enrique identificado con DNI N°75174103 y Vera Pujaco Elvis Favio identificado con DNI N°73515955, respectivamente, egresados de la Facultad de Ingeniería y arquitectura; y Escuela Profesional Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Sede Lima Este, autorizamos (x), no autorizamos () la divulgación y comunicación pública de nuestro Proyecto de Investigación:

“Diseño Estructural de un Edificio 5 Niveles, Empleando Cenizas Volantes en Pórticos, Vista Alegre, Villa María del Triunfo 2021”.

En el Repositorio Institucional de la Universidad César Vallejo (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulada en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33.

Fundamentación en caso de **NO** autorización:

Lima, 09 de julio del 2021

Apellidos y Nombres del Autor Cebrian Aldunate, Luis Enrique	
DNI: 75174103	 Firma
ORCID: 0000-0003-4093-8784	
Apellidos y Nombres del Autor Vera Pujaco, Elvis Favio	
DNI: 73515955	 Firma
ORCID: 0000-0001- 9598-9664	

Las filas de la tabla dependerán del número de estudiantes implicados.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DEL TEODOLITO

Equipos para Topografía, GPS y Laser,
Control de Maquinaria para
Construcción y Minería



GEINCOR
Geomatic Instruments Corporation S.A.C

TOPCON
ARTEC 3D
SUBSYSTEMS

CERTIFICADO DE CALIBRACION

OTORGADO A:

J&P EDIFICACIONES Y ESTRUCTURA S.A.C

Equipo	Marca	Modelo	Serie
TEODOLITO	RUIDE	ET-02L	T283835

MEDICION DE SISTEMA ANGULAR

VALOR DE PATRON DE MEDICION		
GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS
360	00	00

VALOR LEIDO EN EL INSTRUMENTO			
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS
VERT.	359	59	53
HORIZ.	360	00	03

VALOR A CORREGIR			
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS
VERT.	00	00	07
HORIZ.	00	00	03

RANGO DE TOLERANCIA			
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS
+	260	00	05
-	359	59	55

SISTEMA DE MEDICION DE DISTANCIA

PATRON DE MEDICION	15.000mts	30.000mts	60.000mts	90.000mts	209.000mts
VALOR LEIDO EN EL INSTRUMENTO	15.000	30.000	60.000	90.000	209.000
ERROR A CORREGIR	00mm	00mm	00mm	00mm	00mm

COMPENSADORES - TILT	HORIZONTAL	VERTICAL
VALOR LEIDO	00 seg.	00 seg
VALOR A CORREGIR	00 seg.	00 seg

PRECISION DEL INSTRUMENTO:

- * Sistema Angular según normas DIN 18723 la precisión angular es de 5", lectura mínima en Display 1" ó 5".
- * Sistema de Medición de Distancia $\pm(2mm+2ppm \times D)m.s.e.$

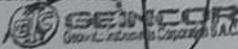
PATRON UTILIZADO:

Colimador Modelo ITC-509, Indicado por el Fabricante Ruide en su manual de mantenimiento y reparación. Se hace una línea al horizonte enfocando al infinito con un grosor de 1.5" del trazo del retículo; este colimador es patronado periódicamente con un teodolito Kern Modelo DKM-2A desviación estándar 1" y estima al décimo del segundo con lectura directa 90° 00' 00" e invertido 270° 00' 00".

GEINCOR S.A.C mediante su Laboratorio de Servicio Técnico Autorizado por la Marca Ruide certifica que los Equipos en mención se encuentran totalmente revisados, controlados, calibrados y 100% operativos; se sugiere efectuar una recalibración en un período máximo de 06 meses, se estima que sea el 07 junio del 2021.

Se expide el presente certificado a solicitud de la parte interesada, para los fines que estime conveniente.

Santiago de Surco, 08 de Enero de 2021



CRISTHIAN MENESES P.
GERENTE SERV. TÉCNICO

Nota: Tener en cuenta que la forma de transporte del Equipo es muy importante cuando se traslada, ya que el mal uso y el abuso hacen que se descalibren los mismos.



La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad – INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, OTORGA el presente certificado de Acreditación a:

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Laboratorio de Calibración

En su sede ubicada en: Sector 1, Grupo 10, Mz M Lote 23, distrito Villa El Salvador, provincia Lima, departamento Lima.

Con base en la norma

NTP-ISO/IEC 17025:2006 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración

Facultándolo a emitir Certificados de Calibración con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-05P-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número del registro indicado líneas abajo.

Fecha de Acreditación: 09 de abril de 2019

Fecha de Vencimiento: 08 de abril de 2022

ESTELA CONTRERAS JUGO
Directora, Dirección de Acreditación - INACAL

Cédula N° : 223-2019-INACAL/DA

Contrato N° : 006-2019-INACAL-DA

Registro N° : LC - 033

Fecha de emisión: 12 de abril de 2019

El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y cédula de notificación dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web www.inacal.gov.pe/acreditacion/categoria/acreditados al momento de hacer uso del presente certificado.

La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MLA) del Inter American Accreditation Cooperation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS PARA ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Punto de Precisión SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 414 - 2020

Página : 1 de 2

Expediente : T 282-2020
Fecha de emisión : 2020-10-21

1. Solicitante : GECAT INGENIERIA S.A.C.

Dirección : PRO.EL ALAMO MZA. P2 LOTE. 19 COO. POL VIPOL -
COMAS - LIMA

2. Descripción del Equipo : PRENSA CBR

Marca de Prensa : RICELI EQUIPOS
Modelo de Prensa : NO INDICA
Serie de Prensa : PS100930
Código de Identificación : NO INDICA

Marca de Celda : OAP
Modelo de Celda : DFA
Serie de Celda : L5457278
Capacidad de Celda : 5 t

Marca de indicador : OHAUS
Modelo de Indicador : T31P
Serie de Indicador : B207700133

3. Lugar y fecha de Calibración

LABORATORIO DE GECAT INGENIERIA S.A.C.
20 - OCTUBRE - 2020

4. Método de Calibración

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

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	MAVIN	CCP - 0340 - 005 - 20	ELICROM
INDICADOR	MCC		

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	22,5	22,6
Humedad %	61	61

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.

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 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.

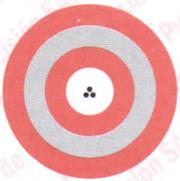


Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

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 S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

Punto de Precisión SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 414 - 2020

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kgf	SERIES DE VERIFICACIÓN (kgf)				PROMEDIO "B" kgf	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
500	496,40	496,77	0,72	0,65	496,59	0,69	-0,07
1000	992,33	991,89	0,77	0,81	992,11	0,80	0,04
1500	1486,39	1485,64	0,91	0,96	1486,02	0,94	0,05
2000	1983,26	1982,53	0,84	0,87	1982,90	0,86	0,04
2500	2475,79	2476,78	0,97	0,93	2476,29	0,96	-0,04
3000	2972,58	2973,43	0,91	0,89	2973,01	0,91	-0,03
3500	3467,56	3466,58	0,93	0,95	3467,07	0,95	0,03
4000	3962,48	3961,62	0,94	0,96	3962,05	0,96	0,02

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 : $y = 1,0099x - 1,6199$

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

GRÁFICO N° 1

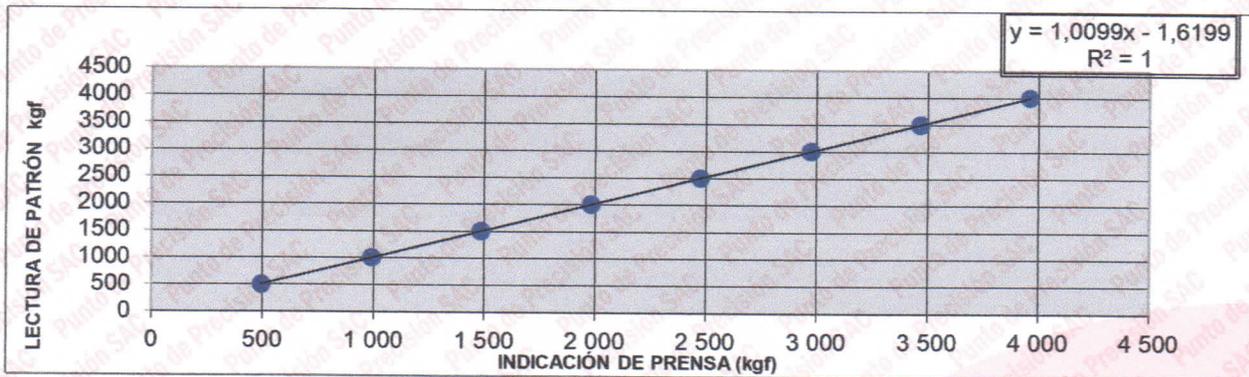
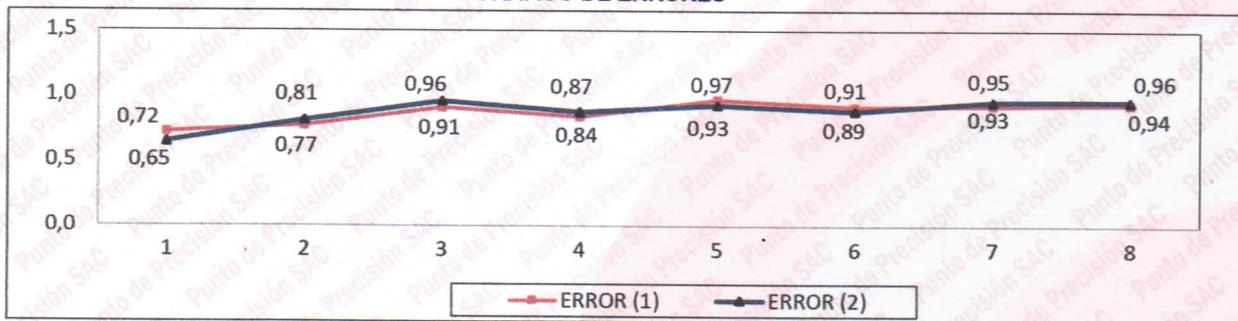


GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO



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



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 415 - 2020

Página : 1 de 2

Expediente : T 282-2020
Fecha de emisión : 2020-10-21

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.

1. Solicitante : GECAT INGENIERIA S.A.C.

Dirección : PRO.EL ALAMO MZA. P2 LOTE. 19 COO. POL VIPOL - COMAS - LIMA

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.

2. Descripción del Equipo : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL

Marca de Prensa : NO INDICA
Modelo de Prensa : NO INDICA
Serie de Prensa : NO INDICA
Capacidad de Prensa : 100 t
Código de Identificación : NO INDICA

Marca de indicador : CONTROLS
Modelo de Indicador : 50-Q0701/A
Serie de Indicador : 022356
Código de Identificación : NO INDICA

Marca de Transductor : NO INDICA
Modelo de Transductor : NO INDICA
Serie de Transductor : 12455
Código de Identificación : NO INDICA

Bomba Hidraulica : ELÉCTRICA

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

LABORATORIO DE GECAT INGENIERIA S.A.C.
20 - OCTUBRE - 2020

4. Método de Calibración

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

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	KELI	INF-LE 255-2019	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
INDICADOR	HIWEIGH		

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	22,4	22,7
Humedad %	60	59

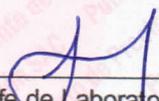
7. Resultados de la Medición

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



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

Punto de Precisión SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 415 - 2020

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kgf	SERIES DE VERIFICACIÓN (kgf)				PROMEDIO "B" kgf	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
10000	10026	10030	-0,26	-0,30	10027,8	-0,28	-0,04
20000	20022	20096	-0,11	-0,48	20058,8	-0,29	-0,37
30000	29952	30283	0,16	-0,94	30117,8	-0,39	-1,10
40000	39911	39966	0,22	0,09	39938,1	0,15	-0,14
50000	50413	50436	-0,83	-0,87	50424,8	-0,84	-0,05
60000	60573	60063	-0,96	-0,11	60318,3	-0,53	0,85
70000	70171	70189	-0,24	-0,27	70180,1	-0,26	-0,02

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

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

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

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

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

Ecuación de ajuste : $y = 0,9954x + 32,454$

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

GRÁFICO N° 1

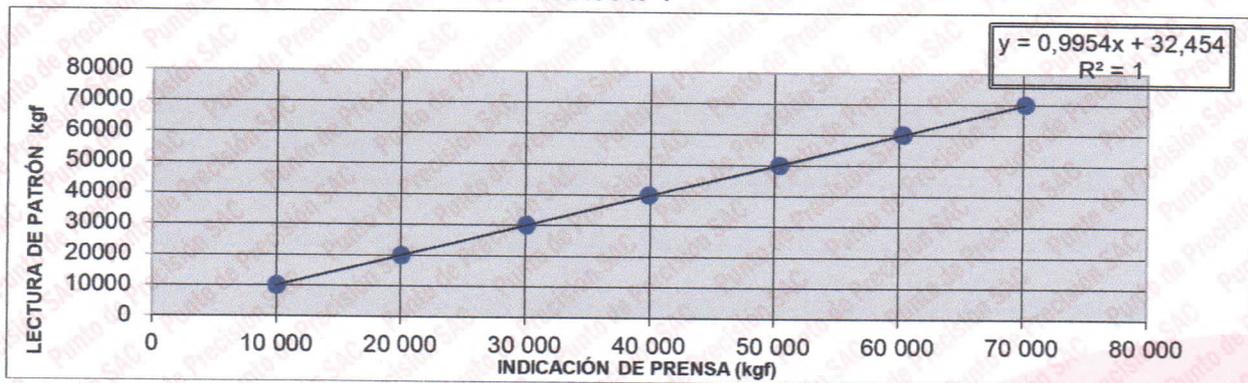
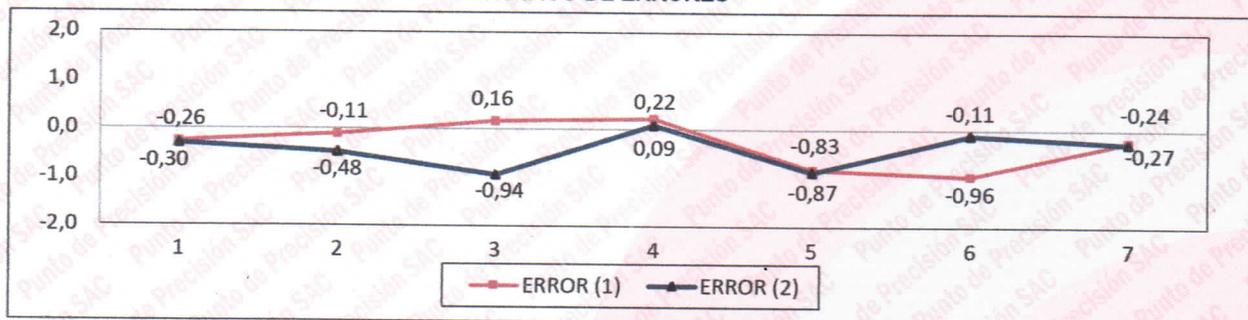


GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO



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



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 416 - 2020

Página : 1 de 3

Expediente : T 282-2020
Fecha de emisión : 2020-10-21

1. Solicitante : GECAT INGENIERIA S.A.C.

Dirección : PRO.EL ALAMO MZA. P2 LOTE. 19 COO. POL VIPOL -
COMAS - LIMA

2. Descripción del Equipo : CELDA DE CARGA Y PESAS PARA CORTE
DIRECTO

Marca de Corte Directo : RICELI EQUIPOS
Modelo de Corte Directo : SRIC61
Serie de Corte Directo : 1406013
Código de Identificación : NO INDICA

Marca de Celda : OAP
Modelo de Celda : DEF
Serie de Celda : 5BA566
Capacidad de Celda : 500 kgf

Marca de Indicador : NO INDICA
Modelo de Indicador : NO INDICA
Serie de Indicador : NO INDICA

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 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. Lugar y fecha de Calibración

LABORATORIO DE GECAT INGENIERIA S.A.C.
20 - OCTUBRE - 2020

4. Método de Calibración

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

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	MAVIN	CCP - 0340 - 005 - 20	ELICROM
INDICADOR	MCC		

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	22,4	22,5
Humedad %	58	59

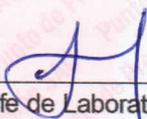
7. Resultados de la Medición

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



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

Punto de Precisión SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 416 - 2020

Página : 2 de 3

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kgf	SERIES DE VERIFICACIÓN (kgf)				PROMEDIO "B" kgf	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
50	50,49	50,48	-0,98	-0,96	50,49	-0,96	0,02
100	100,78	100,67	-0,78	-0,67	100,73	-0,72	0,11
150	150,82	151,29	-0,55	-0,86	151,06	-0,70	-0,31
200	201,67	201,57	-0,83	-0,78	201,62	-0,80	0,05
250	251,37	251,68	-0,55	-0,67	251,53	-0,61	-0,12
300	302,59	302,62	-0,86	-0,87	302,61	-0,86	-0,01
350	352,17	352,35	-0,62	-0,67	352,26	-0,64	-0,05
400	402,53	403,55	-0,63	-0,89	403,04	-0,75	-0,26

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 : $y = 0,9929x - 0,0499$

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

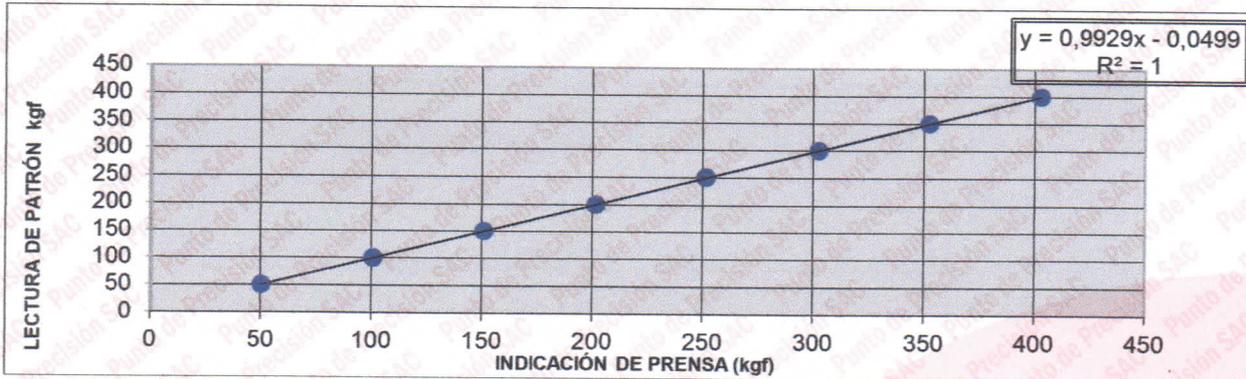
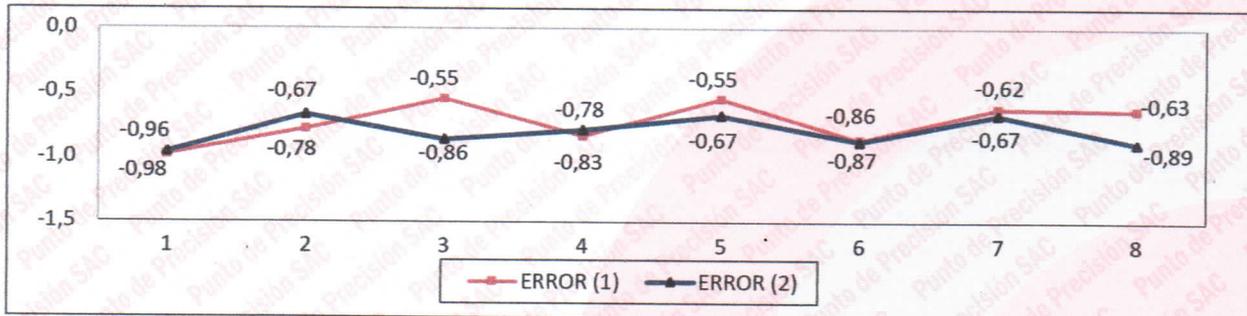


GRÁFICO DE ERRORES



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



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 416 - 2020

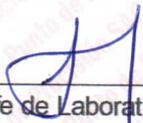
Página : 3 de 3

PESAS DE CORTE DIRECTO

IDENTIFICACIÓN	VALOR NOMINAL g	VALOR DETERMINADO g	CORRECCIÓN g
1	900	901,6	-1,6
2	900	903,2	-3,2
3	1800	1798,5	1,5
4	1800	1805,3	-5,3
5	3600	3606,3	-6,3
6	3600	3607,1	-7,1
7	7200	7205,5	-5,5
8	7200	7205,7	-5,7

FIN DEL DOCUMENTO




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



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 1221 - 2020

Página : 1 de 2

Expediente : T 282-2020
Fecha de emisión : 2020-10-21

1. Solicitante : GECAT INGENIERIA S.A.C.

Dirección : PRO.EL ALAMO MZA. P2 LOTE. 19 COO. POL VIPOL -
COMAS - LIMA

2. Instrumento de Medición : CONO DE ARENA

Marca del Cono : NO INDICA

Modelo del Cono : MS-50

Serie del Cono : 237

Material del Cono : LATÓN

Color del Cono : DORADO

Código de Identificación : NO INDICA

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 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. Lugar y fecha de Calibración

LABORATORIO DE PUNTO DE PRECISION S.A.C.
20 - OCTUBRE - 2020

4. Método de Calibración

Por Comparación, tomando como referencia la Norma ASTM D 1556.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	TC - 9991 - 2020	INACAL - DM

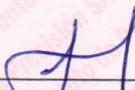
6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	23,2	23,4
Humedad %	59	59

7. Observaciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.




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



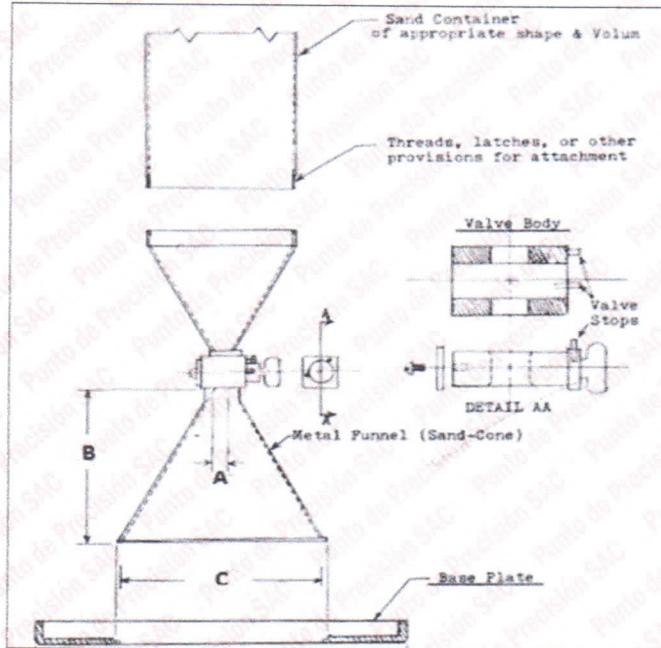
PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

Punto de Precisión SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 1221 - 2020

Página : 2 de 2



RESULTADOS

N° DE MEDICIONES	Mediciones del Cono de Arena			
	A	B	C	D
	mm	mm	mm	mm
1	12,78	137,49	166,70	306,44
2	12,81	137,37	166,52	306,29
3	12,76	137,48	166,49	306,31
4	12,68	137,58	166,37	306,34
5	12,71	137,67	166,78	306,49
6	12,86	137,48	166,62	306,18
PROMEDIO	12,77	137,51	166,58	306,34
ESTÁNDAR	12,70	136,53	165,10	304,80
ERROR	0,07	0,98	1,48	1,54

FIN DEL DOCUMENTO



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

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

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.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 1222 - 2020

Página : 1 de 2

Expediente : T 282-2020
Fecha de emisión : 2020-10-21

1. Solicitante : GECAT INGENIERIA S.A.C.

Dirección : PRO.EL ALAMO MZA. P2 LOTE. 19 COO. POL VIPOL -
COMAS - LIMA

2. Instrumento de Medición : COPA CASAGRANDE

Marca de Copa : NO INDICA
Modelo de Copa : NO INDICA
Serie de Copa : NO INDICA
Código de Identificación : NO INDICA

Contómetro : ANALOGICO
Marca de Contómetro : COUNTER
Modelo de Contómetro : NO INDICA
Serie de Contómetro : RSL-204-3

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 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. Lugar y fecha de Calibración

LABORATORIO DE PUNTO DE PRECISION S.A.C.
20 - OCTUBRE - 2020

4. Método de Calibración

Por Comparación con instrumentos Certificados por el INACAL - DM.
Tomando como referencia la Norma ASTM D 4318.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	TC - 9991 - 2020	INACAL - DM

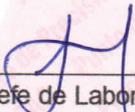
6. Condiciones Ambientales

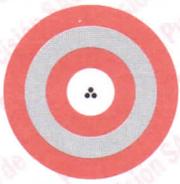
	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	23,7	23,8
Humedad %	59	61

7. Observaciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.




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



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 1222 - 2020

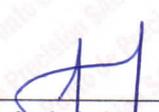
Página : 2 de 2

Medidas Verificadas

COPA CASAGRANDE							
CONJUNTO DE LA CAZUELA					BASE		
DIMENSIONES	A	B	C	N	K	L	M
DESCRIPCIÓN	RADIO DE LA COPA	ESPESOR DE LA COPA	PROFUNDIDA DE LA COPA	Copa desde la guía del espesor a base	ESPESOR	LARGO	ANCHO
MEDIDA TOMADA	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
	54,38	1,91	26,62	47,51	50,47	151,52	126,33
MEDIDAS STANDARD	54	2	27	47	50	150	125
TOLERANCIA ±	0,5	0,1	0,5	1,0	2,0	2,0	2,0
ERROR	0,38	-0,09	-0,38	0,51	0,47	1,52	1,33

FIN DEL DOCUMENTO

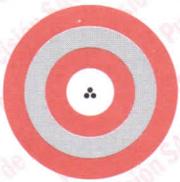



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

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 S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

Punto de Precisión SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 1223 - 2020

Página : 1 de 2

Expediente : T 282-2020
Fecha de Emisión : 2020-10-21

1. Solicitante : GECAT INGENIERIA S.A.C.

Dirección : PRO.EL ALAMO MZA. P2 LOTE. 19 COO. POL VIPOL - COMAS - LIMA

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 200

Diámetro de Tamiz : 8 pulg

Marca : ELE INTERNATIONAL

Serie : 173210117

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 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. Lugar y fecha de Calibración

LABORATORIO DE PUNTO DE PRECISION S.A.C.
20 - OCTUBRE - 2020

4. Método de Calibración

Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
RETÍCULA DE MEDICIÓN	INSIZE	LLA - 099 - 2019	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	23,2	23,3
Humedad %	59	59

7. 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.
- (*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.




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



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

Punto de Precisión SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 1224 - 2020

Página : 1 de 2

Expediente : T 282-2020
Fecha de Emisión : 2020-10-21

1. Solicitante : GECAT INGENIERIA S.A.C.

Dirección : PRO.EL ALAMO MZA. P2 LOTE. 19 COO. POL VIPOL - COMAS - LIMA

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 140

Diámetro de Tamiz : 8 pulg

Marca : NO INDICA

Serie : 140BS8F166343

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 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. Lugar y fecha de Calibración

LABORATORIO DE PUNTO DE PRECISION S.A.C.
20 - OCTUBRE - 2020

4. Método de Calibración

Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
RETICULA DE MEDICIÓN	INSIZE	LLA - 099 - 2019	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

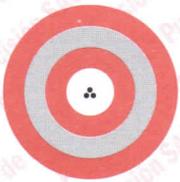
	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	23,3	23,4
Humedad %	60	59

7. 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.
- (*) La desviación estándar encontrada no excede a la desviación estándar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.




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



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

Punto de Precisión SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 1225 - 2020

Página : 1 de 2

Expediente : T 282-2020
Fecha de Emisión : 2020-10-21

1. Solicitante : GECAT INGENIERIA S.A.C.

Dirección : PRO.EL ALAMO MZA. P2 LOTE. 19 COO. POL VIPOL - COMAS - LIMA

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 60

Diametro de Tamiz : 8 pulg

Marca : DURHAMGEO

Serie : 60BS8F209360

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 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. Lugar y fecha de Calibración

LABORATORIO DE PUNTO DE PRECISION S.A.C.
20 - OCTUBRE - 2020

4. Método de Calibración

Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
RETICULA DE MEDICIÓN	INSIZE	LLA - 099 - 2019	INACAL - DM

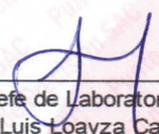
6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	23,3	23,4
Humedad %	60	59

7. 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.
- (*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.




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



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

Punto de Precisión SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 1226 - 2020

Página : 1 de 2

Expediente : T 282-2020
Fecha de Emisión : 2020-10-21

1. Solicitante : GECAT INGENIERIA S.A.C.

Dirección : PRO.EL ALAMO MZA. P2 LOTE. 19 COO. POL VIPOL - COMAS - LIMA

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 40

Diametro de Tamiz : 8 pulg

Marca : DURHAMGEO

Serie : 40BS8F213265

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 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. Lugar y fecha de Calibración

LABORATORIO DE PUNTO DE PRECISION S.A.C.
20 - OCTUBRE - 2020

4. Método de Calibración

Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
RETÍCULA DE MEDICIÓN	INSIZE	LLA - 099 - 2019	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	23,5	23,6
Humedad %	61	61

7. 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.
- (*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.



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



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

Punto de Precisión SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 1227 - 2020

Página : 1 de 2

Expediente : T 282-2020
Fecha de Emisión : 2020-10-21

1. Solicitante : GECAT INGENIERIA S.A.C.

Dirección : PRO.EL ALAMO MZA. P2 LOTE. 19 COO. POL VIPOL - COMAS - LIMA

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 10

Diametro de Tamiz : 8 pulg

Marca : ELE INTERNATIONAL

Serie : 00303912

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 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. Lugar y fecha de Calibración
LABORATORIO DE PUNTO DE PRECISION S.A.C.
20 - OCTUBRE - 2020

4. Método de Calibración
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
RETÍCULA DE MEDICIÓN	INSIZE	LLA - 099 - 2019	INACAL - DM

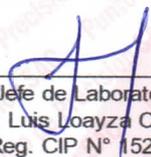
6. Condiciones Ambientales

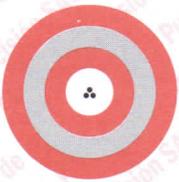
	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	23,5	23,6
Humedad %	61	61

7. 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.
- (*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.




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



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

Punto de Precisión SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 1228 - 2020

Página : 1 de 2

Expediente : T 282-2020
Fecha de Emisión : 2020-10-21

1. Solicitante : GECAT INGENIERIA S.A.C.

Dirección : PRO.EL ALAMO MZA. P2 LOTE. 19 COO. POL VIPOL - COMAS - LIMA

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 20

Diametro de Tamiz : 8 pulg

Marca : NO INDICA

Serie : NO INDICA

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 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. Lugar y fecha de Calibración

LABORATORIO DE PUNTO DE PRECISION S.A.C.
20 - OCTUBRE - 2020

4. Método de Calibración

Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
RETÍCULA DE MEDICIÓN	INSIZE	LLA - 099 - 2019	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	23,7	23,8
Humedad %	61	62

7. 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.
- (*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.




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



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

Punto de Precisión SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 1229 - 2020

Página : 1 de 1

Expediente : T 282-2020
Fecha de Emisión : 2020-10-21

1. Solicitante : GECAT INGENIERIA S.A.C.

Dirección : PRO.EL ALAMO MZA. P2 LOTE. 19 COO. POL VIPOL - COMAS - LIMA

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 2 pulg

Diametro de Tamiz : 8 pulg

Marca : ELE INTERNATIONAL

Serie : 00153818

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 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. Lugar y fecha de Calibración
LABORATORIO DE PUNTO DE PRECISION S.A.C.
20 - OCTUBRE - 2020

4. Método de Calibración
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	TC - 9991 - 2020	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

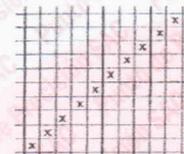
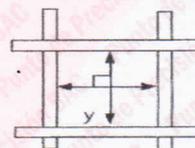
	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,5	21,4
Humedad %	59	60

7. 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.
- (*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.

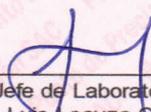
8. Resultados

MEDIDAS TOMADAS										(*)				
mm										PROMEDIO	ESTÁNDAR	ERROR	DESVIACIÓN ESTANDAR MÁXIMA	DESVIACIÓN ESTANDAR
mm										mm	mm	mm	mm	mm
49,64	50,06	49,89	50,21	49,68	49,86	50,24	50,21	49,69	49,87	49,94	50,00	-0,06	-	0,228
50,21	49,83	49,64	50,06											



FIN DEL DOCUMENTO

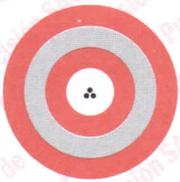



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

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 S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

Punto de Precisión SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 1230 - 2020

Página : 1 de 1

Expediente : T 282-2020
Fecha de Emisión : 2020-10-21

1. Solicitante : GECAT INGENIERIA S.A.C.

Dirección : PRO.EL ALAMO MZA. P2 LOTE. 19 COO. POL VIPOL - COMAS - LIMA

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 1 ½ pulg

Diámetro de Tamiz : 8 pulg

Marca : TESTING SIEVE

Serie : NO INDICA

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 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. Lugar y fecha de Calibración
LABORATORIO DE PUNTO DE PRECISION S.A.C.
20 - OCTUBRE - 2020

4. Método de Calibración

Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	TC - 9991 - 2020	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

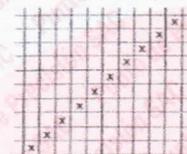
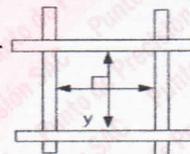
	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,5	21,4
Humedad %	59	60

7. 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.
- (*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.

8. Resultados

MEDIDAS TOMADAS										PROMEDIO	ESTÁNDAR	ERROR	DESVIACIÓN ESTANDAR MÁXIMA	DESVIACIÓN ESTANDAR
mm										mm	mm	mm	mm	mm
37,53	37,39	37,37	37,61	37,53	37,64	37,70	37,60	37,65	37,59	37,55	37,50	0,05	-	0,116
37,65	37,61	37,39	37,61	37,37	37,65	37,39	37,61	37,39	37,65					



FIN DEL DOCUMENTO



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

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

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 S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

Punto de Precisión SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 1232 - 2020

Página : 1 de 2

Expediente : T 282-2020
Fecha de Emisión : 2020-10-21

1. Solicitante : GECAT INGENIERIA S.A.C.

Dirección : PRO.EL ALAMO MZA. P2 LOTE. 19 COO. POL VIPOL - COMAS - LIMA

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 3/4 pulg

Diametro de Tamiz : 8 pulg

Marca : TESTING SIEVE

Serie : NO INDICA

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 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. Lugar y fecha de Calibración

LABORATORIO DE PUNTO DE PRECISION S.A.C.
20 - OCTUBRE - 2020

4. Método de Calibración

Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	TC - 9991 - 2020	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,5	21,6
Humedad %	60	60

7. 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.
- (*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.



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

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO

SOLICITANTE : Sumi Ingenieros S.A.C. EXPEDIENTE N° : 49-2021/LAB GECAT INGENIERÍA SAC
 ESTUDIO : Estudio de Mecánica de suelos con fines de cimentación FECHA DE RECEPCIÓN : 01 de Mayo del 2021
 PROYECTO : Vista Alegre UBICACIÓN : Jr. Nazca, distrito de Villa María del Triunfo, Lima

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : C-1/M-1 PRESENTACIÓN : 01 Costal de polietileno
 PROFUNDIDAD : 1.30 - 3.00 CANTIDAD : 5 kg aprox.

ASTM C 136 NTP 339.128 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

Malla	N°	Abertura (mm)	Peso retenido	% Retenido	% Retenido acumulado	% Que pasa
	3"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0
	2 1/2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0
	2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0
	1 1/2"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0
	1"	19.100	0.0	0.0	0.0	100.0
	3/4"	12.500	6.3	3.2	3.2	96.8
	3/8"	9.520	3.2	1.6	4.7	95.3
	N° 4	4.760	1.8	0.9	5.7	94.3
	N° 10	2.360	3.5	1.7	7.4	92.6
	N° 20	1.180	3.2	1.6	9.0	91.0
	N° 40	0.600	2.9	1.4	10.5	89.5
	N° 60	0.300	24.0	12.1	22.5	77.5
	N° 140	0.150	128.6	64.7	87.3	12.7
	N° 200	0.075	9.0	4.5	91.8	8.2
	- N° 200	ASTM D 1140	-	8.2	100.0	-

CARACTERÍSTICAS GENERALES

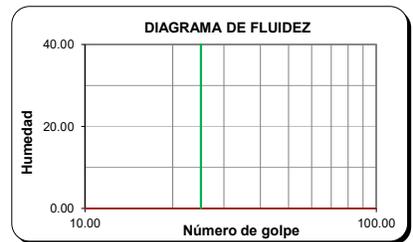
ASTM D 2488 "Descripción e identificación de suelos"
 Grava (Ret N° 4) : 4.7 %
 Arena : 85.3 %
 Fino (Pas. N° 200) : 10.0 %

ASTM D 2216 / NTP 339.127, "Contenido de Humedad"
 Cont. De humedad : 1.3 %

ADTM D 4318 / NTP 339.129 "Límites de Atterberg"
 Límite Líquido (L.L.) : NP
 Límite Plástico (L.P.) : NP
 Índice Plástico (I.P.) : NP

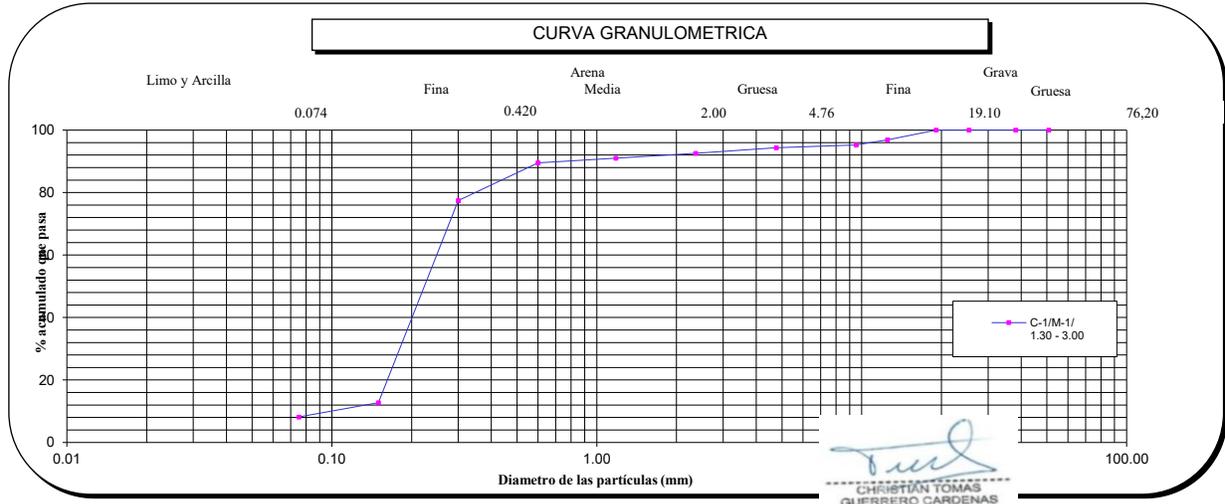
ASTM D 2487 / NTP 339.134 , "Clasificación con propósito de ingeniería" (SUCS)
 SP - SM
 Arena pobremente gradada con limo

ASTMD 3282, "Clasificación para el uso en vías de transporte" (AASHTO)
 A-3 (0)
 Descripción (AASHTO)
 BUENO



OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por personal de laboratorio.
- Ensayo efectuado al suelo natural.
- El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.



Christian Tomas Guerrero Cardenas
 CHRISTIAN TOMAS GUERRERO CARDENAS
 Ingeniero Civil
 CIP N° 238505

Fecha de emisión : 04 de Mayo del 2021

Tec.: T.G.A.
 Rev.: C.G.C.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO

SOLICITANTE : Sumi Ingenieros S.A.C. EXPEDIENTE N° : 49-2021/LAB GECAT INGENIERÍA SAC
ESTUDIO : Estudio de Mecánica de suelos con fines de cimentación FECHA DE RECEPCIÓN : 01 de Mayo del 2021
PROYECTO : Vista Alegre UBICACIÓN : Jr. Nazca, distrito de Villa María del Triunfo, Lima

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : C-2/M-1 PRESENTACIÓN : 01 Costal de polietileno
PROFUNDIDAD : 0.80 - 3.00 CANTIDAD : 5 kg aprox.

**ASTM C 136
NTP 339.128**

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

Malla	Malla		Peso retenido	% Retenido	% Retenido acumulado	% Que pasa
	N°	Abertura (mm)				
3"	63.500	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	50.800	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	38.100	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	25.400	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	19.100	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	12.500	6.3	3.2	3.2	96.8	
3/8"	9.520	3.2	1.6	4.7	95.3	
N° 4	4.760	1.8	0.9	5.7	94.3	
N° 10	2.360	3.5	1.7	7.4	92.6	
N° 20	1.180	3.2	1.6	9.0	91.0	
N° 40	0.600	2.9	1.4	10.5	89.5	
N° 60	0.300	24.0	12.1	22.5	77.5	
N° 140	0.150	128.6	64.7	87.3	12.7	
N° 200	0.075	9.0	4.5	91.8	8.2	
- N° 200	ASTM D 1140	-	8.2	100.0	-	

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
POR TAMIZADO
PORCENTAJE ACUMULADO
QUE PASA (%)

CARACTERÍSTICAS GENERALES

ASTM D 2488 "Descripción e identificación de suelos"

Grava (Ret N° 4) : 5.7 %
Arena : 86.2 %
Fino (Pas. N° 200) : 8.2 %

ASTM D 2216 / NTP 339.127, "Contenido de Humedad"

Cont. De humedad : 0.89 %

ADTM D 4318 / NTP 339.129 "Límites de Atterberg"

Límite Líquido (L.L.) : NP
Límite Plástico (L.P.) : NP
Índice Plástico (I.P.) : NP

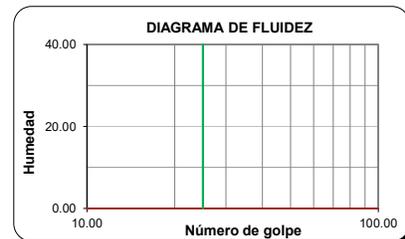
ASTM D 2487 / NTP 339.134, "Clasificación con propósito de ingeniería"

(SUCS)
SP - SM
Arena pobremente gradada con limo

ASTMD 3282, "Clasificación para el uso en vías de transporte" (AASHTO)

A-3 (0)

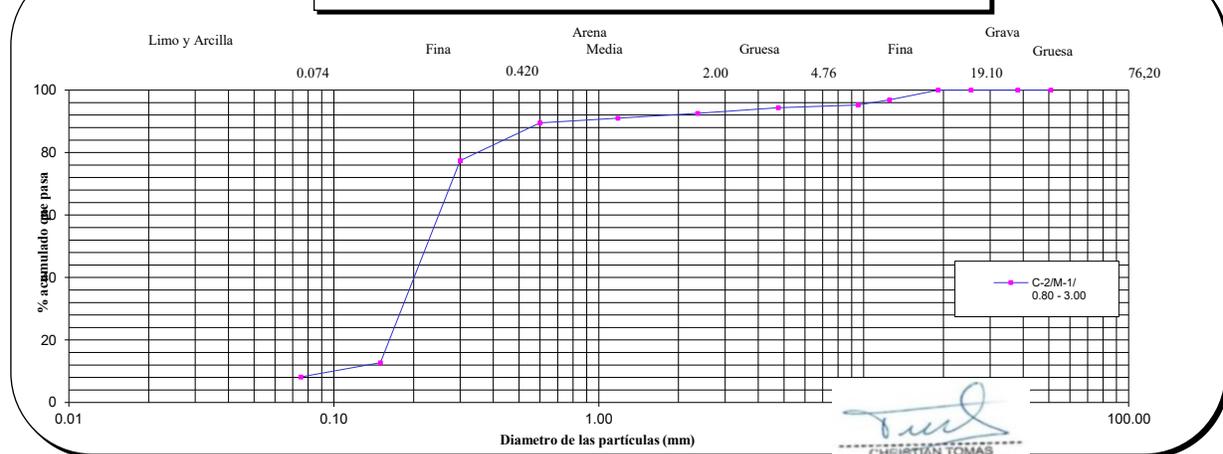
Descripción (AASHTO)
BUENO



OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por personal de laboratorio.
- Ensayo efectuado al suelo natural.
- El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

CURVA GRANULOMÉTRICA



Fecha de emisión : 04 de Mayo del 2021

CHRISTIAN TOMÁS
GUERRERO CARDENAS
Ingeniero Civil
CIP N° 239905

Tec.: T.G.A.
Rev.: C.G.C.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

IMFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO

SOLICITANTE : Sumi Ingenieros SAC

EXPEDIENTE N° : 49-2021/LAB GECAT INGENIERÍA SAC

FECHA DE RECEPCIÓN: 01 de Mayo del 2021

PROYECTO : Vista Alegre

UBICACIÓN : Jr. Nazca, Dist. Villa
María del Triunfo - Lima

REFERENCIA DE LA MUESTRA

Sondaje : C-1	Estado : Parcialmente saturado
Muestra : M-1	Veloc. de Ensayo (mm/min) : 0.50
Profundidad (m) : 1.30 - 3.00	Presentación : 01 saco d polipropileno
Clasificación (S.U.C.S.) : SP-SM	Cantidad : 6 Kg aprox.

**NTP 339.171
ASTM - D3080**

CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS

DATOS DEL ESPECIMEN		ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03	
		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Altura (h)	(cm)	2.00	1.97	2.00	1.96	2.00	1.95
Diámetro (f)	(cm)	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Densidad Seca (g _a)	(g/cm ³)	1.69	1.93	1.69	1.91	1.69	1.95
Humedad (w)	(%)	1.02	25.53	0.99	24.42	1.20	28.84
Esfuerzo Normal	(Kg/cm ²)	1.00		2.00		4.00	

ESPECIMEN 01				ESPECIMEN 02				ESPECIMEN 03			
Deform. Tangencial (%)	Deform. Vertical (mm)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (Kg/cm ²)	Deform. Tangencial (%)	Deform. Vertical (mm)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (Kg/cm ²)	Deform. Tangencial (%)	Deform. Vertical (mm)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (Kg/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	0.01	0.06	0.06	0.05	0.02	0.10	0.05	0.05	0.01	0.19	0.05
0.10	0.02	0.10	0.10	0.10	0.03	0.16	0.08	0.10	0.03	0.30	0.07
0.20	0.03	0.15	0.15	0.20	0.05	0.25	0.12	0.20	0.05	0.46	0.11
0.35	0.05	0.19	0.19	0.35	0.07	0.32	0.16	0.35	0.07	0.59	0.15
0.50	0.06	0.22	0.22	0.50	0.08	0.38	0.19	0.50	0.09	0.70	0.17
0.75	0.07	0.26	0.26	0.75	0.10	0.45	0.23	0.75	0.12	0.83	0.21
1.00	0.08	0.29	0.29	1.00	0.12	0.50	0.25	1.00	0.15	0.91	0.23
1.25	0.09	0.30	0.30	1.25	0.13	0.52	0.26	1.25	0.17	0.94	0.24
1.50	0.10	0.32	0.32	1.50	0.15	0.54	0.27	1.50	0.18	0.99	0.25
1.75	0.11	0.32	0.32	1.75	0.16	0.54	0.27	1.75	0.20	1.00	0.25
2.00	0.12	0.33	0.33	2.00	0.18	0.56	0.28	2.00	0.21	1.02	0.25
2.50	0.14	0.34	0.34	2.50	0.20	0.59	0.29	2.50	0.23	1.07	0.27
3.00	0.15	0.36	0.36	3.00	0.21	0.61	0.31	3.00	0.24	1.12	0.28
3.50	0.16	0.43	0.43	3.50	0.23	0.73	0.37	3.50	0.26	1.34	0.33
4.00	0.17	0.48	0.48	4.00	0.24	0.82	0.41	4.00	0.28	1.50	0.38
4.50	0.18	0.54	0.54	4.50	0.26	0.92	0.46	4.50	0.30	1.68	0.42
5.00	0.19	0.61	0.61	5.00	0.27	1.04	0.52	5.00	0.33	1.90	0.47
6.00	0.20	0.66	0.66	6.00	0.29	1.13	0.57	6.00	0.36	2.07	0.52
7.00	0.21	0.72	0.72	7.00	0.30	1.23	0.61	7.00	0.39	2.25	0.56
8.00	0.22	0.76	0.76	8.00	0.32	1.30	0.65	8.00	0.42	2.38	0.60
9.00	0.23	0.78	0.78	9.00	0.33	1.34	0.67	9.00	0.44	2.45	0.61
10.00	0.25	0.79	0.79	10.00	0.35	1.34	0.67	10.00	0.45	2.46	0.61
11.00	0.26	0.79	0.79	11.00	0.36	1.34	0.67	11.00	0.46	2.46	0.61
12.00	0.27	0.79	0.79	12.00	0.38	1.34	0.67	12.00	0.47	2.46	0.61

OBSERVACIONES:

- * Muestra tomada e identificada por personal tecnico de laboratorio.
- * La densidad fue obtenida por el método del Peso unitario Mínimo y Peso unitario (Densidad relativa al 70%)
- * Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 4.



CHRISTIAN TOMAS
GUERRERO CARDENAS
Ingeniero Civil
CIP N° 238505

Fecha de Emisión: 04 de Mayo del 2021

Tec.: T.G.A.
Rev.: C.G.C.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO

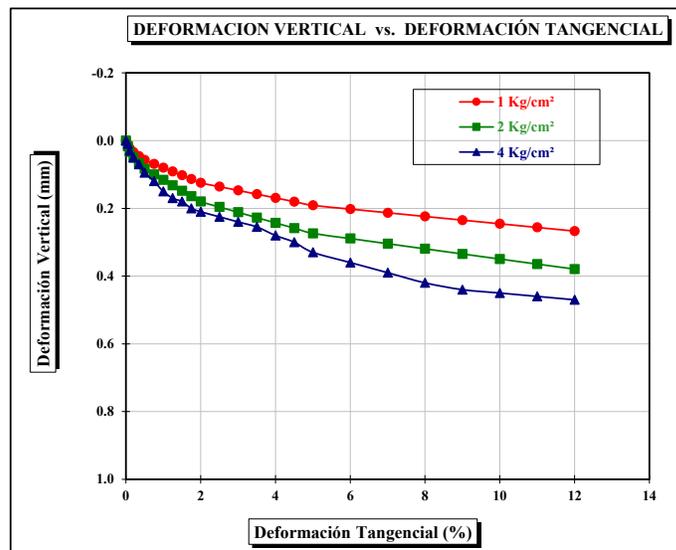
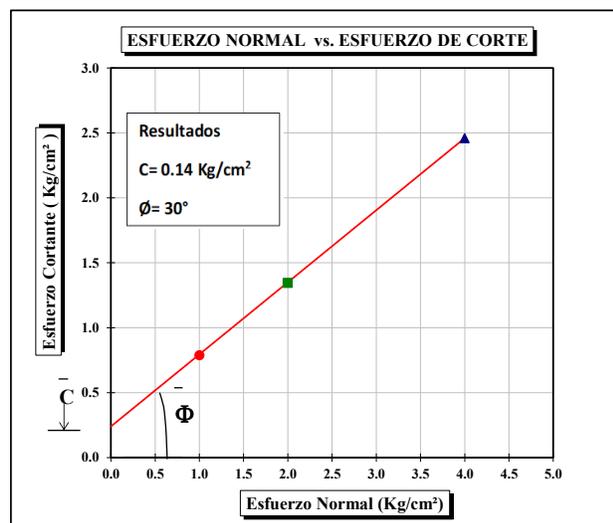
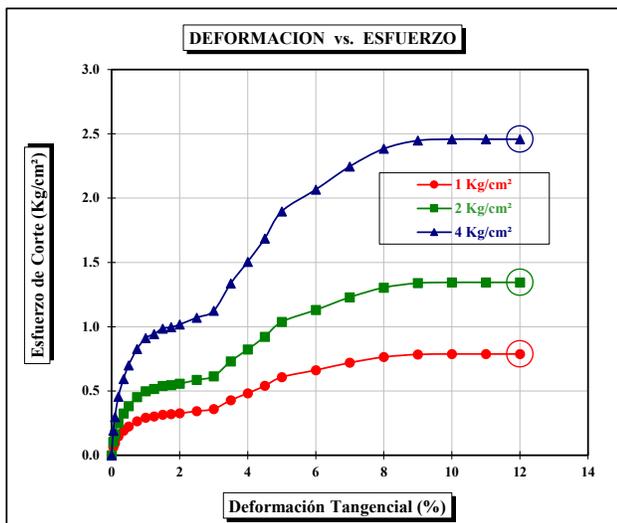
SOLICITANTE : Sumi Ingenieros SAC	EXPEDIENTE N° : 49-2021/LAB GECAT INGENIERÍA SAC
PROYECTO : Vista Alegre	FECHA DE RECEPCIÓN : 01 de Mayo del 2021
	UBICACIÓN : Jr. Nazca, Dist. Villa María Triunfo - Lima

REFERENCIA DE LA MUESTRA

Sondaje : C-1	Estado : Parcialmente saturado
Muestra : M-1	Veloc. de Ensayo (mm/min) : 0.50
Profundidad (m) : 1.30 - 3.00	Presentación : 01 saco d polipropileno
Clasificación (SUCS) : SP-SM	Cantidad : 6 Kg aprox.

NTP 339.171
ASTM - D3080

CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS



CHRISTIAN TOMÁS
GUERRERO CARDENAS
Ingeniero Civil
CIP N° 239505

OBSERVACIONES:

- * Muestra tomada e identificada por personal tecnico de laboratorio.
- * La densidad fue obtenida por el método del Peso unitario Mínimo y Peso unitario (Densidad relativa al 70%)
- * Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 4.

Fecha de Emisión: 04 de Mayo del 2021

Tec.: T.G.A.
Rev.: C.G.C.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO

SOLICITANTE	: Sumi Ingenieros S.A.C.	EXPEDIENTE	: 49-2021/LAB GECAT INGENIERÍA SAC
DIRECCION	: Estudio de Mecánica de suelos con fines de cimentación	FECHA RECEPCIÓN	: 01 de Mayo del 2021
PROYECTO	: Vista Alegre	UBICACIÓN	: Jr. Nazca, distrito de Villa María del Triunfo, Lima

REFERENCIA DE LA MUESTRA	CONDICIONES AMBIENTALES
IDENTIFICACIÓN : C-1/M-1	TEMP. AMBIENTE (°C) : 25 °C
DESCRIPCION : 1.30 - 3.00	TEMP. MUESTRA (°C) : 24 °C
PRESENTACIÓN : 01 Sacos de polietileno	HUM. RELATIVA : 73 %
CANTIDAD : 05 kg aprox.	

NTP 339.177

MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE CLORUROS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA

IDENTIFICACIÓN	CLORUROS EXPRESADOS COMO IÓN Cl ⁻ (ppm)	CLORUROS EXPRESADOS COMO IÓN Cl ⁻ (%)
C-1/M-1 1.30 - 3.00	312	0.0312

- Correlacion entre (ppm) y (%); $10,000 * (\%) = (\text{ppm})$

Fecha de emisión : 04 de Mayo del 2021

Tec.: T.G.A.
Rev.: C.G.C.



CHRISTIAN TOMAS
GUERRERO CARDENAS
Ingeniero Civil
CIP N° 238905

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO			
SOLICITANTE	: Sumi Ingenieros S.A.C.	EXPEDIENTE	: 49-2021/LAB GECAT INGENIERÍA SAC
DIRECCION	: Estudio de Mecánica de suelos con fines de cimentación	FECHA RECEPCIÓN	: 01 de Mayo del 2021
PROYECTO	: Vista Alegre	UBICACIÓN	: Jr. Nazca, Distrito Villa Maria del Triunfo, Lima

REFERENCIA DE LA MUESTRA	CONDICIONES AMBIENTALES		
IDENTIFICACIÓN	: C-1/M-1	TEMP. AMBIENTE (°C)	: 20 °C
DESCRIPCIÓN	: 1.30 - 3.00	TEMP. MUESTRA (°C)	: 24 °C
PRESENTACIÓN	: 01 Bolsa de polietileno	HUM. RELATIVA	: 73 %
CANTIDAD	: 05 kg aprox.		

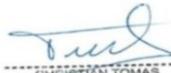
NTP 339.178	MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA
--------------------	--

IDENTIFICACIÓN	SULFATOS EXPRESADOS COMO IÓN SO4 (ppm)	SULFATOS EXPRESADOS COMO IÓN SO4 (%)
C-1/M-1 1.30 - 3.00	370	0.0370

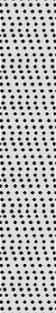
- Correlacion entre (ppm) y (%); $10,000 * (\%) = (\text{ppm})$

Fecha de emisión : 04 de Mayo del 2021

Tec.: T.G.A.
Rev.: C.G.C.



CHRISTIAN TOMAS
GUERRERO CARDENAS
Ingeniero Civil
CIP N° 238905

		UBICACIÓN : Villa María del Triunfo FECHA DE EXCAVACIÓN : 01/05/2021 FECHA DE REGISTRO : 01/05/2021 MÉTODO DE EXCAVACIÓN : Manual TIPO DE EQUIPO : - OPERADOR DE EQUIPO : - DIMENSIONES DE CALICATA : 1.00 m. x 1.30 m. REGISTRADO POR : Y. Dominguez CONDICION SUPERFICIAL : Plana		CALICATA C-01						
		PROYECTO VISTA ALEGRE		COORDENADAS UTM WGS 84 N: E: ELEVACIÓN (msnm) : PROFUNDIDAD (m): 3.00 m. NIVEL FREÁTICO : N.E.						
Profundidad (m)	Clasificación SUCS	Gráfico	Condición de muestra		Niveles de Agua		Nivel de agua (m)	Tipo de muestra	Código de muestra	Observaciones
			 Disturbada  No Disturbada  Perdida  Remoldeada	 Nivel de agua presente  Nivel después de horas	DESCRIPCIÓN DE CAMPO					
0.0			Relleno antrópico conformado por suelo con pedazos de concreto y ladrillo.							
0.5										
1.0										
1.30										
1.5										
2.0	SP-SM		Arena pobremente gradada con limo, sin plasticidad, densa, húmeda, color beige, y estructura homogénea. Granulometría: Grava: 4,7%, Arena: 85,3%, y limo y arcilla: 10,0%.					M-01		
2.5										
3.0										
3.5										
4.0										
4.5										
5.0										
5.5										
6.0										

Notas:

¹ Porcentaje > 3 pulgadas.

² Suma de gravas, arenas, y finos = 100%

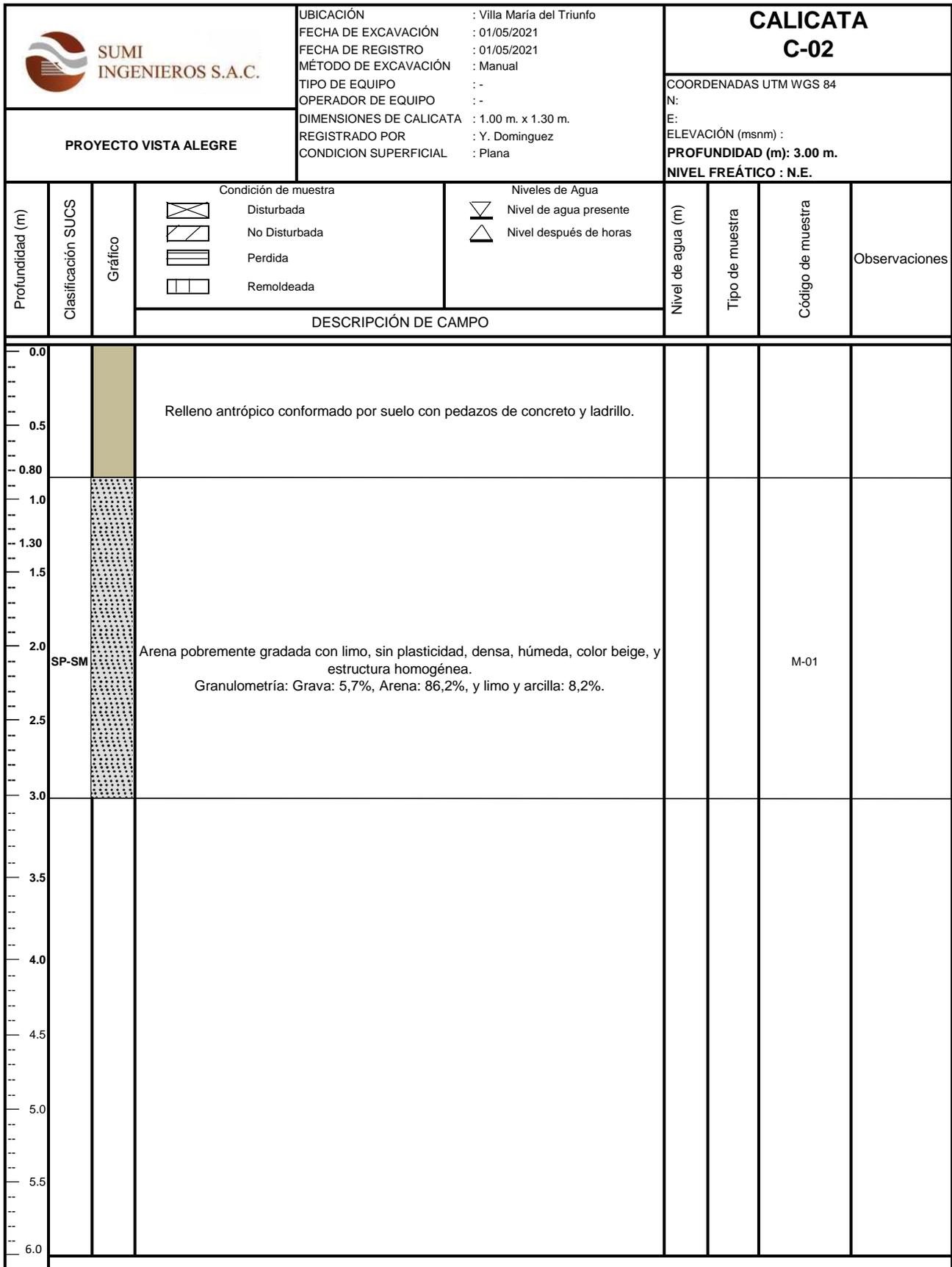
³ Para suelos de grano fino (cohesivos): muy blando, blando, firme, duro y muy duro.

⁴ Para suelos de grano grueso (sin cohesión): muy suelto, suelto, compacto, denso, muy denso

⁵ Débil, fuerte

⁶ Penetrómetro de bolsillo, densidad *in situ*.

⁷ Estratificado, laminado, fisurado, lajado (slickensided), en bloques, lenticular, homogéneo.



Notas:

¹ Porcentaje > 3 pulgadas.

² Suma de gravas, arenas, y finos = 100%

³ Para suelos de grano fino (cohesivos): muy blando, blando, firme, duro y muy duro.

⁴ Para suelos de grano grueso (sin cohesión): muy suelto, suelto, compacto, denso, muy denso

⁵ Débil, fuerte

⁶ Penetrómetro de bolsillo, densidad *in situ*.

⁷ Estratificado, laminado, fisurado, lajado (slickensided), en bloques, lenticular, homogéneo.

Certificado



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

Acreditación

La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad – INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, **OTORGA** el presente certificado de Renovación de la Acreditación a:

TEST & CONTROL S.A.C.

Laboratorio de Calibración

En su sede ubicada en: Calle Condesa de Lemos N° 117, Urb. San Miguelito, distrito de San Miguel, provincia de Lima y departamento de Lima

Con base en la norma

NTP-ISO/IEC 17025:2006 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración

Facultándolo a emitir Certificados de Calibración con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-05P-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número de registro indicado líneas abajo.

Fecha de Renovación: 24 de marzo de 2019

Fecha de Vencimiento: 23 de marzo de 2023

ESTELA CONTRERAS JUGO
Directora, Dirección de Acreditación - INACAL

Cedula N° : 230-2019-INACAL/DA

Contrato N° : Adenda al Contrato de Acreditación N°004-16/INACAL-DA

Registro N° : LC-016

Fecha de emisión: 05 de junio de 2019

El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y cédula de notificación dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web www.inacal.gov.pe/acreditacion/categoria/acreditados al momento de hacer uso del presente certificado.

La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MLA) del Inter American Accreditation Cooperation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS PARA DISEÑO Y ENSAYOS DE CONCRETO

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC-00289-2021

PROFORMA : 0745AC1 Fecha de emisión : 2021 - 02 - 10 Página : 1 de 2

1. **SOLICITANTE** : **MTL GEOTECNIA S.A.C.**
DIRECCIÓN : Cal.La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos Lima - Lima - San Martín De Porres

2. **INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : **PRENSA HIDRAULICA**
 Marca : UTEST Capacidad Máxima : 2000 Kn
 Modelo : NO INDICA División de Escala, d : 0,1 Kn
 Nº Serie : 19/002539 Procedencia : Turkia
 Código de Ident. : NO INDICA Ubicación : LABORATORIO
 Indicación : kgf

3.- **FECHA Y LUGAR DE MEDICIÓN.**

La calibración se realizó el día 06 de febrero del 2021 en las instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

4. **MÉTODO.**

La calibración se efectuó por comparación directa tomando como referencia la norma ASTM E-4 "Estandar Practices for force Verification of Testing machines"

5. **TRAZABILIDAD.**

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	CERTIFICADO DE CALIBRACION
Patrón de Referencia del DM-INACAL	Manómetro Digital 0 bar a 700 bar Clase de Exactitud 0,05	LFP-C-043-2020

6. **CONDICIONES AMBIENTALES.**

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	25,2 °C	24,8 °C
HUMEDAD RELATIVA	67,0 %	68,0 %

7. **OBSERVACIONES.**

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.

La incertidumbre de la medición se determinó con un factor de cobertura k=2, para un nivel de confianza de 95%.

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

Verificar la indicación de cero del instrumento antes de cada medición.

Lic. Nicolás Ramos Paucar

Gerente Técnico

CFP:0316



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**TC - 06447 - 2021**

Proforma : 2506A

Fecha de emisión : 2021-05-07

SOLICITANTE: MTL GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : Cal.La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos Lima - Lima - San Martín De Porres

EQUIPO : **HORNO**
Marca : GEMMY
Modelo : YC0-010
N° de Serie : 510847
Procedencia : ALEMANIA
Identificación : No Indica
TIPO DE INDICADOR : **DIGITAL**
Alcance : Tamb + 5 °C a 250 °C
Resolución : 1 °C
TIPO DE CONTROLADOR : **DIGITAL**
Alcance : 0 °C a 250 °C
Resolución : 1 °C
Fecha de Calibración : 2021-04-26

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa con nuestro sistema de medición de temperatura patrón según procedimiento PC- 018 "Procedimiento de calibración o caracterización de medios isoterms con aire como medio termostático". Segunda Edición - Junio 2009. SNM - INDECOPI.

CONDICIONES DE CALIBRACIÓN

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	22,6 °C	23,2 °C
Humedad Relativa	73,5 %hr	71,6 %hr
Voltaje	219 V	220 V

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316



CERTIFICADO DE CALIBRACION

TC - 07121 - 2021

PROFORMA : 2506A Fecha de emisión : 2021-05-05

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : CAL.LA MADRID NRO. 264 ASC. LOS OLIVOS LIMA - LIMA - SAN MARTÍN DE PORRES

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA

Tipo : ELECTRÓNICA
Marca : SARTORIUS
Modelo : LC22016
N° de Serie : 50310007
Capacidad Máxima : 2200 g
Resolución : 0,01 g
División de Verificación : 0,01 g
Clase de Exactitud : I
Capacidad Mínima : 1 g
Procedencia : ALEMANIA
N° de Parte : No Indica
Identificación : No Indica
Ubicación : LABORATORIO
Variación de ΔT Local : 3 °C
Fecha de Calibración : 2021-04-26

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II". Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOPI.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316



CERTIFICADO DE CALIBRACION

TC - 07123 - 2021

PROFORMA : 2506A Fecha de emisión : 2021-05-05

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : CAL.LA MADRID NRO. 264 ASC. LOS OLIVOS LIMA - LIMA - SAN MARTÍN DE PORRES

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA

Tipo : ELECTRÓNICA
Marca : OHAUS
Modelo : NO INDICA
N° de Serie : NO INDICA
Capacidad Máxima : 30000 g
Resolución : 1 g
División de Verificación : 1 g
Clase de Exactitud : II
Capacidad Mínima : 50 g
Procedencia : CHINA
N° de Parte : NO INDICA
Identificación : No Indica
Ubicación : LABORATORIO
Variación de ΔT Local : 8 °C
Fecha de Calibración : 2021-04-26

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de TEST & CONTROL S.A.C.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II". Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOPI.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2020

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO
ACI 211

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: ELVIS FAVIO VERA PUJAICO
TESIS	: DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO 5 NIVELES, EMPLEANDO CENIZA VOLANTE EN PÓRTICOS, VISTA ALEGRE, VILLA MARIA DEL TRIUNFO 2020
UBICACIÓN	: Lima
	Fecha de ensayo: 29/05/2021

MATERIAL	f _c 210 kg/cm ²					
	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m ³	P. UNITARIO C. Kg/m ³
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE	2.64	2.93	1.5	1.5	1535.0	1755.0
AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE	2.65	6.83	0.1	1.0	1318.0	1535.0

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE						
A) VALORES DE DISEÑO						
1	ASENTAMIENTO			3 1/2	pulg	
2	TAMANO MAXIMO NOMINAL			3/4"		
3	RELACION AGUA CEMENTO			0.628		
4	AGUA			230		
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			2.0		
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.35		
B) ANALISIS DE DISEÑO						
FACTOR CEMENTO			366.070	Kg/m ³	8.6	Bls/m ³
Volumen absoluto del cemento				0.1173	m ³ /m ³	
Volumen absoluto del Agua				0.2300	m ³ /m ³	
Volumen absoluto del Aire				0.0200	m ³ /m ³	0.367
VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS						
Volumen absoluto del Agregado fino				0.2811	m ³ /m ³	0.633
Volumen absoluto del Agregado grueso				0.3516	m ³ /m ³	
SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS						1.000
C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO						
CEMENTO				366	Kg/m ³	
AGUA				230	L/m ³	
AGREGADO FINO				742	Kg/m ³	
AGREGADO GRUESO				932	Kg/m ³	
CENIZA VOLANTE (15% del peso de cemento)				54.91	Kg/m ³	
D) PESO DE MEZCLA						
CORRECCION POR HUMEDAD				2270	Kg/m ³	
AGREGADO FINO HUMEDO				753.1	Kg/m ³	
AGREGADO GRUESO HUMEDO				932.7	Kg/m ³	
E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS						
AGREGADO FINO				0.00	Lts/m ³	
AGREGADO GRUESO				0.90	8.4	
AGUA DE MEZCLA CORREGIDA					8.4	
					238.4	Lts/m ³
F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO						
CEMENTO				366	Kg/m ³	
AGUA				238	Lts/m ³	
AGREGADO FINO				753	Kg/m ³	
AGREGADO GRUESO				933	Kg/m ³	
CENIZA VOLANTE (15% del peso de cemento)				54.91	Kg/m ³	
G) PESO DE MEZCLA						
CANTIDAD DE MATERIALES (19 lt.)				2290	Kg/m ³	
CEMENTO				15.37	Kg	
AGUA				10.01	Lts	
AGREGADO FINO				31.83	Kg	
AGREGADO GRUESO				39.17	Kg	
CENIZA VOLANTE (15% del peso de cemento)				2306.2	g	
PORPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)				PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)		
C	1.0	C	1.0	A.F	2.01	
A.F	2.06	A.G	2.90	H2o	27.7	
A.G	2.55					
H2o	27.7					

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 MTL GEOTECNIA S.A.C. ENLACE DE MATERIALES Jefe de Laboratorio	 MTL GEOTECNIA S.A.C. Suelos Concreto Asfalto Elmer Moreno Huáman INGENIERO CIVIL C. P. N. 21944 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2020

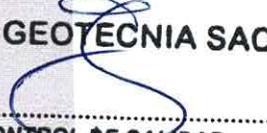
LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO
ACI 211

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: ELVIS FAVIO VERA PUJAICO
TESIS	: DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO 5 NIVELES, EMPLEANDO CENIZA VOLANTE EN PÓRTICOS, VISTA ALEGRE, VILLA MARIA DEL TRIUNFO 2020
UBICACIÓN	: Lima
Fecha de ensayo: 29/05/2021	

MATERIAL	f'c 210 kg/cm ²					
	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m ³	P. UNITARIO C. Kg/m ³
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE	2.64	2.93	1.5	1.5	1535.0	1755.0
AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE	2.65	6.83	0.1	1.0	1318.0	1535.0

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE

A) VALORES DE DISEÑO							
1	ASENTAMIENTO			4 1/4	pulg		
2	TAMANO MAXIMO NOMINAL			3/4 "			
3	RELACION AGUA CEMENTO			0.628			
4	AGUA			230			
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			2.0			
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.35			
B) ANALISIS DE DISEÑO							
	FACTOR CEMENTO	366.070		Kg/m ³	8.6	Bls/m ³	
	Volumen absoluto del cemento			0.1173	m ³ /m ³		
	Volumen absoluto del Agua			0.2300	m ³ /m ³		
	Volumen absoluto del Aire			0.0200	m ³ /m ³		
	VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS					0.367	
	Volumen absoluto del Agregado fino			0.2811	m ³ /m ³		
	Volumen absoluto del Agregado grueso			0.3516	m ³ /m ³		
	SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS					1.000	
C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO							
	CEMENTO			366	Kg/m ³		
	AGUA			230	L/m ³		
	AGREGADO FINO			742	Kg/m ³		
	AGREGADO GRUESO			932	Kg/m ³		
	CENIZA VOLANTE (10% del peso de cemento)			36.61	Kg/m ³		
D) PESO DE MEZCLA				2270	Kg/m ³		
CORRECCION POR HUMEDAD							
	AGREGADO FINO HUMEDO			753.1	Kg/m ³		
	AGREGADO GRUESO HUMEDO			932.7	Kg/m ³		
E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS							
	AGREGADO FINO			0.00	Lts/m ³		
	AGREGADO GRUESO			0.90	8.4		
	AGUA DE MEZCLA CORREGIDA				8.4		
					238.4	Lts/m ³	
F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO							
	CEMENTO			366	Kg/m ³		
	AGUA			238	Lts/m ³		
	AGREGADO FINO			753	Kg/m ³		
	AGREGADO GRUESO			933	Kg/m ³		
	CENIZA VOLANTE (10% del peso de cemento)			36.61	Kg/m ³		
G) PESO DE MEZCLA				2290	Kg/m ³		
CANTIDAD DE MATERIALES (19 lt.)							
	CEMENTO			15.37	Kg		
	AGUA			10.01	Lts		
	AGREGADO FINO			31.63	Kg		
	AGREGADO GRUESO			39.17	Kg		
	CENIZA VOLANTE (10% del peso de cemento)			1537.5	g		
PORPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)						PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)	
C	1.0					C	1.0
A.F	2.06					A.F	2.01
A.G	2.55					A.G	2.90
H2o	27.7					H2o	27.7

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2020

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO
ACI 211

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: ELVIS FAVIO VERA PUJAICO
TESIS	: DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO 5 NIVELES, EMPLEANDO CENIZA VOLANTE EN PÓRTICOS, VISTA ALEGRE, VILLA MARIA DEL TRIUNFO 2020
UBICACIÓN	: Lima
Fecha de ensayo: 29/05/2021	

f _c 210 kg/cm ²						
MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m ³	P. UNITARIO C. Kg/m ³
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE	2.64	2.93	1.5	1.5	1535.0	1755.0
AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE	2.65	6.83	0.1	1.0	1318.0	1535.0

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE

A) VALORES DE DISEÑO							
1 ASENTAMIENTO				4 3/4	pulg		
2 TAMAÑO MAXIMO NOMINAL				3/4"			
3 RELACION AGUA CEMENTO				0.628			
4 AGUA				230			
5 TOTAL DE AIRE ATRAPADO %				2.0			
6 VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO				0.35			
B) ANALISIS DE DISEÑO							
FACTOR CEMENTO		366.070		Kg/m ³	8.6	Bls/m ³	
Volumen absoluto del cemento				0.1173	m ³ /m ³		
Volumen absoluto del Agua				0.2300	m ³ /m ³		
Volumen absoluto del Aire				0.0200	m ³ /m ³		
VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS						0.367	
Volumen absoluto del Agregado fino				0.2811	m ³ /m ³		
Volumen absoluto del Agregado grueso				0.3516	m ³ /m ³		
SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS						1.000	
C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO							
CEMENTO				366	Kg/m ³		
AGUA				230	L/m ³		
AGREGADO FINO				742	Kg/m ³		
AGREGADO GRUESO				932	Kg/m ³		
CENIZA VOLANTE (5% del peso de cemento)				18.30	Kg/m ³		
PESO DE MEZCLA				2270	Kg/m ³		
D) CORRECCION POR HUMEDAD							
AGREGADO FINO HUMEDO				753.1	Kg/m ³		
AGREGADO GRUESO HUMEDO				932.7	Kg/m ³		
E) CONTRIBUCIÓN DE AGUA DE LOS AGREGADOS							
AGREGADO FINO				%	Lts/m ³		
AGREGADO GRUESO				0.00	0.0		
				0.90	8.4		
					8.4		
AGUA DE MEZCLA CORREGIDA					238.4	Lts/m ³	
F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO							
CEMENTO				366	Kg/m ³		
AGUA				238	Lts/m ³		
AGREGADO FINO				753	Kg/m ³		
AGREGADO GRUESO				933	Kg/m ³		
CENIZA VOLANTE (5% del peso de cemento)				18.30	Kg/m ³		
PESO DE MEZCLA				2290	Kg/m ³		
G) CANTIDAD DE MATERIALES (19 lt.)							
CEMENTO				15.37	Kg		
AGUA				10.01	Lts		
AGREGADO FINO				31.63	Kg		
AGREGADO GRUESO				39.17	Kg		
CENIZA VOLANTE (5% del peso de cemento)				768.7	g		
PORPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)						PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)	
C	1.0					C	1.0
A.F	2.06					A.F	2.01
A.G	2.55					A.G	2.90
H2o	27.7					H2o	27.7

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 <p>MTL GEOTECNIA S.A.C. Suelos Concreto Asfalto Elmer Moreno Huaman INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 210906</p>	 <p>MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD</p>
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2020

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO
ACI 211

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: ELVIS FAVIO VERA PUJAICO
TESIS	: DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO 5 NIVELES, EMPLEANDO CENIZA VOLANTE EN PÓRTICOS, VISTA ALEGRE, VILLA MARIA DEL TRIUNFO 2020
UBICACION	: Lima Fecha de ensayo: 29-05-2021

F _c 210 kg/cm ²						
MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m ³	P. UNITARIO C. Kg/m ³
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE	2.64	2.93	1.5	1.5	1535.0	1755.0
AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE	2.65	6.83	0.1	1.0	1318.0	1535.0

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE

A) VALORES DE DISEÑO							
1 ASENTAMIENTO				5 1/2	pulg		
2 TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL				3/4 "			
3 RELACION AGUA CEMENTO				0.628			
4 AGUA				230			
5 TOTAL DE AIRE ATRAPADO %				2.0			
6 VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO				0.35			
B) ANÁLISIS DE DISEÑO							
FACTOR CEMENTO		366.070		Kg/m ³	8.6	Bls/m ³	
Volumen absoluto del cemento				0.1173	m ³ /m ³		
Volumen absoluto del Agua				0.2300	m ³ /m ³		
Volumen absoluto del Aire				0.0200	m ³ /m ³		
VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS						0.367	
Volumen absoluto del Agregado fino				0.2811	m ³ /m ³		
Volumen absoluto del Agregado grueso				0.3516	m ³ /m ³		
SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS						1.000	
C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO							
CEMENTO				366	Kg/m ³		
AGUA				230	L/m ³		
AGREGADO FINO				742	Kg/m ³		
AGREGADO GRUESO				932	Kg/m ³		
D) PESO DE MEZCLA				2270	Kg/m ³		
CORRECCION POR HUMEDAD							
AGREGADO FINO HUMEDO				753.1	Kg/m ³		
AGREGADO GRUESO HUMEDO				932.7	Kg/m ³		
E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS							
AGREGADO FINO				0.00	Lts/m ³		
AGREGADO GRUESO				0.90	8.4		
AGUA DE MEZCLA CORREGIDA					238.4	Lts/m ³	
F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO							
CEMENTO				366	Kg/m ³		
AGUA				238	Lts/m ³		
AGREGADO FINO				753	Kg/m ³		
AGREGADO GRUESO				933	Kg/m ³		
G) PESO DE MEZCLA				2290	Kg/m ³		
CANTIDAD DE MATERIALES (42 lt.)							
CEMENTO				15.37	Kg		
AGUA				10.01	Lts		
AGREGADO FINO				31.83	Kg		
AGREGADO GRUESO				39.17	Kg		
PORPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)						PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)	
C	1.0					C	1.0
A.F	2.08					A.F	2.01
A.G	2.55					A.G	2.90
H2o	27.7					H2o	27.7

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 MTL GEOTECNIA S.A.C Suelos, Concreto, Asfalto Elmer Moreno Huaman INGENIERO CIVIL C.P. N. 21026	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

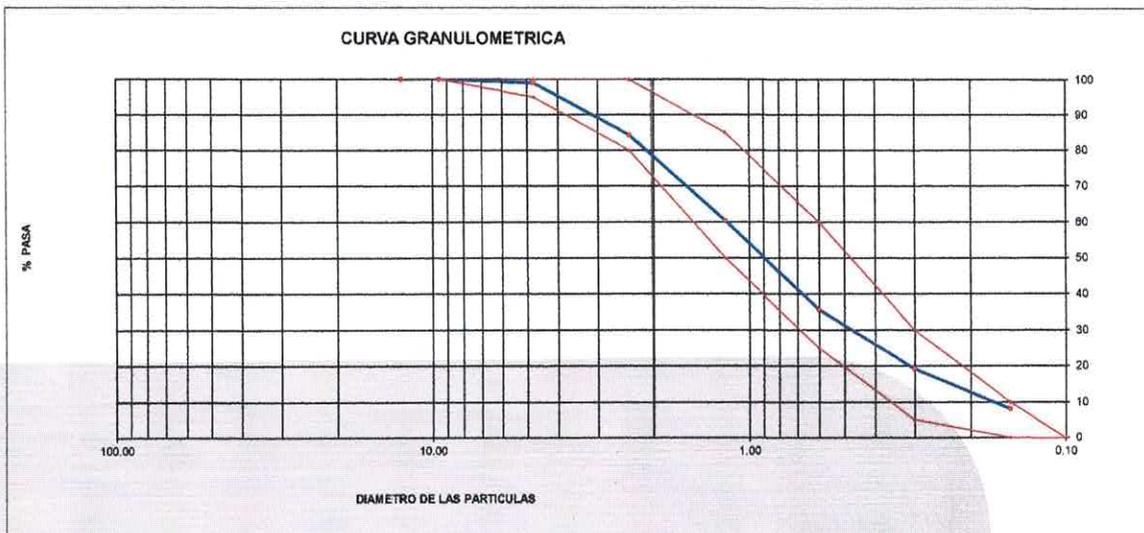
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO	Código	FOR-LTC-AG-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
ASTM C136

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: ELVIS FAVIO VERA PUJAICO
TESIS	: DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO 5 NIVELES, EMPLEANDO CENIZA VOLANTE EN PÓRTICOS, VISTA ALEGRE, VILLA MARIA DEL TRIUNFO 2020
UBICACIÓN	: Lima Fecha de ensayo: 28/05/2021

MATERIAL	: Agregado fino	CANTERA: TRÁPICHE
PESO INICIAL HUMEDO (g)	792.8	% W = 1.5
PESO INICIAL SECO (g)	780.8	MF = 2.93

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES ASTM C 33
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100
Nº4	4.76	6.8	0.9	0.9	99.1	95 - 100
Nº8	2.38	115.8	14.8	15.7	84.3	80 - 100
Nº 16	1.19	186.9	23.9	39.6	60.4	50 - 85
Nº 30	0.60	192.5	24.7	64.3	35.7	25 - 60
Nº 50	0.30	128.5	16.5	80.8	19.2	05 - 30
Nº 100	0.15	86.9	11.1	91.9	8.1	0 - 10
FONDO		63.2	8.1	100.0	0.0	0 - 0



OBSERVACIONES:

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

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 MTL GEOTECNIA S.A.C. ENsayo de MATERIALES Nº B°	 MTL GEOTECNIA S.A.C. Suelos Concreto Asfalto Elmer Moreno Huaman INGENIERO CIVIL C.T.P. N° 71096	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

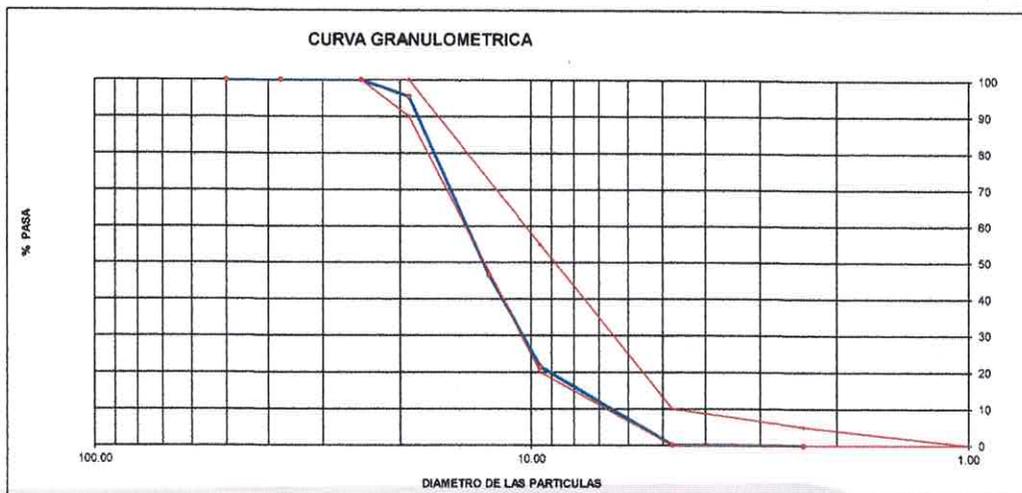
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO	Código	FOR-LTC-AG-002
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
ASTM C136

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: ELVIS FAVIO VERA PUJAICO
TESIS	: DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO 5 NIVELES, EMPLEANDO CENIZA VOLANTE EN PÓRTICOS, VISTA ALEGRE, VILLA MARIA DEL TRIUNFO 2020

UBICACION	: Lima	Fecha de ensayo:	28/05/2021
MATERIAL	: AGREGADO GRUESO	CANTERA:	TRAPICHE
PESO INICIAL HUMEDO (g)	1,832.00	% W =	0.1
PESO INICIAL SECO (g)	1,830.00	MF =	6.83

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES HUSO # 67
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
1"	24.50	0.0	0.0	0.0	100.0	100
3/4"	19.05	85.0	4.6	4.6	95.4	90 - 100
1/2"	12.50	896.0	49.0	53.6	46.4	—
3/8"	9.53	458.0	25.0	78.6	21.4	20 - 55
Nº 4	4.76	390.0	21.3	99.9	0.1	0 - 10
Nº 8	2.38	1.0	0.1	100.0	0.0	0 - 5
Nº 16	1.18	0.0	0.0	100.0	0.0	
FONDO		0.0	0.0			



OBSERVACIONES:

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

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 	 MTL GEOTECNIA S.A.C Suelos Concreto Asfalto Elmer Moreno Huaman INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 21000	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO UNITARIO (F, G o Gb)	Código	FOR-LTC-AG-018
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
ASTM C29

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: ELVIS FAVIO VERA PUJAICO
TESIS	: DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO 5 NIVELES, EMPLEANDO CENIZA VOLANTE EN PÓRTICOS, VISTA ALEGRE, VILLA MARIA DEL TRIUNFO 2020
UBICACIÓN	: Lima
	Fecha de ensayo: 28/05/2021

MATERIAL : AGREGADO GRUESO **CANTERA:** TRAPICHE

MUESTRA N°	M - 1	M - 2	M - 3
------------	-------	-------	-------

1	Peso de la Muestra + Molde	g	8012	5989	6005
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	3649	3626	3642
4	Volumen del Molde	cc	2760	2760	2760
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cc	1.322	1.314	1.320

PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO	g/cc	1.318
-------------------------------	------	-------

MUESTRA N°	M - 1	M - 2	M - 3
------------	-------	-------	-------

1	Peso de la Muestra + Molde	g	8614	6596	6587
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	4251	4233	4224
4	Volumen del Molde	cc	2760	2760	2760
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cc	1.540	1.534	1.530

PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO	g/cc	1.535
-----------------------------------	------	-------

OBSERVACIONES:

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

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO UNITARIO	Código	FOR-LAB-AG-015
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS
ASTM C29

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: ELVIS FAVIO VERA PUJICO
TESIS	: DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO 5 NIVELES, EMPLEANDO CENIZA VOLANTE EN PÓRTICOS, VISTA ALEGRE, VILLA MARIA DEL TRIUNFO 2020
UBICACIÓN	: Lima
	Fecha de ensayo: 28/05/2021

MATERIAL : AGREGADO FINO

CANTERA : TRAPICHE

MUESTRA N°	M - 1	M - 2	M - 3
------------	-------	-------	-------

1	Peso de la Muestra + Molde	g	6586	6615	6587
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	4233	4252	4224
4	Volumen del Molde	cc	2760	2780	2760
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cc	1.534	1.541	1.530

PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO	g/cc	1.535
-------------------------------	------	-------

MUESTRA N°	M - 1	M - 2	M - 3
------------	-------	-------	-------

1	Peso de la Muestra + Molde	g	7196	7215	7211
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	4833	4852	4848
4	Volumen del Molde	cc	2760	2760	2760
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cc	1.751	1.758	1.757

PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO	g/cc	1.755
-----------------------------------	------	-------

OBSERVACIONES:

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

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 	 MTL GEOTECNIA S.A.C Suelos Concreto Asfalto Elmer Moreno Huaman INGENIERO CIVIL C. P. N. 71090C	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS	Código	FOR-LAB-MS-009
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM C127

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: ELVIS FAVIO VERA PUJAICO
TESIS	: DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO 5 NIVELES, EMPLEANDO CENIZA VOLANTE EN PÓRTICOS, VISTA ALEGRE, VILLA MARIA DEL TRIUNFO 2020
UBICACION	: Lima Fecha de ensayo: 28/05/2021

MATERIAL : AGREGADO GRUESO

CANTERA : TRAPICHE

MUESTRA N°		M - 1	M - 2	PROMEDIO	
1	Peso de la Muestra Sumergida Canastilla A	g	1590.0	1572.0	1581.0
2	Peso muestra Sat. Sup. Seca B	g	2536.0	2508.0	2522.0
3	Peso muestra Seco C	g	2511.0	2483.0	2497.0
4	Peso específico Sat. Sup. Seca = B/B-A	g/cc	2.68	2.68	2.68
5	Peso específico de masa = C/B-A	g/cc	2.65	2.65	2.65
6	Peso específico aparente = C/C-A	g/cc	2.73	2.73	2.73
7	Absorción de agua = ((B - C)/C)*100	%	1.0	1.0	1.0

OBSERVACIONES:

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

		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN	Código	FOR-LAB-AG-013
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS
ASTM C128

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: ELVIS FAVIO VERA PUJAICO
TESIS	: DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO 5 NIVELES, EMPLEANDO CENIZA VOLANTE EN PÓRTICOS, VISTA ALEGRE, VILLA MARIA DEL TRIUNFO 2020
UBICACION	: Lima Fecha de ensayo: 28/05/2021

MATERIAL : AGREGADO FINO **CANERA** : TRAPICHE

MUESTRA N°		M - 1	M - 2	PROMEDIO	
1	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balon + Peso de Agua	g	981.98	981.5	981.7
2	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balon	g	671.26	669.8	670.5
3	Peso del Agua (W = 1 - 2)	g	310.72	311.7	311.2
4	Peso de la Arena Seca al Horno + Peso del Balon	g/cc	663.9	662.3	663.10
5	Peso del Balon N° 2	g/cc	171	169.8	170.40
6	Peso de la Arena Seca al Horno (A = 4 - 5)	g/cc	492.9	492.5	492.70
7	Volumen del Balon (V = 500)	cc	497.2	498.2	497.7

RESULTADOS

PESO ESPECIFICO DE LA MASA (P.E.M. = A/(V-W))	g/cc	2.64	2.64	2.64
PESO ESPEC. DE MASA S.S.S. (P.E.M. S.S.S. = 500/(V-W))	g/cc	2.68	2.68	2.68
PESO ESPECIFICO APARENTE (P.E.A. = A/[(V-W)-(500-A)])	g/cc	2.75	2.75	2.75
PORCENTAJE DE ABSORCION (%) [(500-A)/A*100]	%	1.5	1.5	1.5

OBSERVACIONES:

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

	 MTL GEOTECNIA S.A.C Suelos, Concreto, Asfalto Elmer Moreno Huamani INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 210906	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO METODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DENSIDAD, ABSORCIÓN Y VACIOS EN EL CONCRETO ENDURECIDO
--	---

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
ASTM C642 / NTP 339.187

TESIS : DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO 5 NIVELES, EMPLEANDO CENIZA VOLANTE EN PÓRTICOS, VISTA ALEGRE, VILLA MARIA DEL TRIUNFO 2020

SOLICITANTES : ELVIS FAVIO VERA PUJICO

UBICACIÓN : LIMA

Tipo de muestra	: CONCRETO
Fecha de vaciado	: 29-05-2021
Fecha de ensayo	: 26-06-2021
Edad	: 28 días

RESULTADOS ASTM C642	PATRÓN 28 DIAS	5% DE CENIZA VOLANTE 28 DIAS	10% DE CENIZA VOLANTE 28 DIAS	15% DE CENIZA VOLANTE 28 DIAS	--	--	--	--
ABSORCIÓN DESPUÉS DE LA INMERSIÓN	0.9%	0.9%	1.0%	1.1%	--	--	--	--
ABSORCIÓN DESPUÉS DE LA INMERSIÓN Y EBULLICIÓN	0.7%	0.8%	0.9%	1.0%	--	--	--	--
DENSIDAD SECA (g/cm ³)	2.332	2.340	2.337	2.339	--	--	--	--
DENSIDAD APARENTE DESPUÉS DE LA INMERSIÓN (g/cm ³)	2.353	2.360	2.361	2.364	--	--	--	--
DENSIDAD APARENTE DESPUÉS DE LA INMERSIÓN Y LA EBULLICIÓN (g/cm ³)	2.349	2.358	2.357	2.362	--	--	--	--
DENSIDAD APARENTE (g/cm ³)	2.371	2.383	2.385	2.395	--	--	--	--
VOLUMEN DE POROS PERMEABLES (% VACÍOS)	1.7%	1.8%	2.0%	2.3%	--	--	--	--

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin autorización escrita de MTL GEOTECNIA SAC

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 	 	 
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2020

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: ELVIS FAVIO VERA PUJAICO
TESIS	: DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO 5 NIVELES, EMPLEANDO CENIZA VOLANTE EN PÓRTICOS, VISTA ALEGRE, VILLA MARIA DEL TRIUNFO 2020
UBICACIÓN	: Lima Fecha de emisión: 26/06/2021

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	F'c Diseño kg/cm ²	% F'c
5% DE CENIZA VOLANTE	29/05/2021	5/06/2021	7	16451.0	78.5	209.5	210.0	99.7
5% DE CENIZA VOLANTE	29/05/2021	5/06/2021	7	16376.0	78.5	208.5	210.0	99.3
5% DE CENIZA VOLANTE	29/05/2021	5/06/2021	7	16408.0	78.5	208.9	210.0	99.5
5% DE CENIZA VOLANTE	29/05/2021	12/06/2021	14	18169.0	78.5	231.3	210.0	110.2
5% DE CENIZA VOLANTE	29/05/2021	12/06/2021	14	17963.0	78.5	228.7	210.0	108.9
5% DE CENIZA VOLANTE	29/05/2021	12/06/2021	14	18043.0	78.5	229.7	210.0	109.4
5% DE CENIZA VOLANTE	29/05/2021	26/06/2021	28	20315.0	78.5	258.7	210.0	123.2
5% DE CENIZA VOLANTE	29/05/2021	26/06/2021	28	20653.0	78.5	263.0	210.0	125.2
5% DE CENIZA VOLANTE	29/05/2021	26/06/2021	28	20591.0	78.5	262.2	210.0	124.8

EQUIPO DE ENSAYO

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

OBSERVACIONES:

- * No se observaron fallas atípicas en las roturas
- * El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de neopreno como material refrentante
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 	 	 
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2020

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: ELVIS FAVIO VERA PUJAICO
TESIS	: DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO 5 NIVELES, EMPLEANDO CENIZA VOLANTE EN PÓRTICOS, VISTA ALEGRE, VILLA MARIA DEL TRIUNFO 2020
UBICACIÓN	: Lima
	Fecha de emisión: 26/06/2021

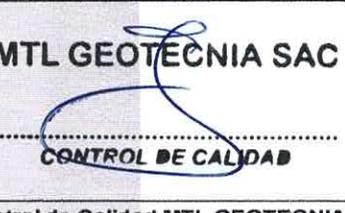
IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	F'c Diseño kg/cm ²	% F'c
PATRÓN F'c 210	29/05/2021	5/06/2021	7	15337.0	78.5	195.3	210.0	93.0
PATRÓN F'c 210	29/05/2021	5/06/2021	7	14986.0	78.5	190.8	210.0	90.9
PATRÓN F'c 210	29/05/2021	5/06/2021	7	15127.0	78.5	192.6	210.0	91.7
PATRÓN F'c 210	29/05/2021	12/06/2021	14	16582.0	78.5	211.1	210.0	100.5
PATRÓN F'c 210	29/05/2021	12/06/2021	14	16376.0	78.5	208.5	210.0	99.3
PATRÓN F'c 210	29/05/2021	12/06/2021	14	16728.0	78.5	213.0	210.0	101.4
PATRÓN F'c 210	29/05/2021	26/06/2021	28	18927.0	78.5	241.0	210.0	114.8
PATRÓN F'c 210	29/05/2021	26/06/2021	28	18568.0	78.5	236.4	210.0	112.6
PATRÓN F'c 210	29/05/2021	26/06/2021	28	18762.0	78.5	238.9	210.0	113.8

EQUIPO DE ENSAYO

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

OBSERVACIONES:

- * No se observaron fallas atípicas en las roturas
- * El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de neopreno como material reudentante
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2020

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: ELVIS FAVIO VERA PUJICO
TESIS	: DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO 5 NIVELES, EMPLEANDO CENIZA VOLANTE EN PÓRTICOS, VISTA ALEGRE, VILLA MARIA DEL TRIUNFO 2020
UBICACIÓN	: Lima Fecha de emisión: 26/06/2021

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	F'c Diseño kg/cm ²	% F'c
10% DE CENIZA VOLANTE	29/05/2021	5/06/2021	7	17315.0	78.5	220.5	210.0	105.0
10% DE CENIZA VOLANTE	29/05/2021	5/06/2021	7	17386.0	78.5	221.4	210.0	105.4
10% DE CENIZA VOLANTE	29/05/2021	5/06/2021	7	17225.0	78.5	219.3	210.0	104.4
10% DE CENIZA VOLANTE	29/05/2021	12/06/2021	14	19426.0	78.5	247.3	210.0	117.8
10% DE CENIZA VOLANTE	29/05/2021	12/06/2021	14	19218.0	78.5	244.7	210.0	116.5
10% DE CENIZA VOLANTE	29/05/2021	12/06/2021	14	19362.0	78.5	246.5	210.0	117.4
10% DE CENIZA VOLANTE	29/05/2021	26/06/2021	28	21354.0	78.5	271.9	210.0	129.5
10% DE CENIZA VOLANTE	29/05/2021	26/06/2021	28	21486.0	78.5	273.6	210.0	130.3
10% DE CENIZA VOLANTE	29/05/2021	26/06/2021	28	21289.0	78.5	271.1	210.0	129.1

EQUIPO DE ENSAYO

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

OBSERVACIONES:

- * No se observaron fallas atípicas en las roturas
- * El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de neopreno como material refrentante
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2020

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: ELVIS FAVIO VERA PUJAICO
TESIS	: DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO 5 NIVELES, EMPLEANDO CENIZA VOLANTE EN PÓRTICOS, VISTA ALEGRE, VILLA MARIA DEL TRIUNFO 2020
UBICACIÓN	: Lima
Fecha de emisión: 26/06/2021	

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	F ^c Diseño kg/cm ²	% F ^c
15% DE CENIZA VOLANTE	29/05/2021	5/06/2021	7	16725.0	78.5	212.9	210.0	101.4
15% DE CENIZA VOLANTE	29/05/2021	5/06/2021	7	16838.0	78.5	214.4	210.0	102.1
15% DE CENIZA VOLANTE	29/05/2021	5/06/2021	7	16676.0	78.5	212.3	210.0	101.1
15% DE CENIZA VOLANTE	29/05/2021	12/06/2021	14	17726.0	78.5	225.7	210.0	107.5
15% DE CENIZA VOLANTE	29/05/2021	12/06/2021	14	17963.0	78.5	228.7	210.0	108.9
15% DE CENIZA VOLANTE	29/05/2021	12/06/2021	14	17857.0	78.5	227.4	210.0	108.3
15% DE CENIZA VOLANTE	29/05/2021	26/06/2021	28	19321.0	78.5	246.0	210.0	117.1
15% DE CENIZA VOLANTE	29/05/2021	26/06/2021	28	19649.0	78.5	250.2	210.0	119.1
15% DE CENIZA VOLANTE	29/05/2021	26/06/2021	28	19588.0	78.5	249.4	210.0	118.8

EQUIPO DE ENSAYO

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

OBSERVACIONES:

- * No se observaron fallas atípicas en las roturas
- * El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de neopreno como material referentante
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: Diseño Estructural de un Edificio 5 Niveles, Empleando Cenizas Volantes en Pórticos, Vista Alegre, Villa María del Triunfo 2021.

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	MÉTODOS	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
<p>Problema General:</p> <p>¿De qué manera influye las cenizas volantes en el diseño estructural de un edificio de 5 niveles en Vista Alegre, Villa María del Triunfo 2021?</p>	<p>Objetivo General:</p> <p>Determinar de qué manera influye las cenizas volantes en el diseño estructural de un edificio de 5 niveles en Vista Alegre, Villa María del Triunfo 2021.</p>	<p>Hipótesis General:</p> <p>Las cenizas volantes influyen significativamente en el diseño estructural de un edificio de 5 niveles en Vista Alegre, Villa María del Triunfo 2021.</p>	<p>Variable Dependiente:</p> <p>Diseño estructural</p>	<p>Predimensionamiento</p> <p>Comportamiento estructural</p>	<p>-carga viva, carga muerta</p> <p>-Elementos estructurales</p> <p>-análisis Estático</p>	<p>Tipo de Investigación:</p> <p>Aplicada</p> <p>Nivel de Investigación:</p> <p>Correlacional</p> <p>Metodología de la Investigación:</p> <p>Cuantitativa</p> <p>Diseño de la Investigación:</p> <p>Cuasi experimental</p>	Observación	<p>Ficha de observación</p> <p>Fichas técnicas de laboratorio</p>
<p>Problemas Específicos:</p> <p>¿Cuál es la proporción más eficiente de las cenizas volante en la dosificación del concreto?</p> <p>¿Cuál es el comportamiento mecánico del concreto con la incorporación de cenizas volante?</p> <p>¿Cómo influye las cenizas volantes en el comportamiento estructural de un edificio de 5 niveles en Vista Alegre, Villa María del Triunfo 2021?</p>	<p>Objetivos Específicos:</p> <p>Determinar cuál es la proporción más eficiente de las cenizas volantes en la dosificación del concreto.</p> <p>Determinar cuál es el comportamiento mecánico del concreto con la incorporación de cenizas volante.</p> <p>Determinar cómo influye las cenizas volantes en el comportamiento estructural de un edificio de 5 niveles en Vista Alegre, Villa María del Triunfo 2021.</p>	<p>Hipótesis Específicas:</p> <p>La proporción más eficiente de cenizas volantes en el concreto es del 10 %.</p> <p>El comportamiento mecánico del concreto con la incorporación de cenizas volantes mejora la resistencia a la compresión y permeabilidad.</p> <p>Las cenizas volantes influyen significativamente en el comportamiento estructural de un edificio de 5 niveles en Vista Alegre, Villa María del Triunfo 2021.</p>	<p>Variable Independiente:</p> <p>Cenizas Volantes</p>	<p>-Resistencia a la compresión</p> <p>-Permeabilidad</p> <p>- Proporción</p>	<p>Nº de ensayos a compresión</p> <p>Nº de ensayos de permeabilidad</p> <p>5%, 10% y 15%</p>	<p>Población:</p> <p>Vista Alegre, Villa María del Triunfo.</p> <p>Muestra:</p> <p>Un edificio de 5 niveles de Vista Alegre, Villa María del Triunfo.</p>		

PANEL FOTOGRÁFICO LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO



PANEL FOTOGRÁFICO EXCAVACIÓN DE CALICATAS



PANEL FOTOGRÁFICO LABORATORIO DE CONCRETO

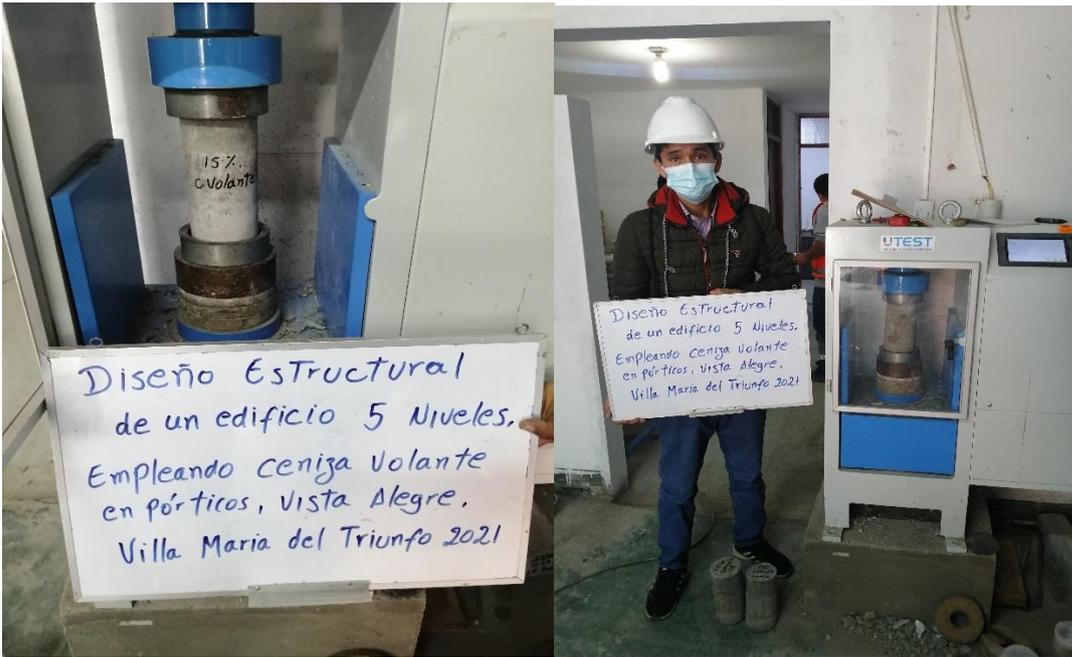


Ensayo de los materiales

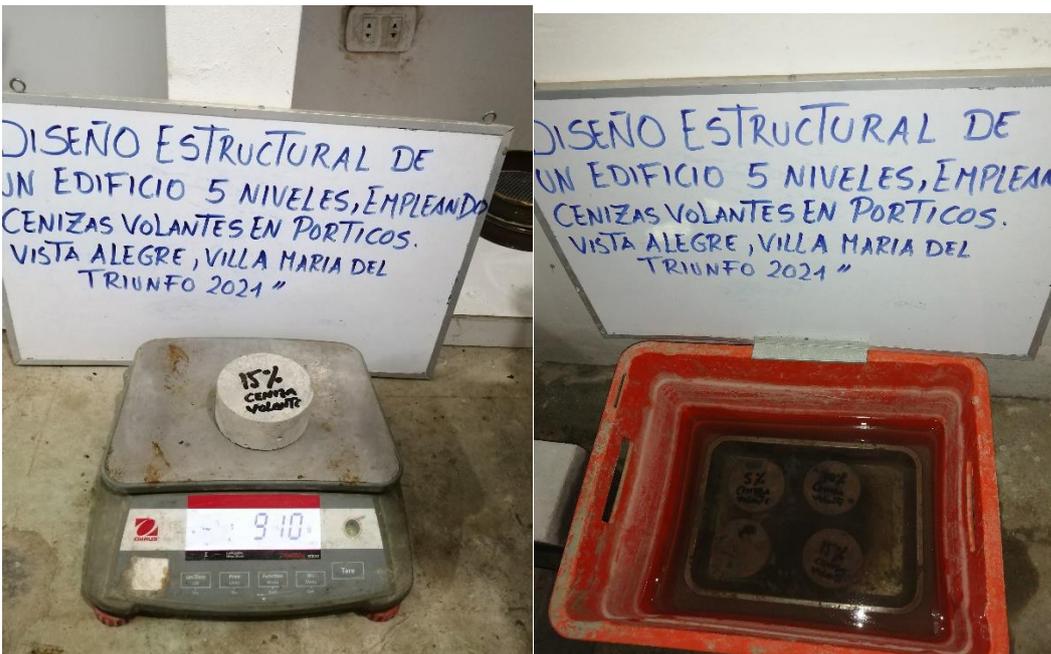


Probetas a los 28 días

Ensayo de resistencia a la compresión 28 días

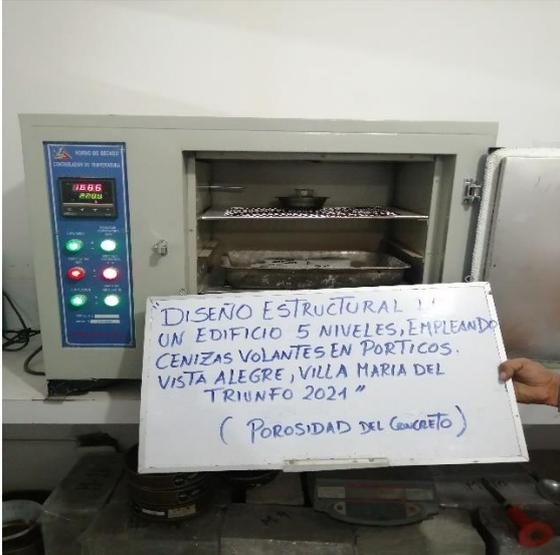


Ensayo de resistencia a la compresión 28 días



Pesado de las rodajas de concreto con CV

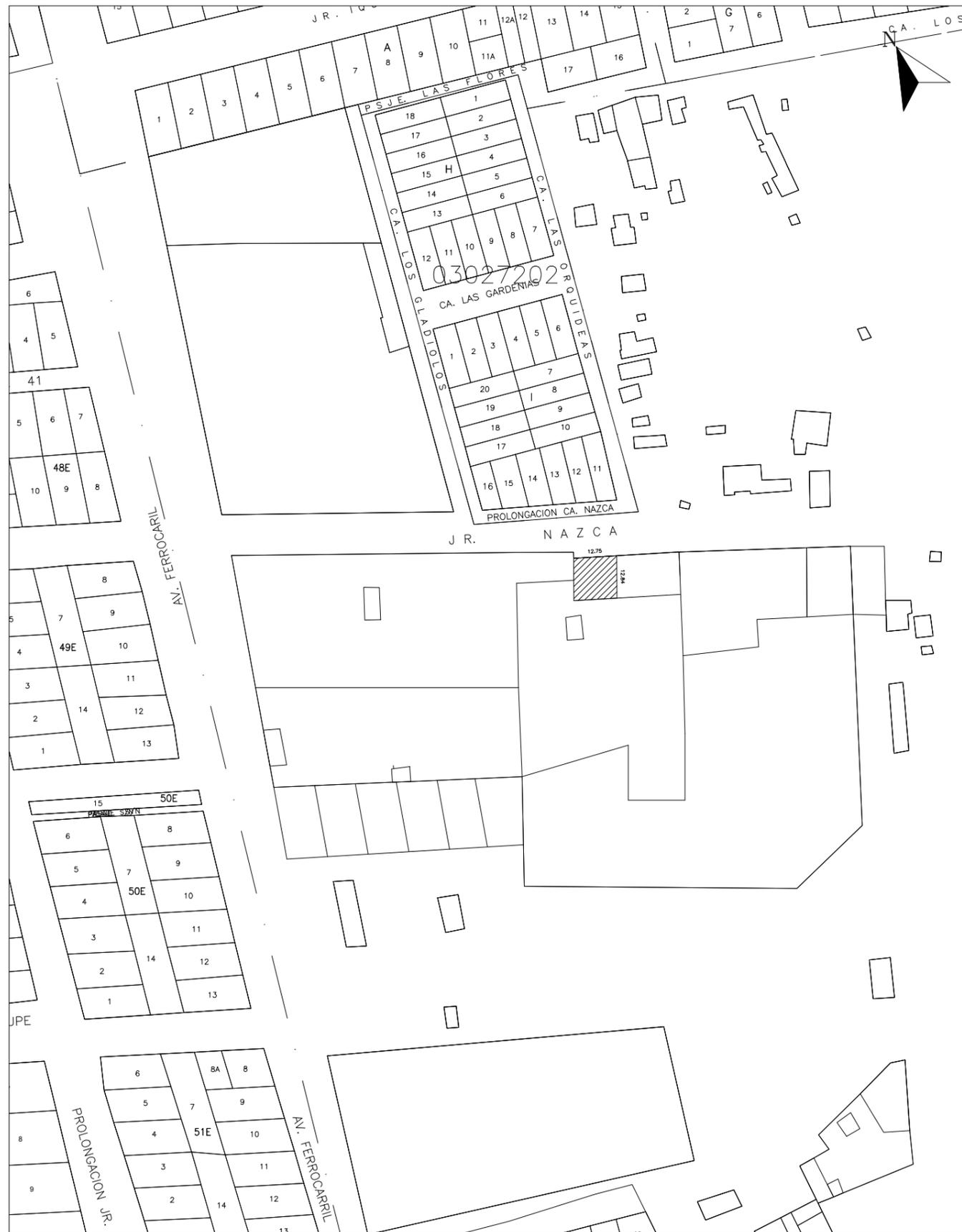
Determinación de la absorción mm de las probetas



Secado de las rodajas de concreto con CV



Hervido y ebullición de las rodajas de concreto



UBICACIÓN
ESC : 1/1500



LOCALIZACIÓN
ESC : 1/5 000

ZONIFICACION

AREA DE ESTRUCTURACION URBANA

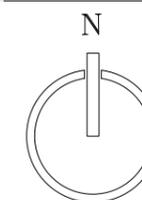
DEPARTAMENTO	:	LIMA
PROVINCIA	:	LIMA
DISTRITO	:	VILLA MARIA DEL TRIUNFO
LOCALIDAD	:	
NOMBRE DE LA VIA	:	JR. NAZCA
MANZANA	:	-----
LOTE	:	-----
SUBLOTE	:	-----
ALTITUD	:	153 msnm
COORDENADAS	:	LATITUD SUR 12°03'25.0" LATITUD SUR 77°01'50.9"



UNIVERSIDAD
CESAR
VALLEJO

FACULTAD DE
INGENIERIA
CIVIL

DUA 3



TEMA:
DISEÑO
ESTRUCTURAL DE
UN EDIFICIO 5
NIVELES,
EMPLEANDO
CENIZAS
VOLANTES EN
PORTICOS, VISTA
ALEGRE, VMT.

UBICACIÓN

DEPARTAMENTO:
LIMA
PROVINCIA:
LIMA
DISTRITO:
VILLA MARIA
DEL TRIUNFO

ALUMNOS:

CEBRIAN, LUIS
VERA, ELVIS

ESCALA:

INDICADA

PLANO:

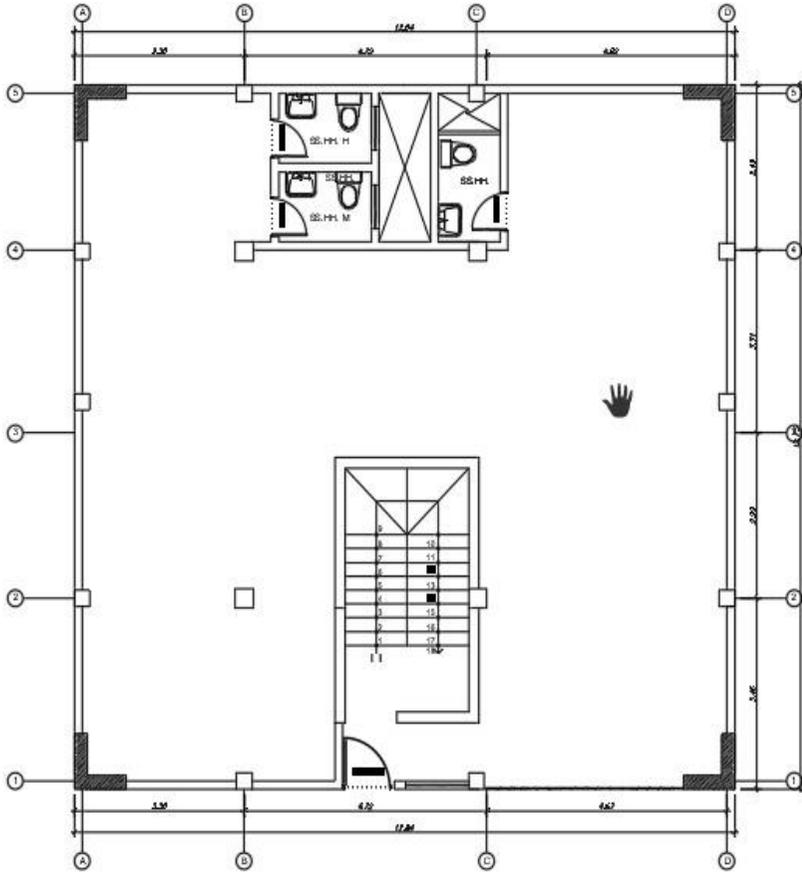
PLANO DE
UBICACIÓN Y
LOCALIZACIÓN

LAMINA:

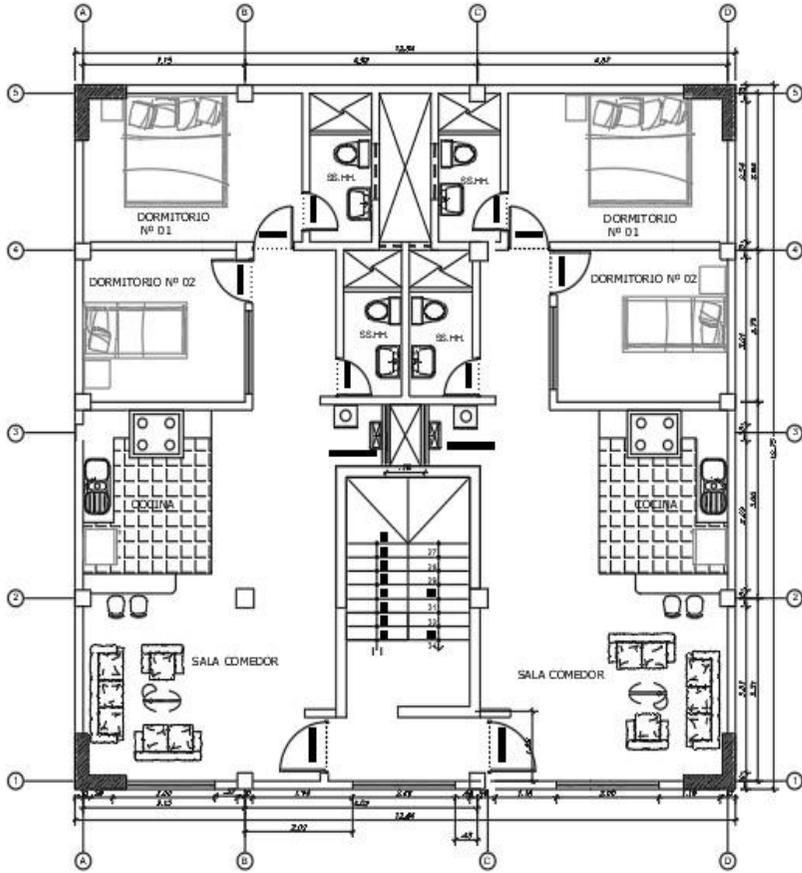
U-01

JULIO
2021

Plano arquitectónico primer piso Y del 2° - 5° piso típico



PRIMER PISO



2°, 3°, 4°, 5° PISO

PLANO DE CIMENTACIÓN

