



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 Pujaco 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 sismica 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 la 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.

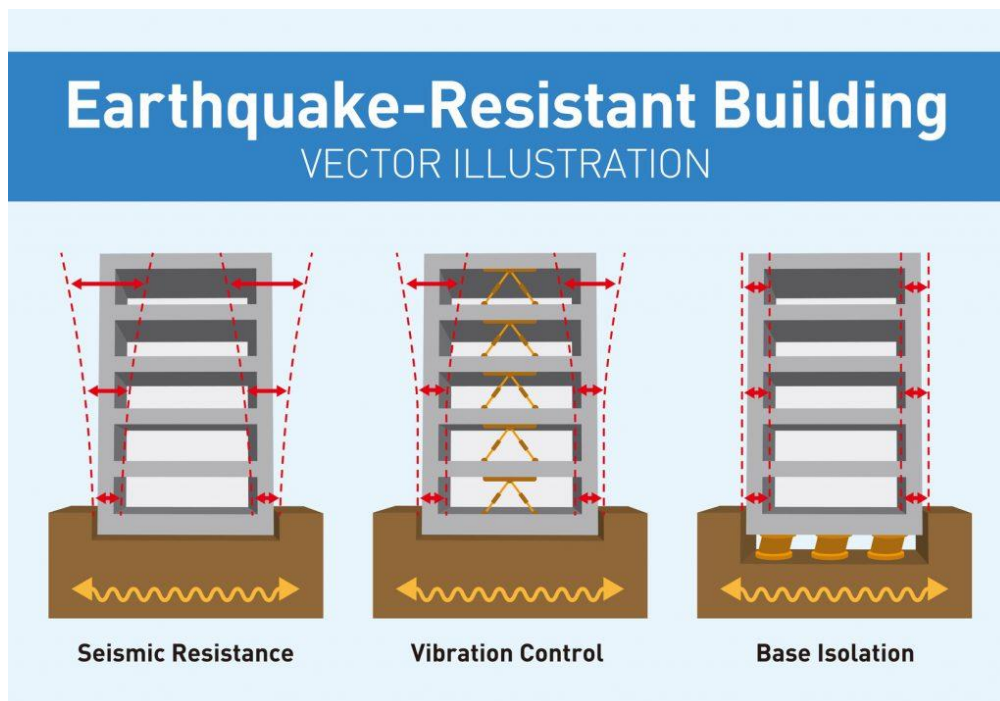


Figura N° 1. Resistencia sísmica del edificio

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”.

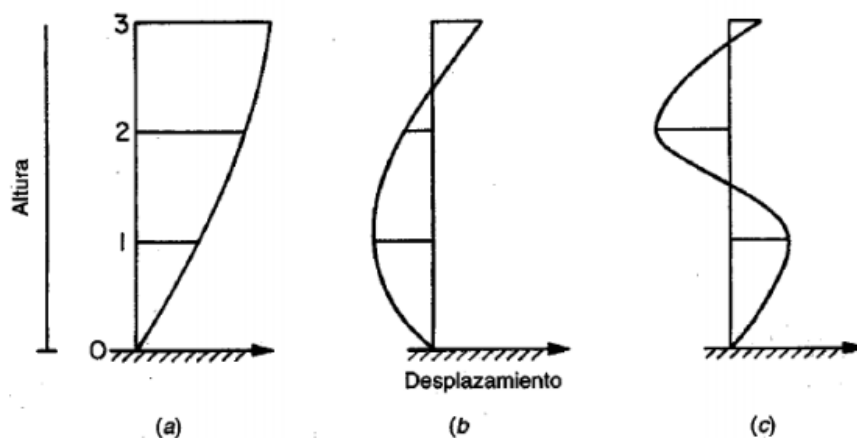


Figura N° 3. Consideración estructural

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.

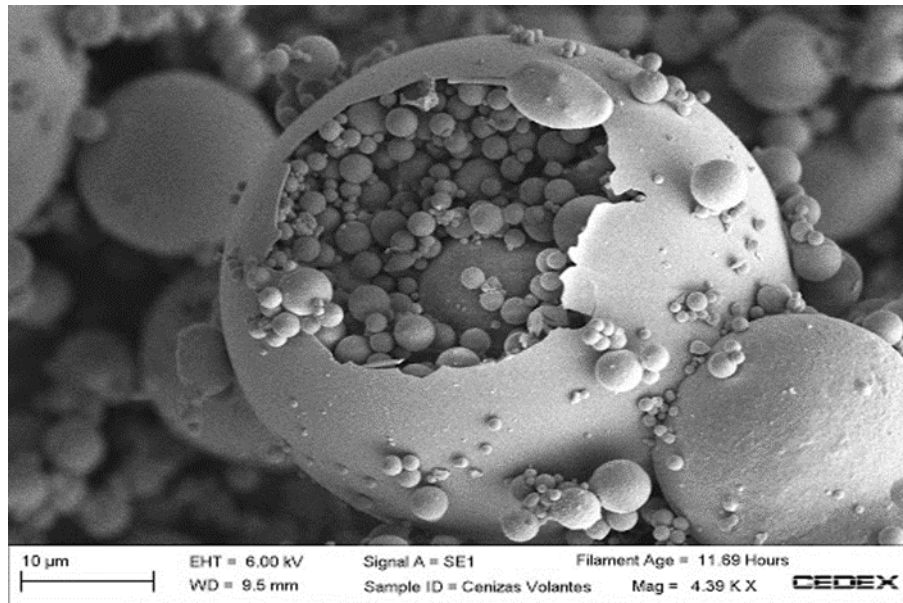


Figura N° 5: Partículas de cenizas volantes

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 hidraulicidad y puzolanicidad, 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.

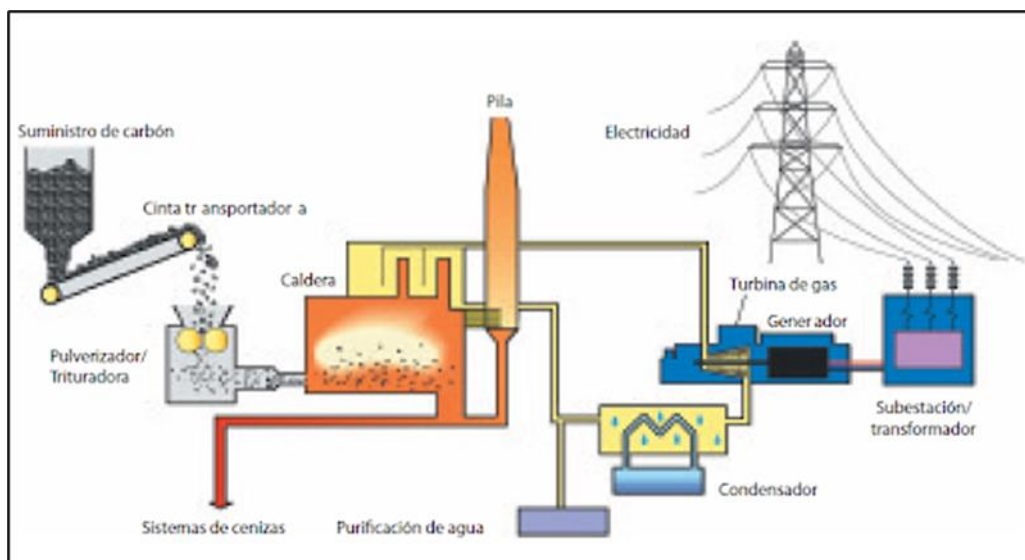


Figura N° 6. Proceso de obtención de ceniza volante

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 |
|---|----------|---------------|------------------|---------------|-------------------------|---------------|
| | N° | 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 |
| | 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 | - |

| 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 | |

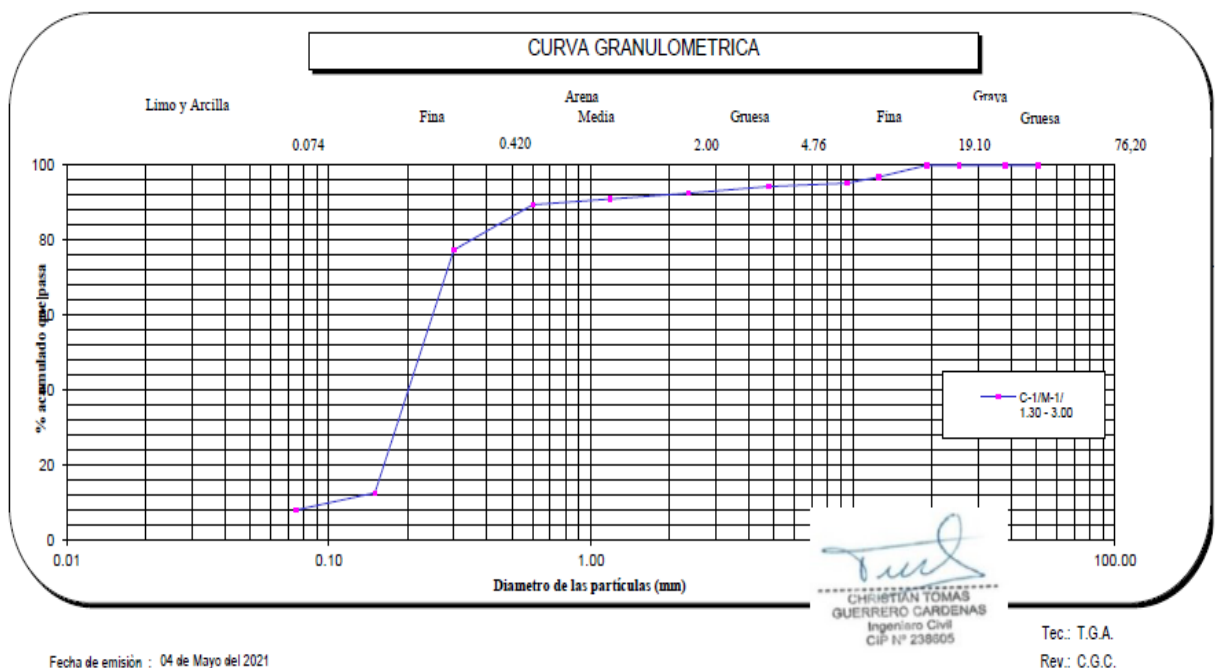


Figura N° 13. Análisis granulométrico de suelos por tamizado

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

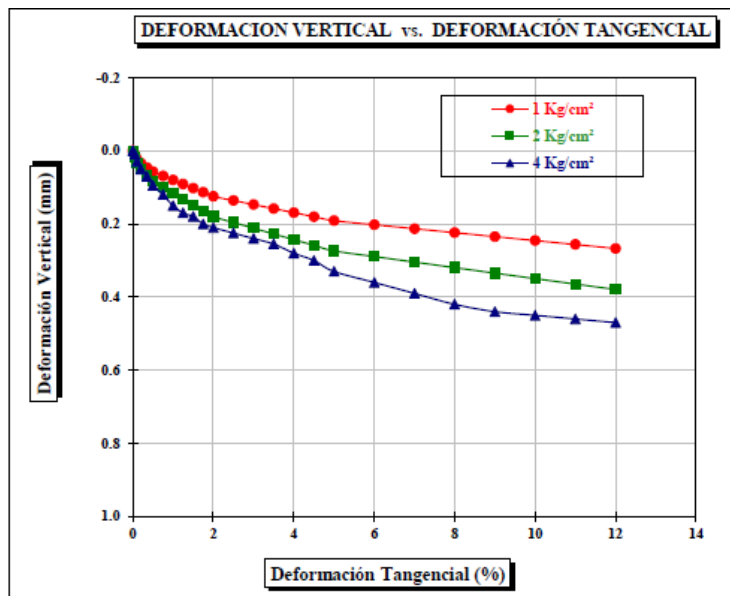
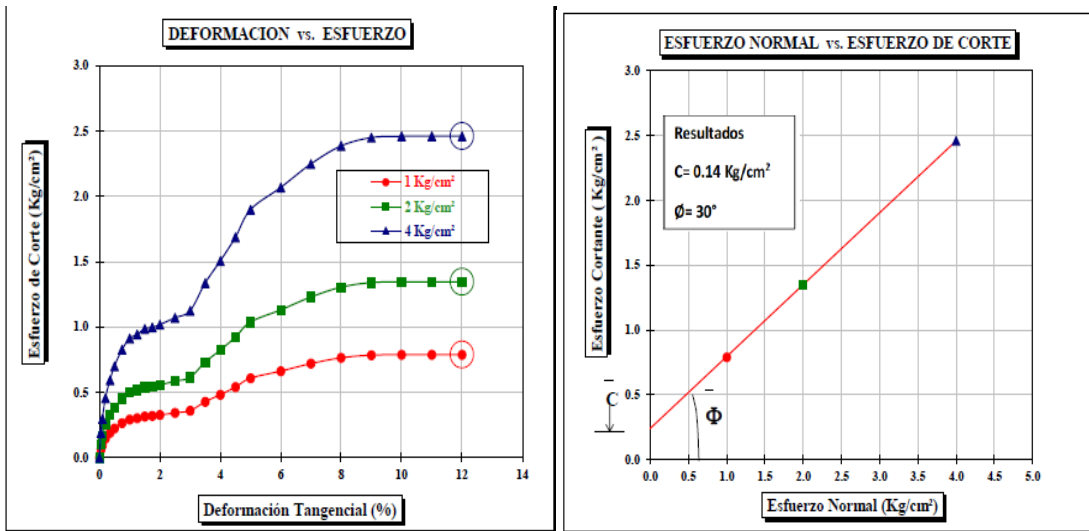


Figura N° 14. Gráfico de ensayo corte directo

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.

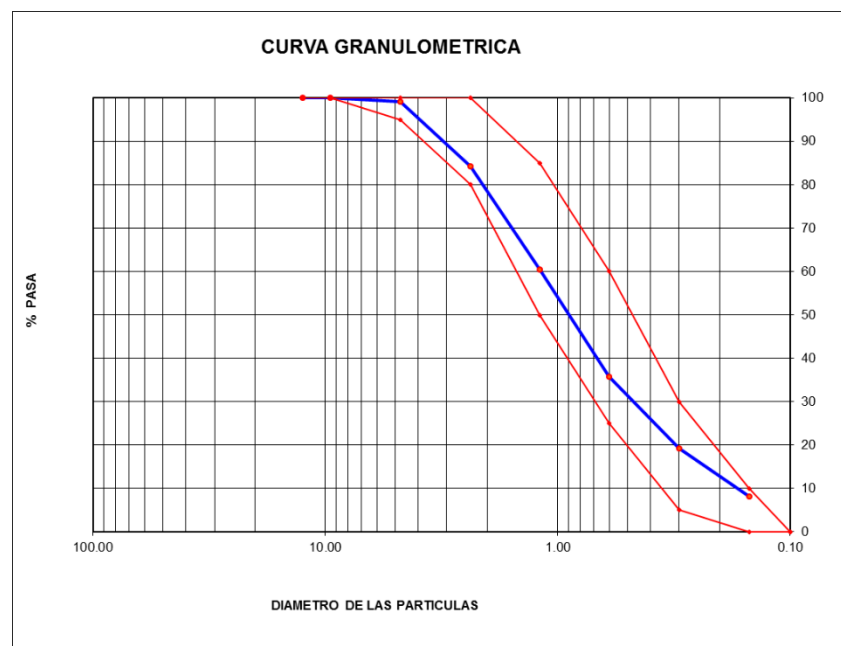


Figura N° 16. Curva Granulométrica de agregado fino

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. + 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/cm3 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 Horno (A = 4 - 5) | g/cm3 492.9 | 492.5 | 492.70 |
| 7 | Volumen del Balon (V = 500) | cm3 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.

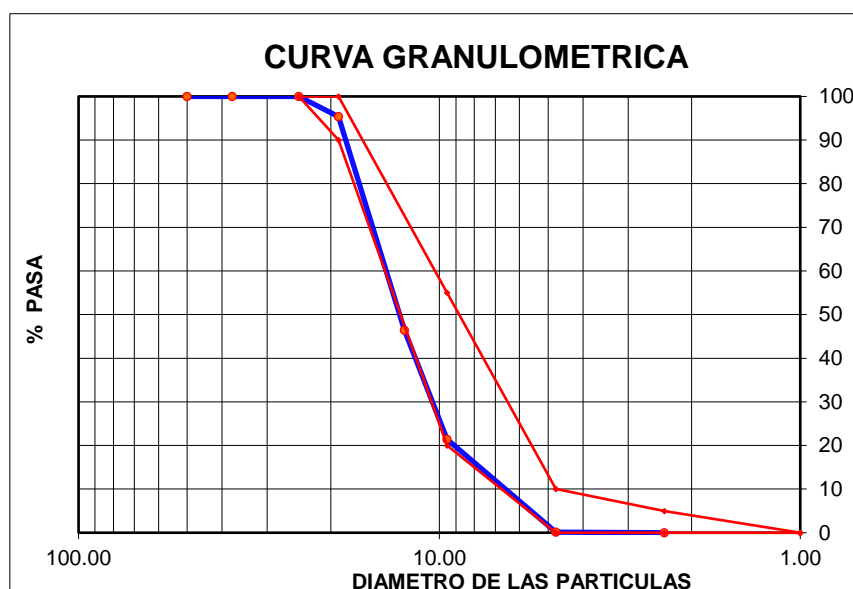


Figura N° 17. Curva granulométrica de agregado grueso

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.

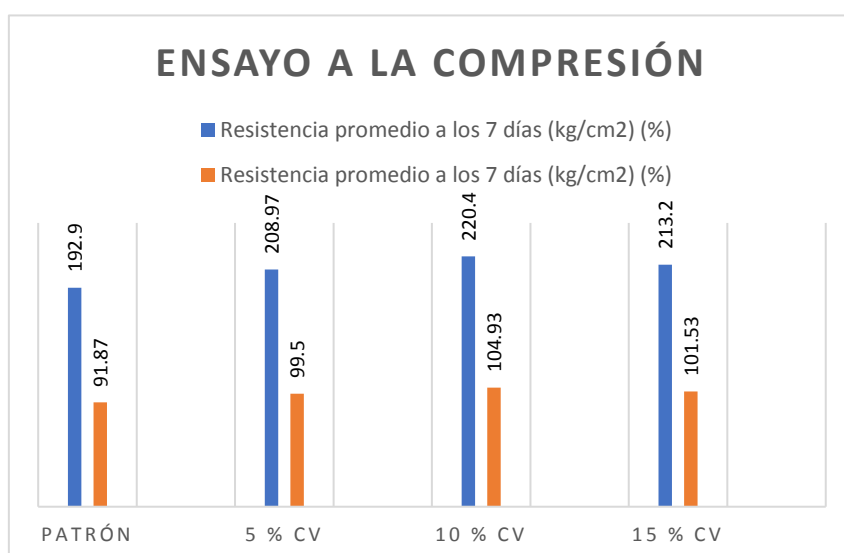


Figura N° 18. Diagrama de barras, resistencia del concreto a los 7 días.

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.

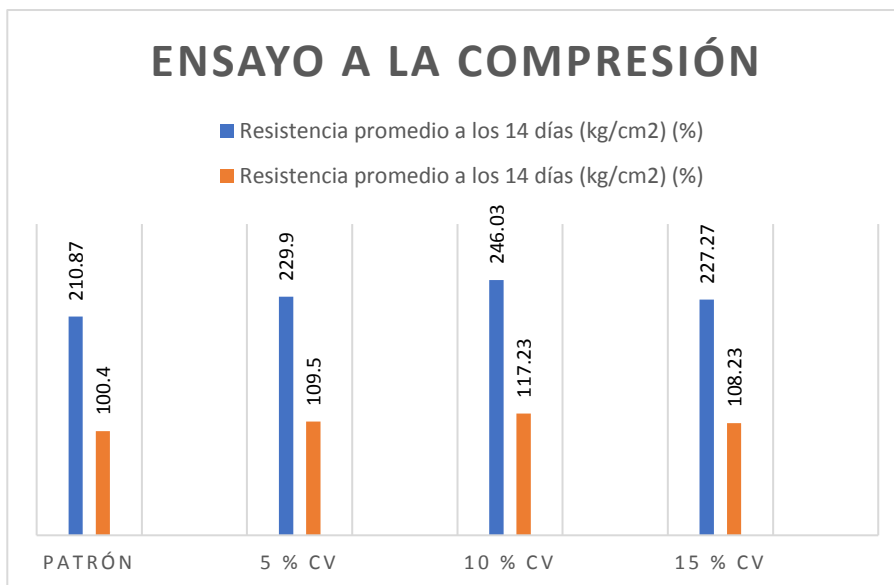


Figura N° 19. Diagrama de barras, resistencia del concreto a los 14 días

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.

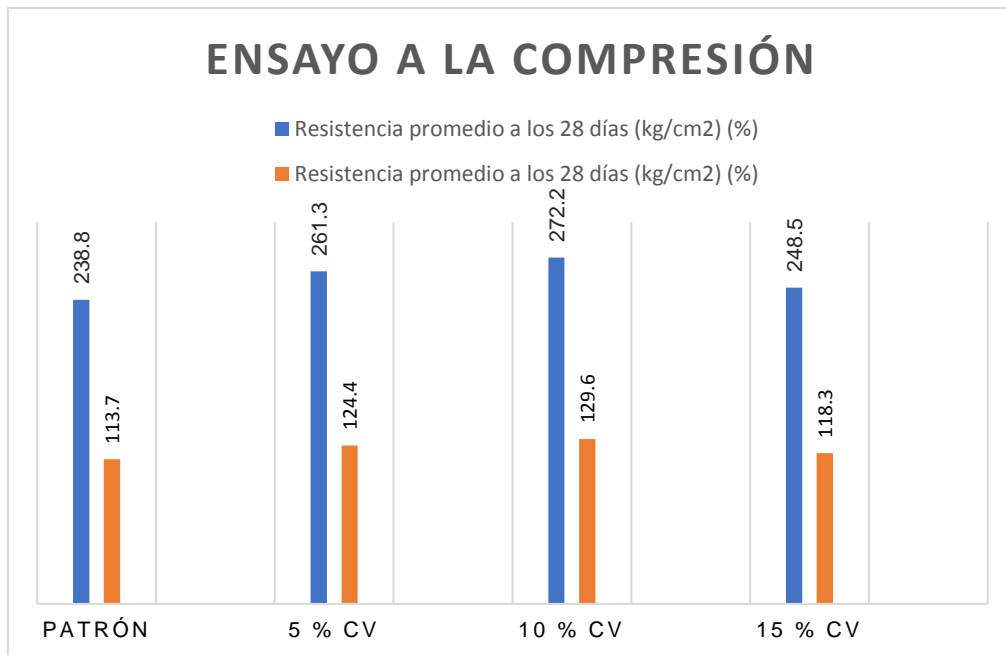


Figura N° 20. Diagrama de barras, resistencia del concreto a los 28 días

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.

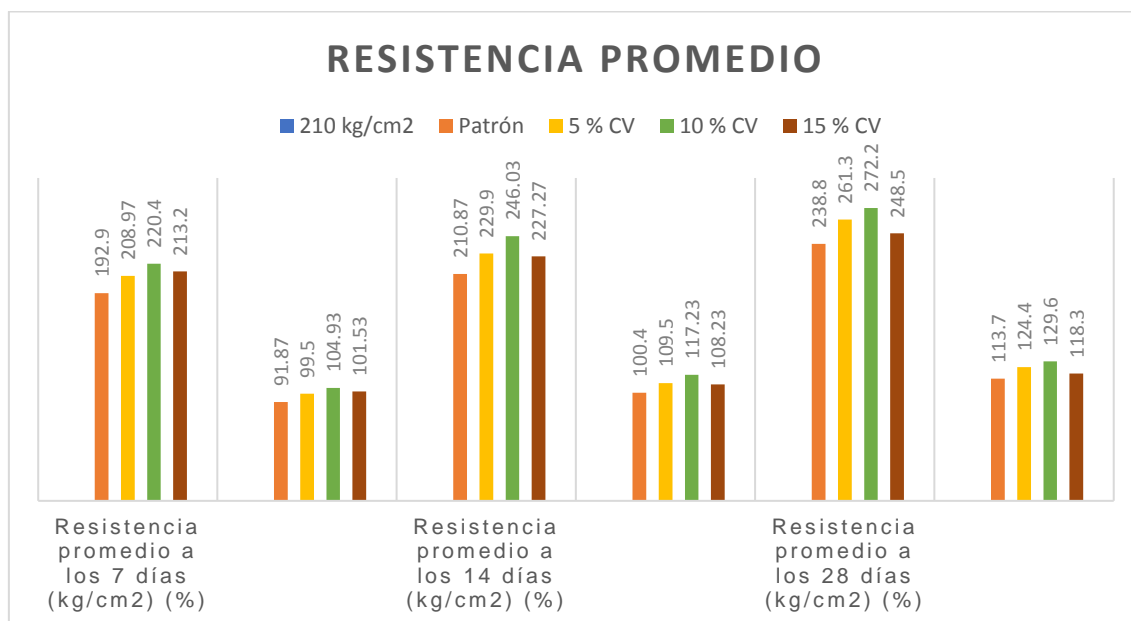


Figura N° 21. Diagrama de barras, resistencia promedio del concreto 7,14 y 28 días

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 m ³ |

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 m ³ |

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

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

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

$$B2_{viga} = \frac{H2}{2} = \frac{0.40m}{2} = 0.20m \approx 0.25m$$

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.

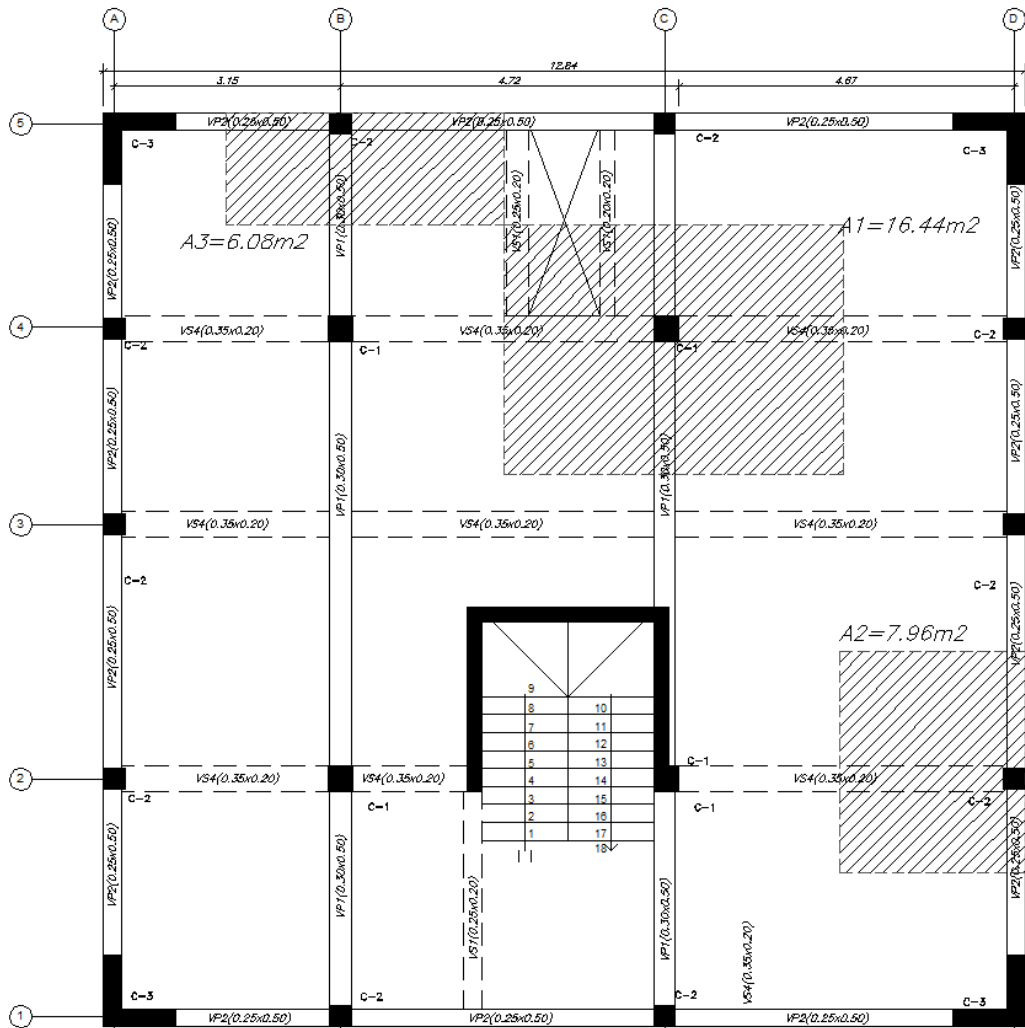


Figura N° 25. Áreas tributarias para pre dimensionamiento de las columnas y zapatas

Fuente. ETABS.

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

$A2 = 7.96 \text{ m}^2$... para col. excentrica

$A3 = 6.08 \text{ m}^2$... 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.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

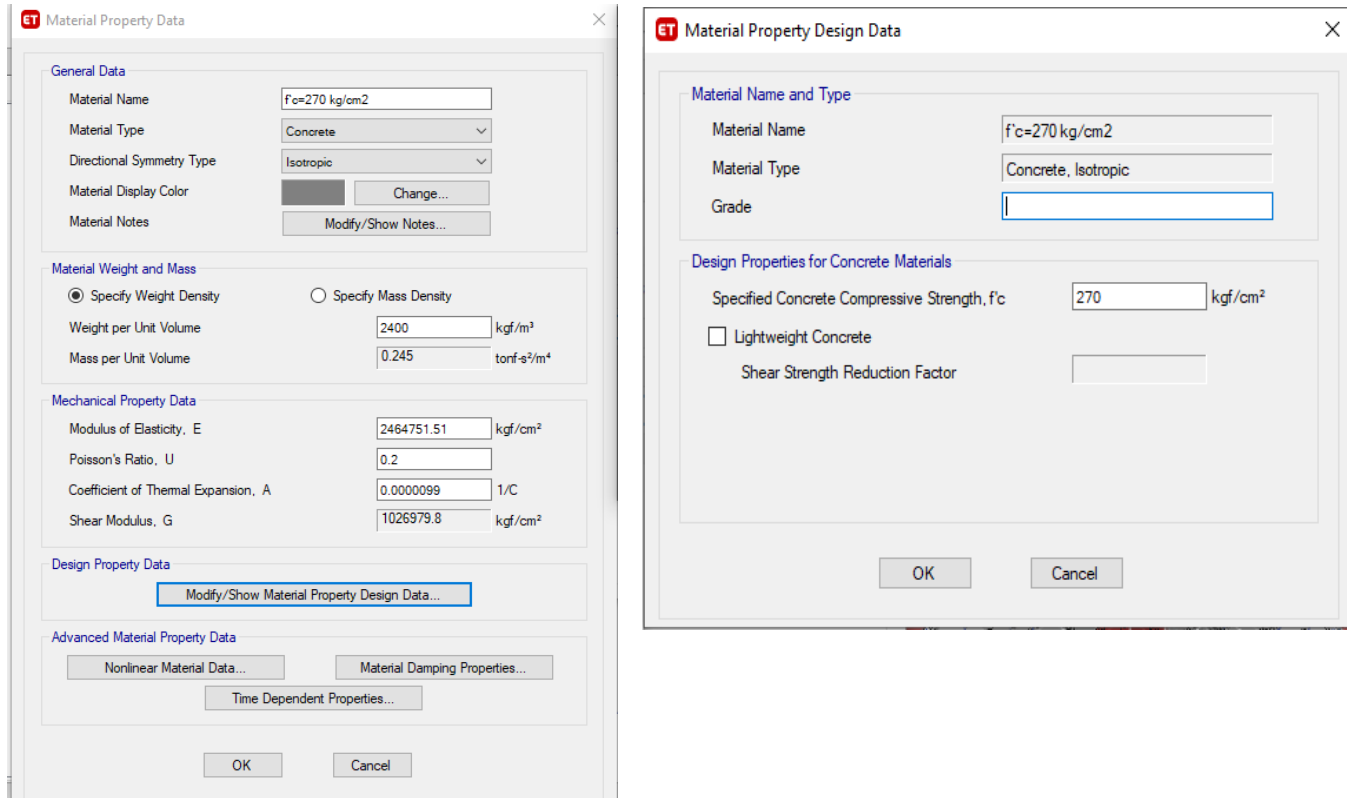
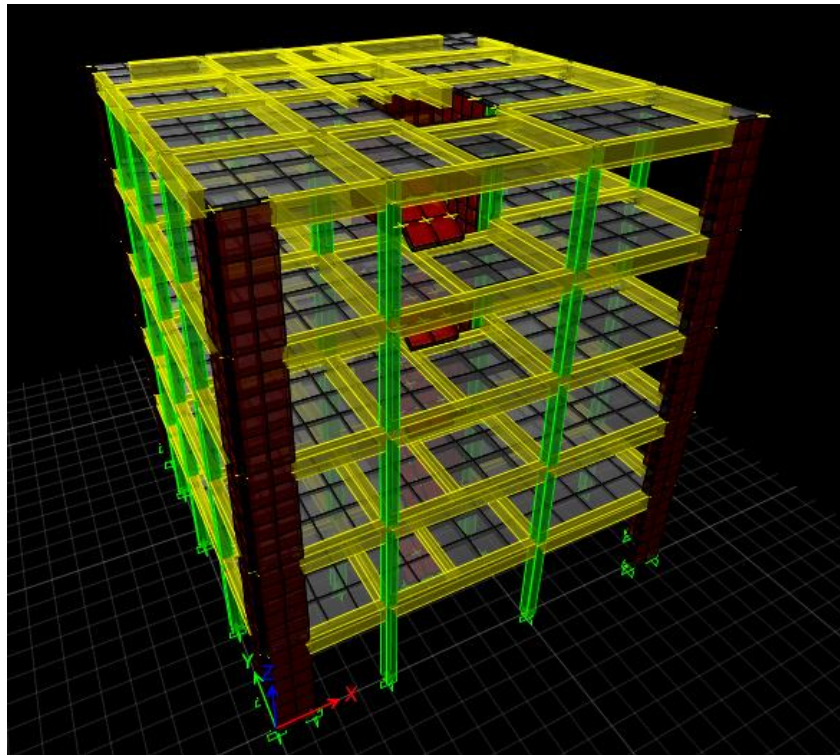


Figura N° 27. Concreto incorporando 10 % de ceniza volante = $F'c = 270 \text{ kgf/cm}^2$

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.

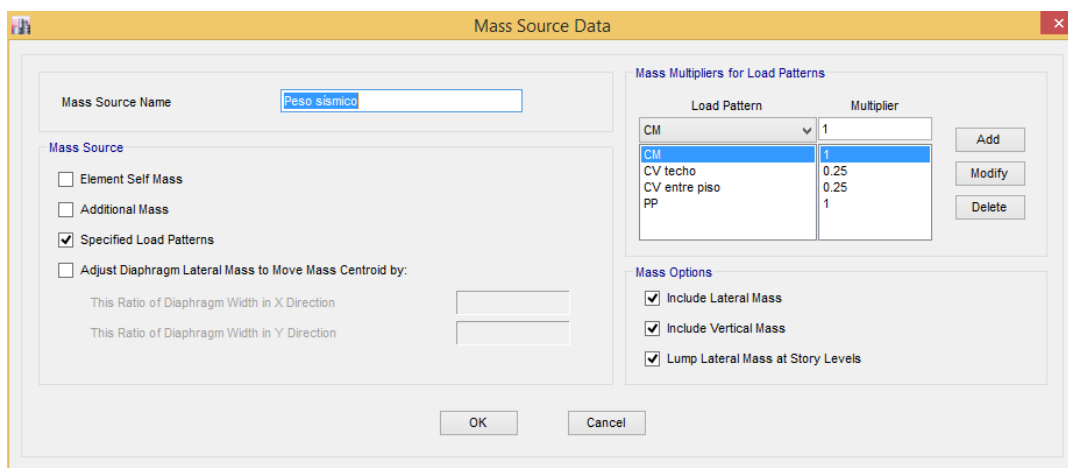


Figura N° 29. Configuración de porcentaje de carga para estimación de peso sísmico.

Fuente. ETABS.

Planta de estructura

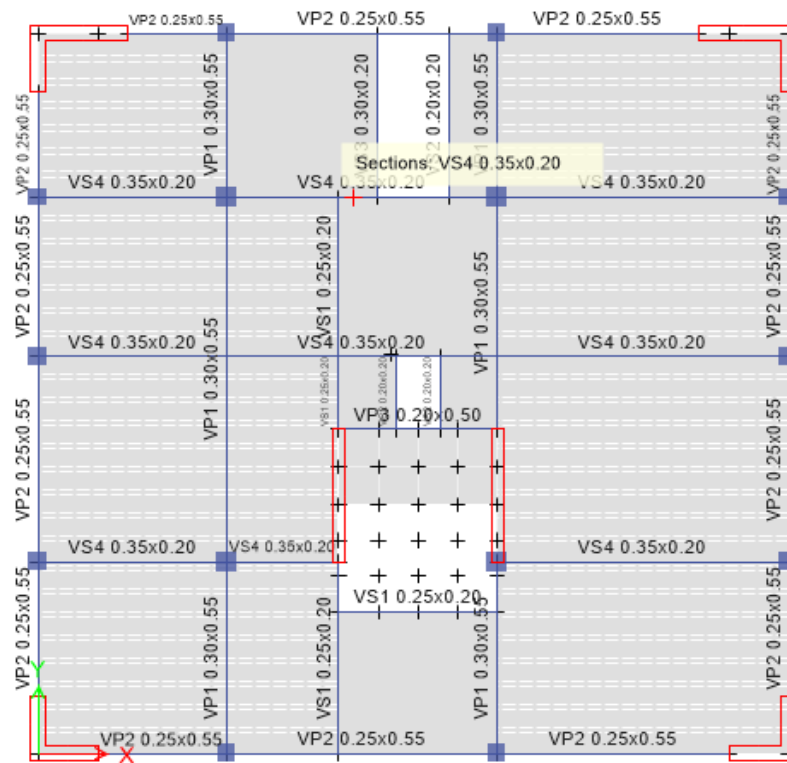


Figura N° 30. Vista en planta de la estructura

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

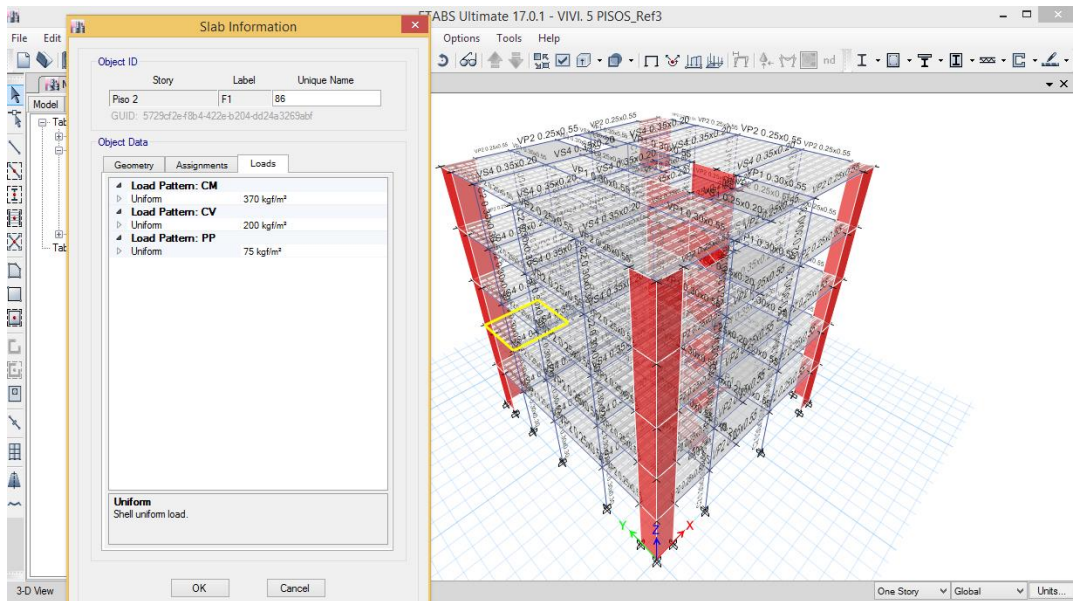


Figura N° 31. Cargas vivas y muertas consideradas en la estructura

Fuente. ETABS.

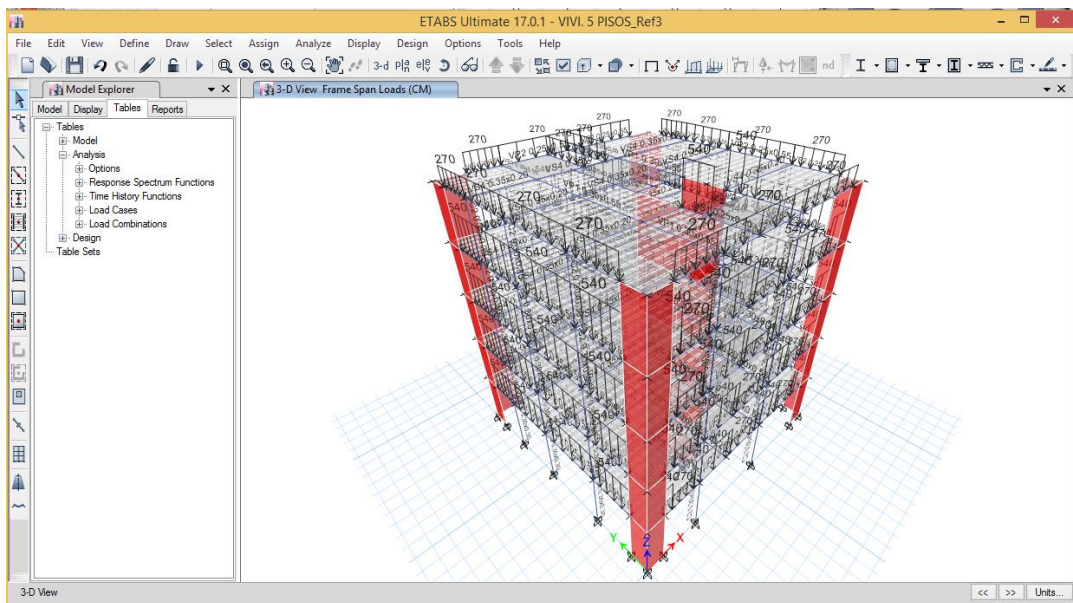


Figura N° 32. Cargas muertas en vigas por muro perimetral y por parapetos

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 muestran el espectro sísmico tanto en dirección X-X como en dirección Y-Y.

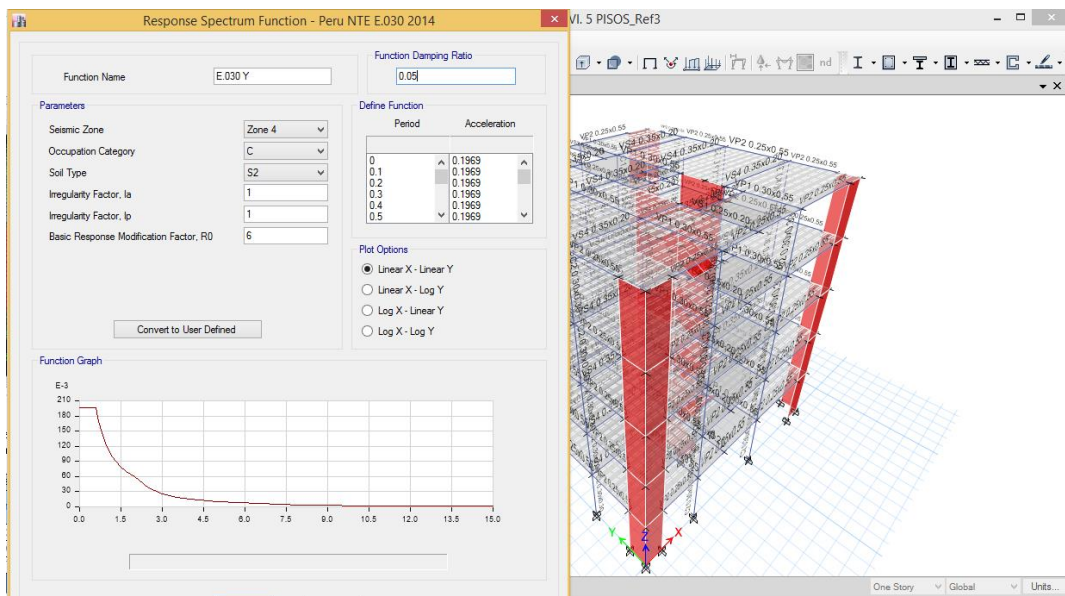
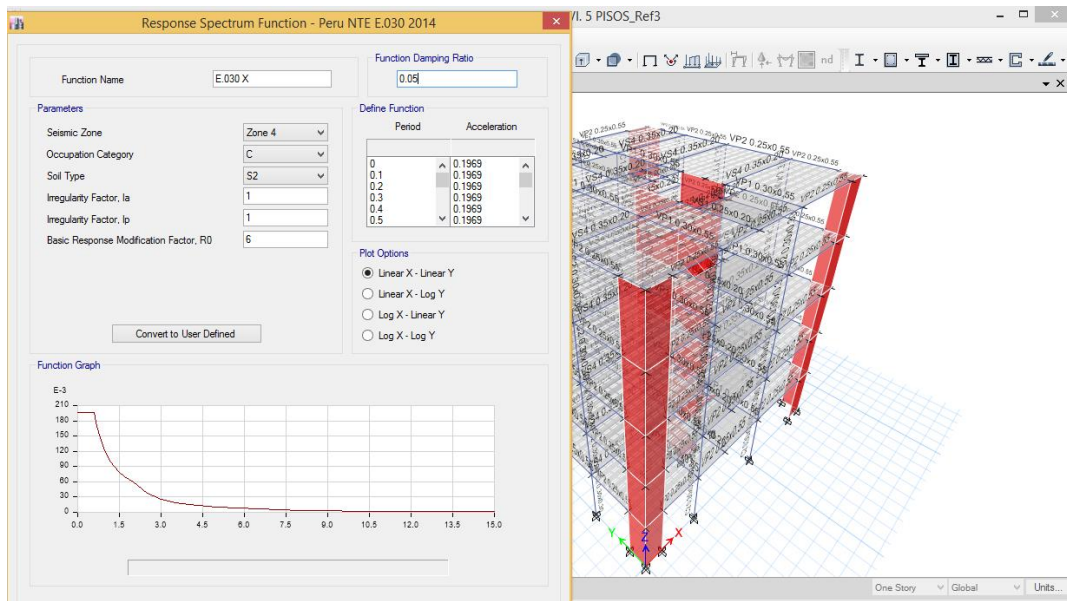


Figura N° 33. Espectro sísmico para análisis en dirección X-X y en Y-Y

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 sísmo 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

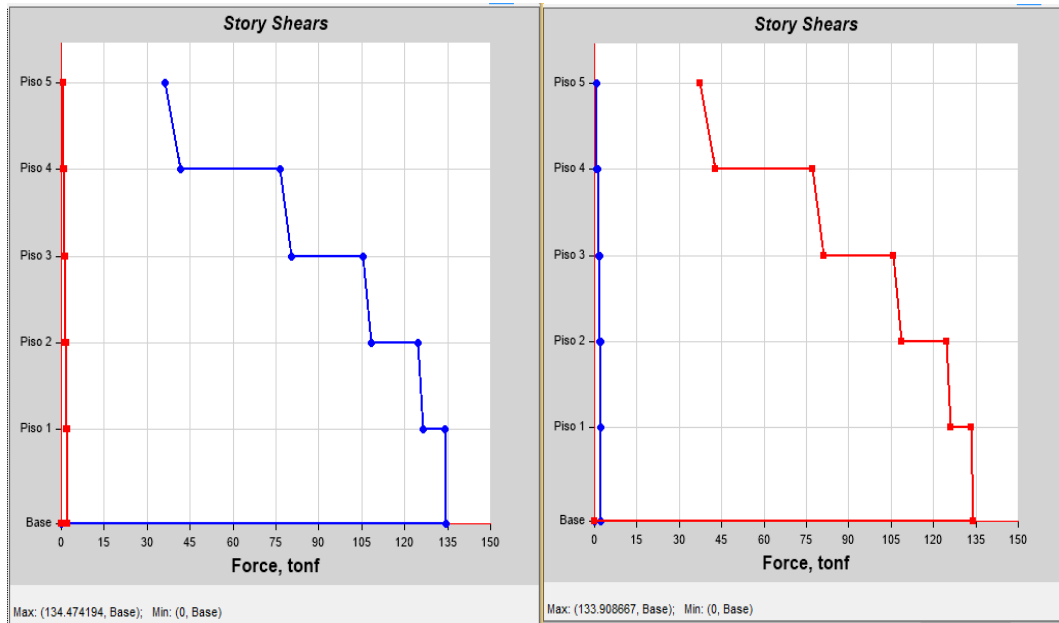


Figura N° 39. Cortante basal dinámica en dirección X-X e Y-Y

Fuente. ETABS.

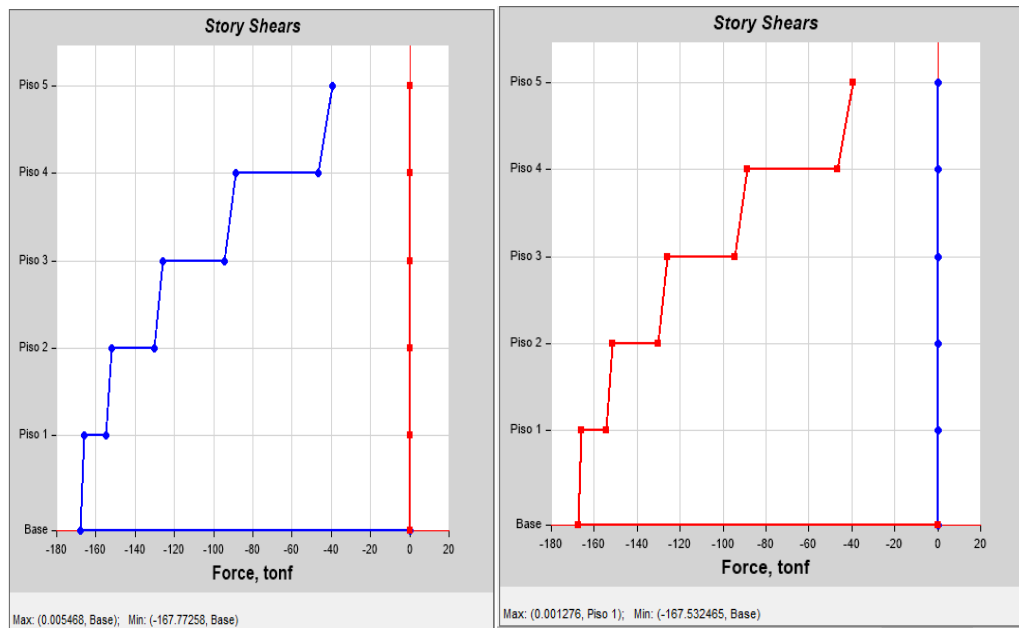


Figura N° 40. Cortante basal estática en dirección X-X e Y-Y

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.

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

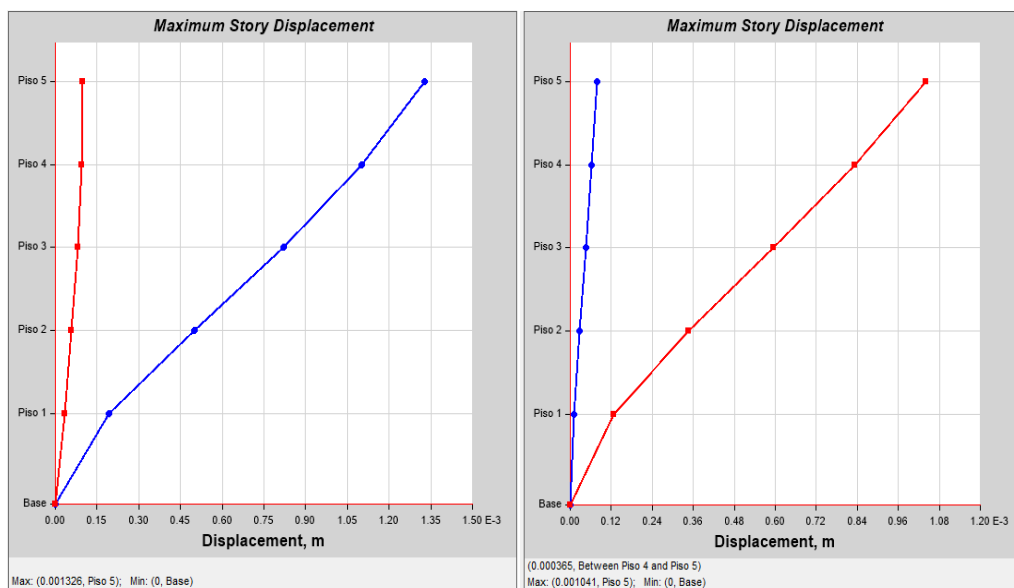


Figura N° 43. Desplazamiento de la estructura en dirección X-X e Y-Y.

Fuente. ETABS.

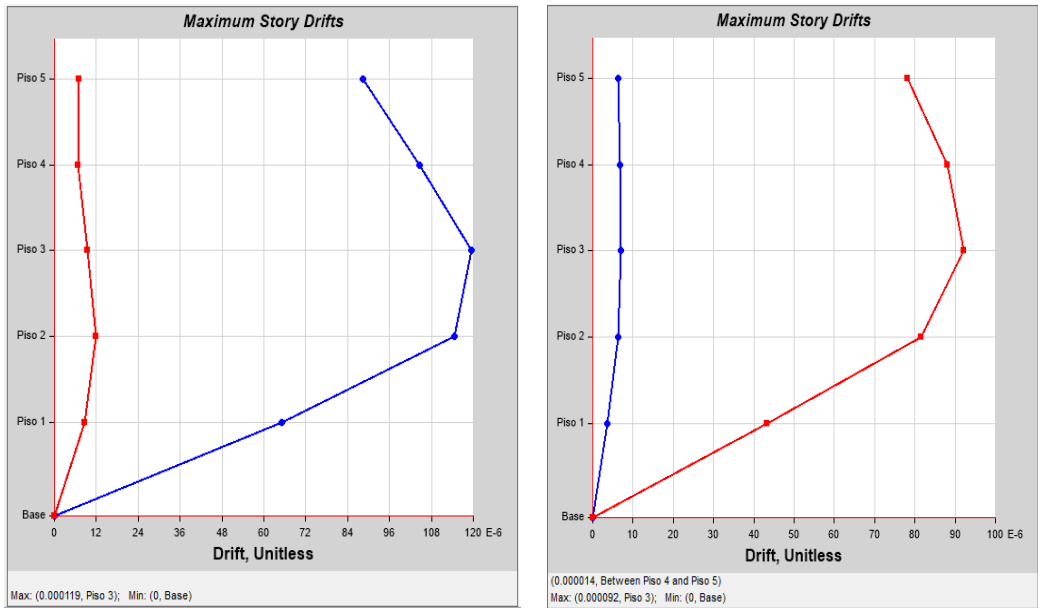


Figura N° 44. Derivas de la estructura en dirección X-X e Y-Y.

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

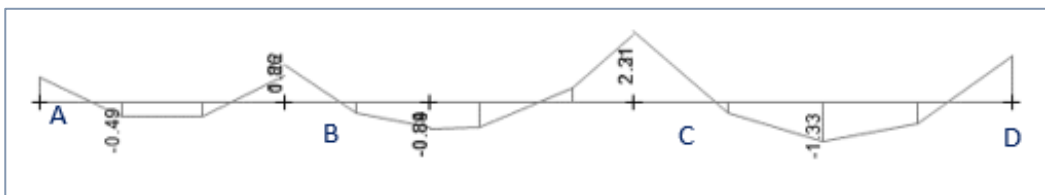


Figura N° 45. Diseño de losa aligerada

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 $b=40\text{cm}$)

$$14/f_y * b * d$$

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

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

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

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

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

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

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

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

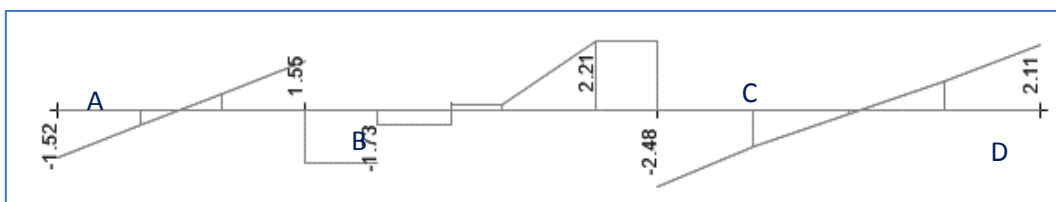


Figura N° 46. Verificación por corte de losa aligerada

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

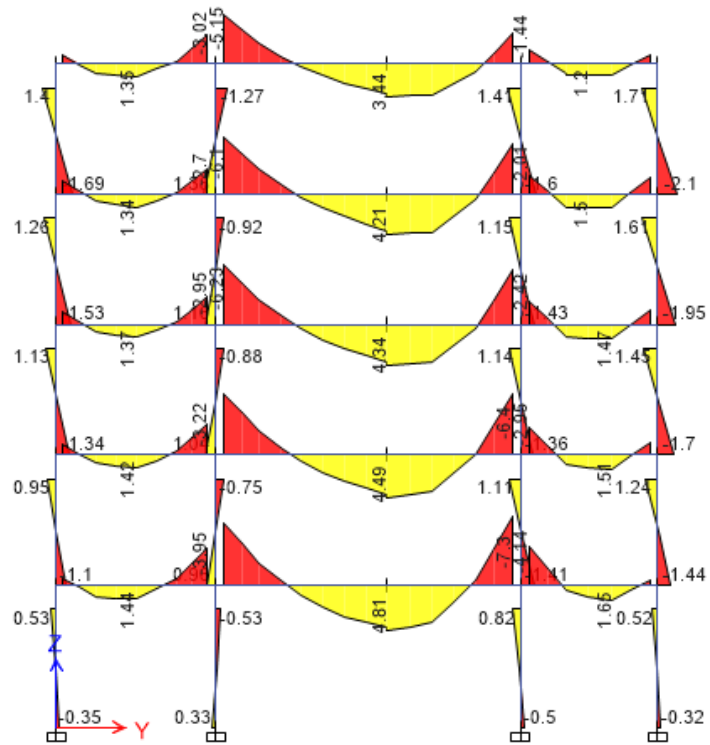


Figura N° 47. Momentos en vigas VP1 0.30x0.55m – Eje B-B

Fuente. Elaboración propia.

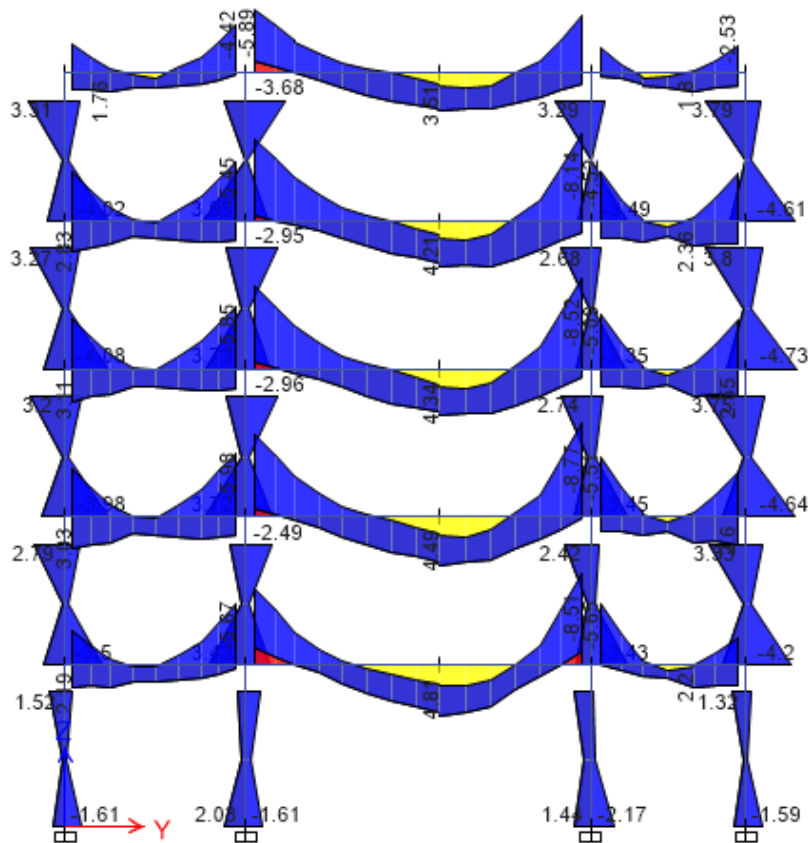


Figura N° 48. Momentos en vigas VP1 0.30x0.50m– Eje B-B (Combinación E)

Fuente. Elaboración propia.

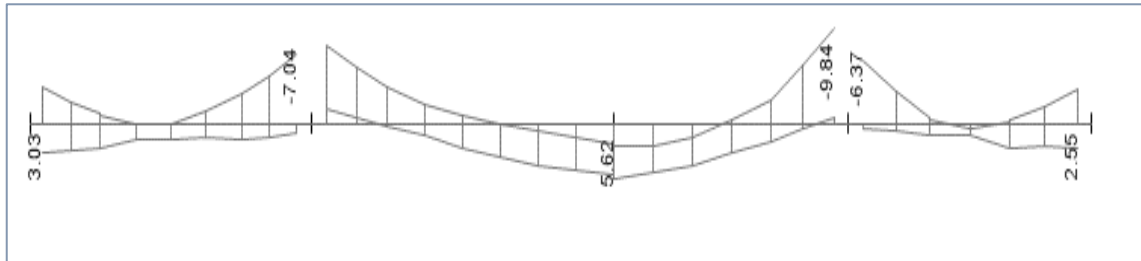


Figura N° 49. Diagrama de momento flector en viga VP1 0.30X0.55

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

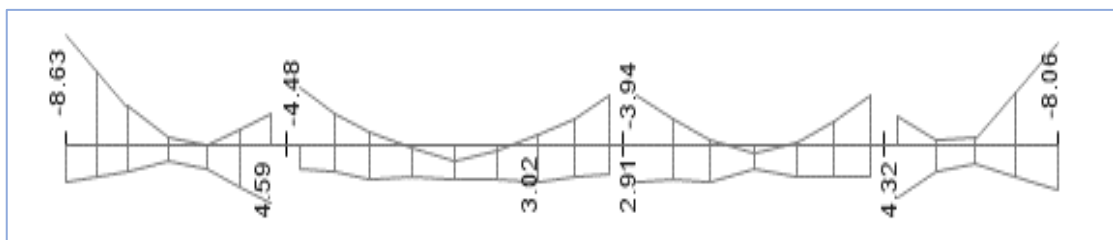


Figura N° 50. Diagrama de momento flector de viga VP2 0.25x0.55

Fuente. Elaboración propia.

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

| REFUERZO POR FLEXIÓN DE VIGA VP1 0.25X0.55 | | | | | | | | |
|--|-------------|-----------------|-------------|---------------|------------|----------------|------------|-----------------|
| PUNTO | APOY O 1(-) | CENTR O 1-2 (+) | APOY O 2(-) | CENTRO 2-3(+) | APOYO 3(-) | CENTRO 3-4 (+) | APOYO 4(-) | CENTR O 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" | 2Ø1/2" | 2Ø1/2" | 2Ø1/2" | 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

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

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

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

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

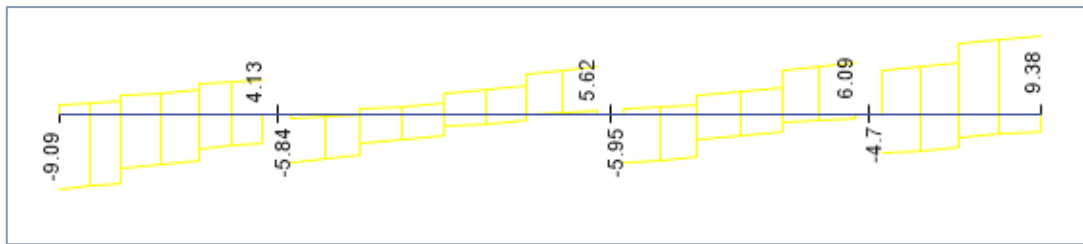


Figura N° 53. Diagrama de fuerza cortante en vigas VP2 0.25X0.55

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 comprensión de columnas.

C-1 0.35x0.35

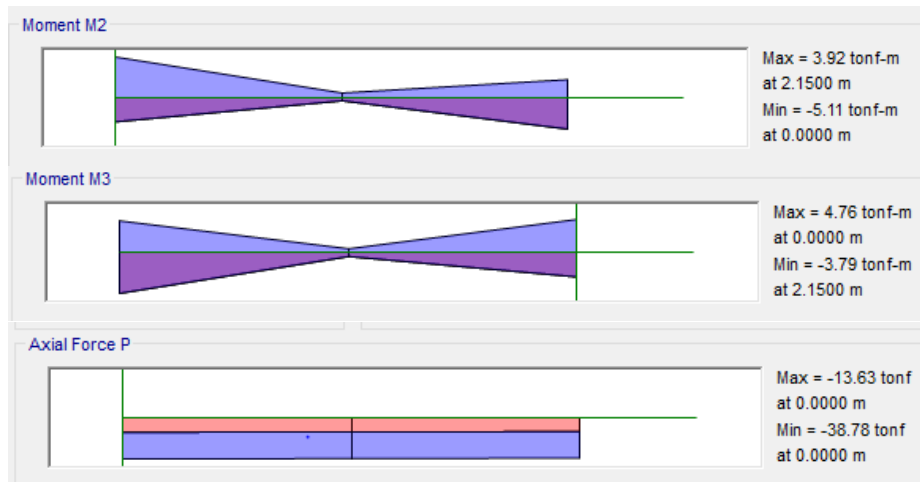


Figura N° 55. Momento y fuerza axial en columnas C-1

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.

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

$ecu = 0.003$

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

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

$h = 0.35 \text{ m}$

$b = 0.35 \text{ m}$

$f_{st} = 3/8"$

$rec = 4.00 \text{ cm}$

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

Cuantía = 1.55%

Figura N° 56. Capas de acero para C1

Fuente. Elaboración propia.

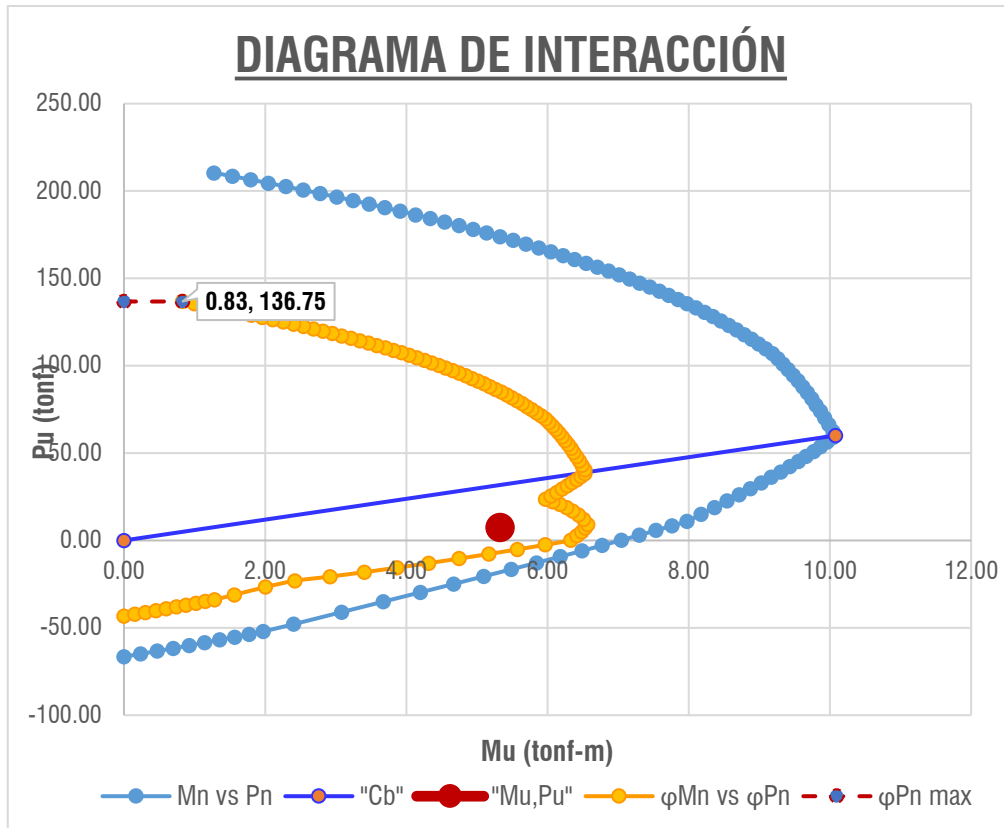
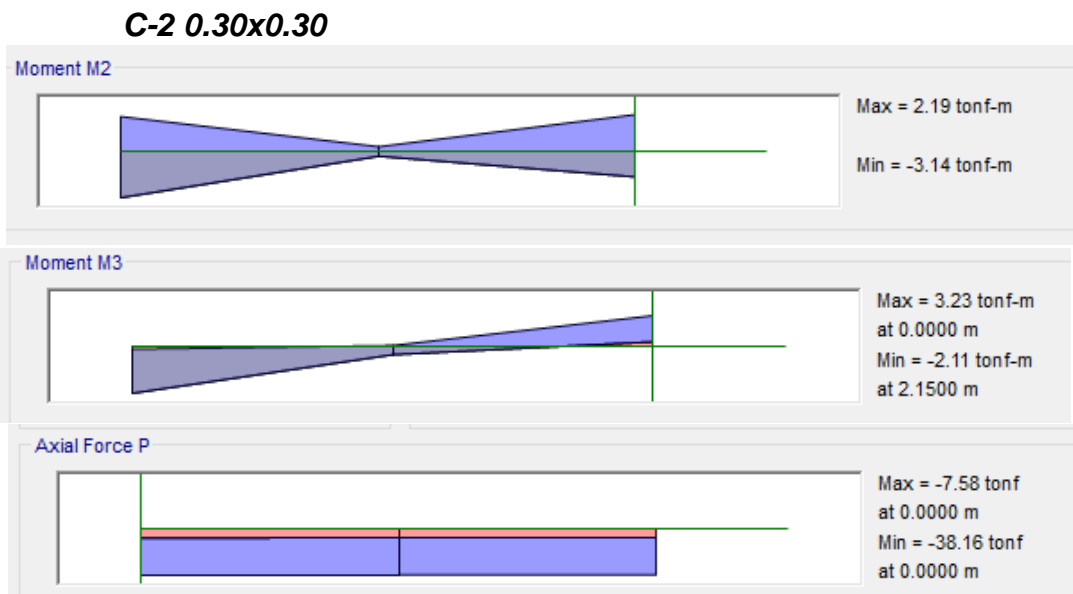


Figura N° 57. Diagrama de interacción en C1

Fuente. Elaboración propia.

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



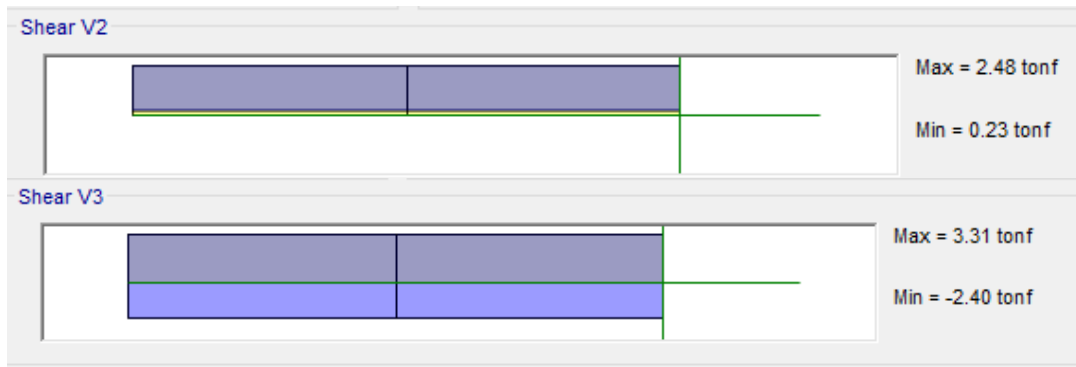


Figura N° 58. Momento, fuerza axial y cortante en C2

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.

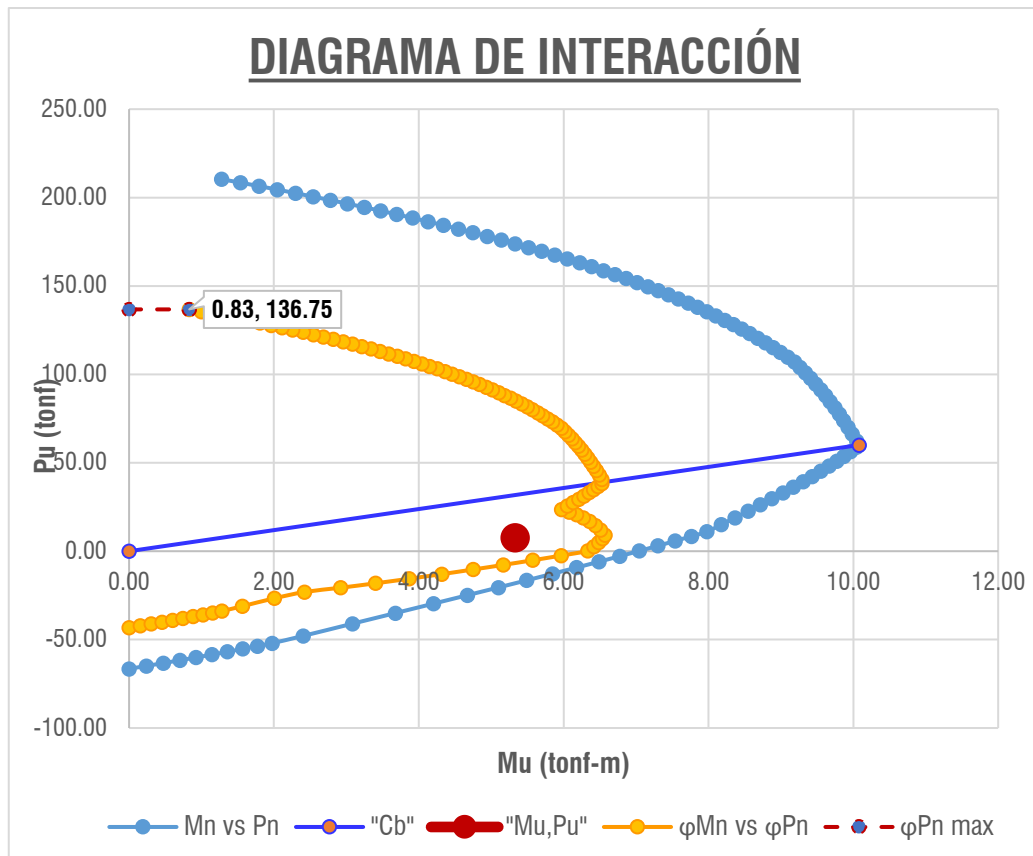


Figura N° 60. Diagrama de interacción en C2

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.

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

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

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

$\emptyset 3/8" 1 @ 0.05, 7 @ 0.10, Rsto @ 0.25$ → para C-1

$\emptyset 3/8" 1 @ 0.05, 7 @ 0.10, Rsto @ 0.25$ → 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.

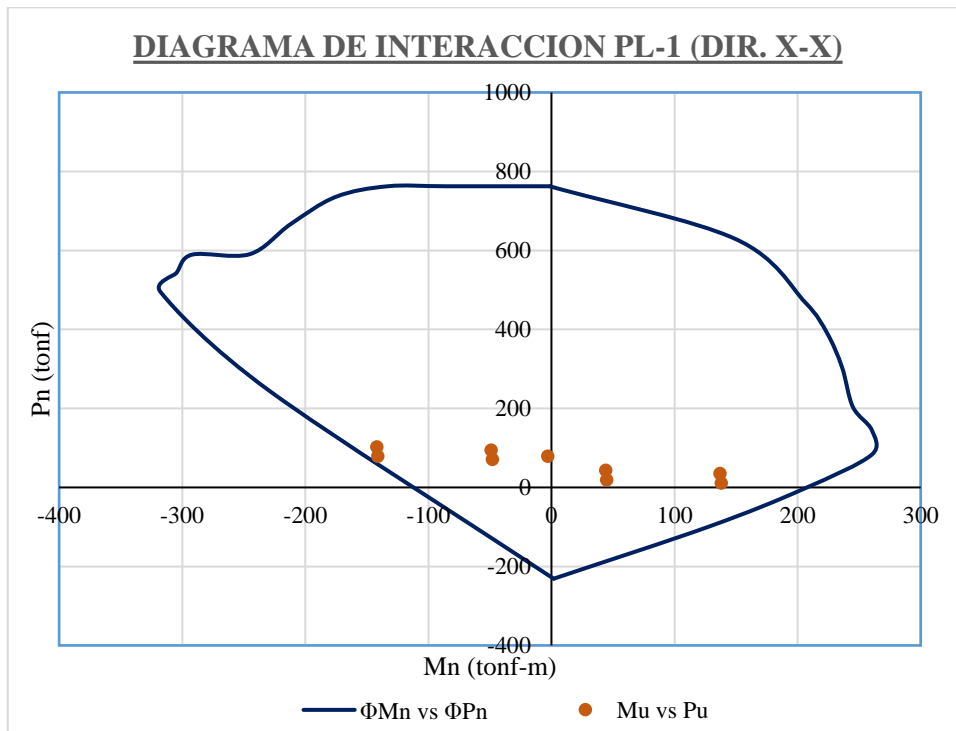


Figura N° 61. Diagrama de interacción de la Placa PL-1 en X-X

Fuente. Elaboración propia.

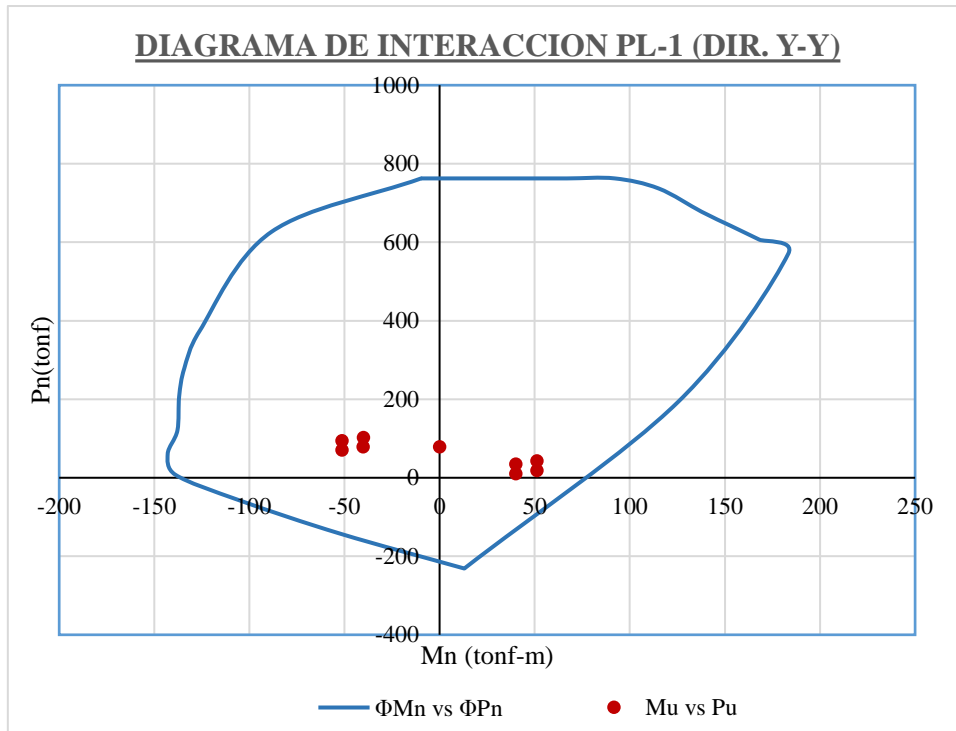


Figura N° 62. Diagrama de interacción de la Placa PL-1 en Y-Y

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.

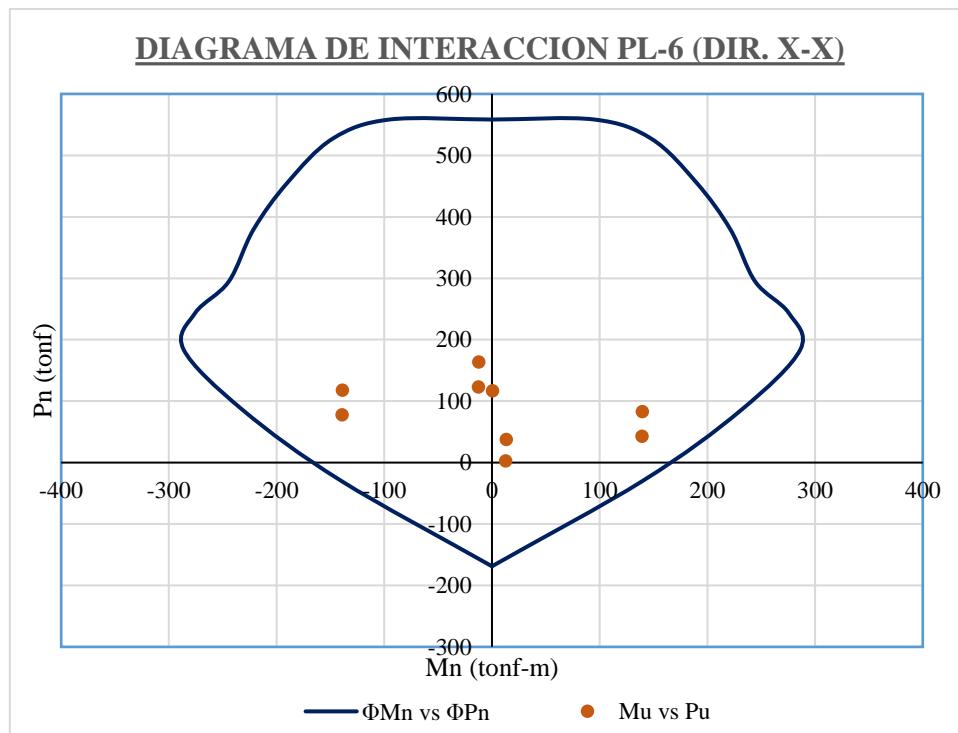


Figura N° 64. Diagrama de interacción de la Placa PL-6 en X-X

Fuente. Elaboración propia.

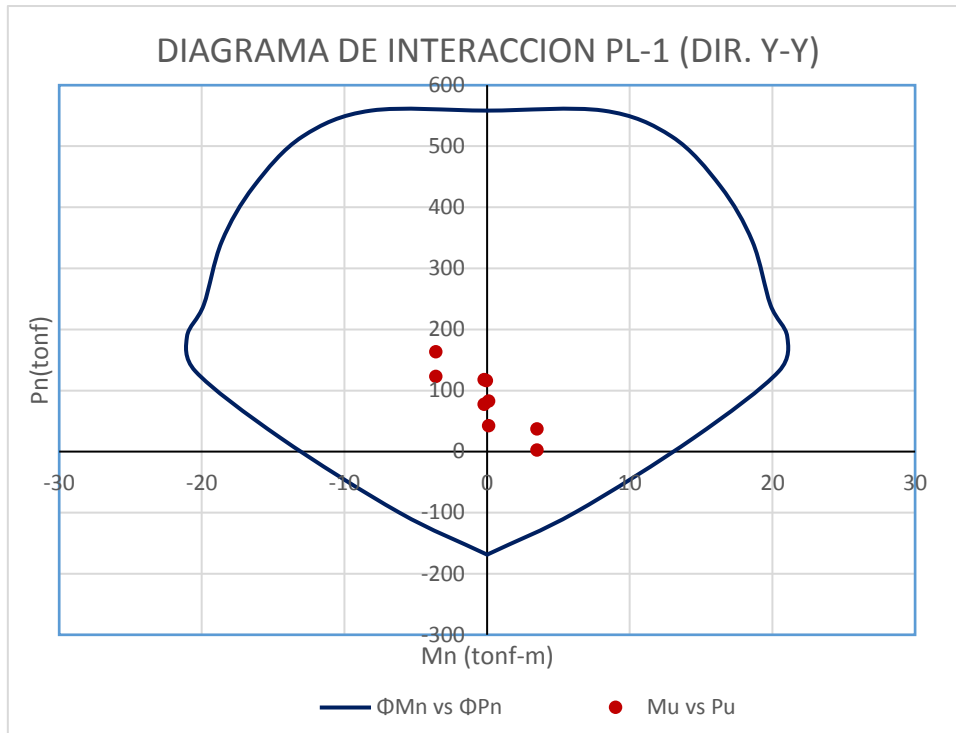


Figura N° 65. Diagrama de interacción de la Placa PL-6 en Y-Y

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

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

$$S1_{\text{max}} = 0.450 \text{ m}$$

$$S2_{\text{max}} = 0.60 \text{ m}$$

$$S3_{\text{max}} = 0.45 \text{ m}$$

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 | | |
| f'c = | 270 | kg/cm ² | transv. = | 3/8" | |

Diseño de la escalera

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

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

| | | | |
|---------|----------------------------|----------|----------------------|
| As (+)= | $\rho * b * d \rightarrow$ | As (+) = | 3.75 cm ² |
|---------|----------------------------|----------|----------------------|

| | | | |
|---------|------------------------------|---------|----------------------|
| As mín= | $0.0018 * b * d \rightarrow$ | As mín= | 2.60 cm ² |
|---------|------------------------------|---------|----------------------|

Usar para momento positivo

| | |
|---------|----------------------|
| As (+)= | 3.75 cm ² |
| | 6 Ø 3/8" @ 0.23 m |

Usar para momento negativo

| | | |
|---------|----------------------|---------------------|
| Asneg = | 1.88 cm ² | $= \frac{As(+)}{2}$ |
|---------|----------------------|---------------------|

Se toma el mayor de Asneg y As mín.

| | |
|---------|----------------------|
| As (-)= | 2.60 cm ² |
|---------|----------------------|

| | | |
|-------------------|--|----------|
| 4 Ø 3/8" @ 0.38 m | $\left\{ \begin{array}{l} \text{Smáx} = 3t = \\ \text{Smáx} = 45\text{cm} \end{array} \right.$ | 45.00 cm |
| | | |

Refuerzo transversal por temperatura

| | |
|------------------------------------|------------------------------|
| $As1 = 0.0018 * b * t \rightarrow$ | As1= 2.70 cm ² /m |
|------------------------------------|------------------------------|

| | | |
|-----------------|---------------------|--|
| Ø 3/8" @ 0.26 m | Ref. en 1 sola cara | $\left. \begin{array}{l} \text{Smáx} = 5t = 75 \text{ cm} \\ \text{Smáx} = 45\text{cm} \end{array} \right\}$ |
| Ø 3/8" @ 0.53 m | Ref. en 2 caras | |

Verificación por cortante

| | | |
|--|------|-----------|
| $Vud = Wu1 * \frac{L1}{2} - Wu1 * d \rightarrow$ | Vud= | 1.50 Tn.f |
|--|------|-----------|

| |
|--|
| $Vud * \text{Cos}(\theta) = 1.23 \text{ Tn.f}$ |
|--|

| | | |
|--|------|-----------|
| $Vn = \frac{Vud * \text{Cos}(\theta)}{\phi} \rightarrow$ | Vn = | 1.44 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 Strenght 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 wuth 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. Propierties of Czech deposited high temperatura 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=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1lZHMt bGl2Z Q%3d%3d#AN=138840173&db=eih>.

PRADIP, Nath y PRADIP, Sarker (2016). Effect of Fly Ash on the Duribility Propierts of High Strenght 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

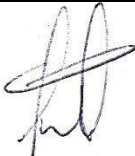
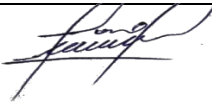
Declaratoria de Originalidad de los autores

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


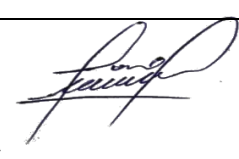
Nosotros, Cebrian Aldunate Luis Enrique identificado con DNI N°75174103 y Vera Pujaco Elvis Favio identificado con DNI N°73515955, respectivamente, egresados de la Facultad de Ingeniería y arquitectura; y Escuela Profesional Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Sede Lima Este, autorizamos (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 $\pm(2mm+2ppm \times D)m.s.e.$

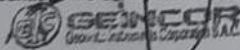
PATRON UTILIZADO:

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 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.



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

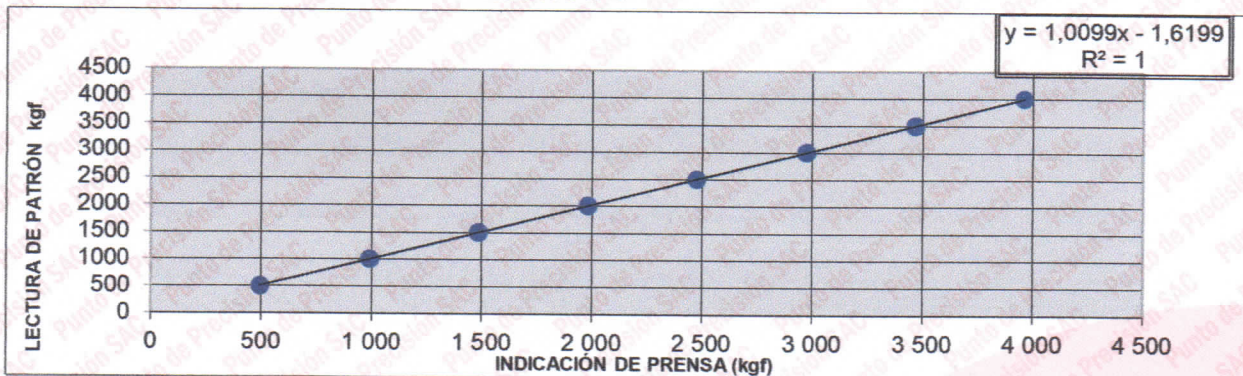
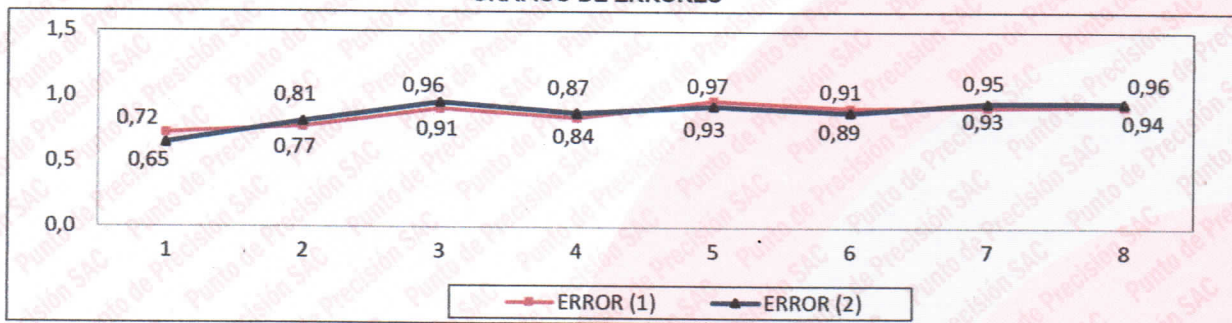


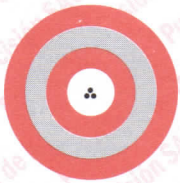
GRÁFICO DE ERRORES



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.

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.

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

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 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

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

$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = Error(2) - Error(1)$$
- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %
- Coefficiente 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

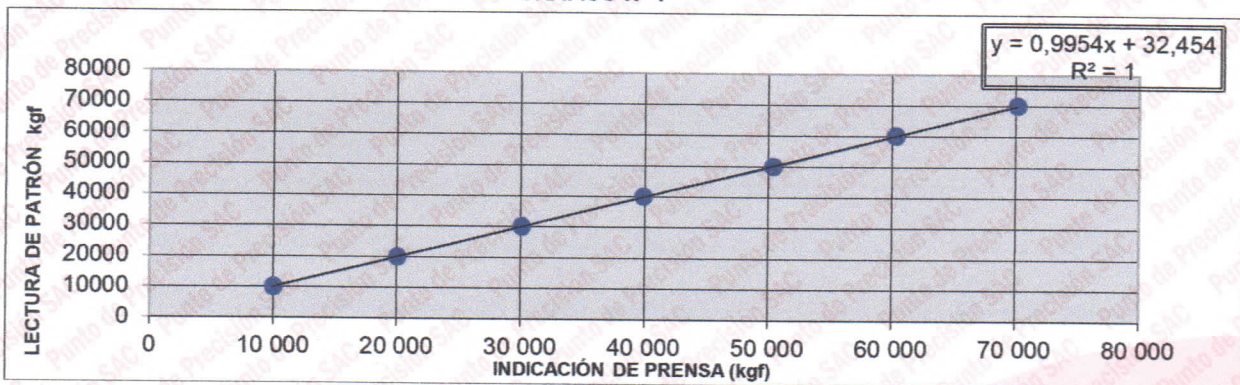
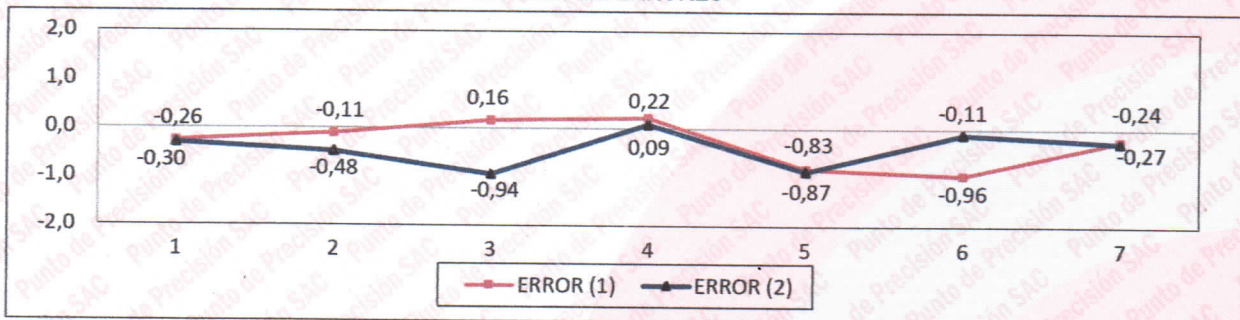


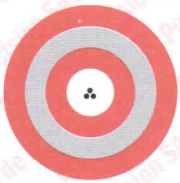
GRÁFICO DE ERRORES



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 |

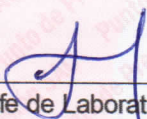
7. Resultados de la Medición

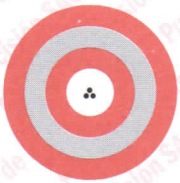
Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

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:

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

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

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

Ecuación de ajuste : $y = 0,9929x - 0,0499$

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

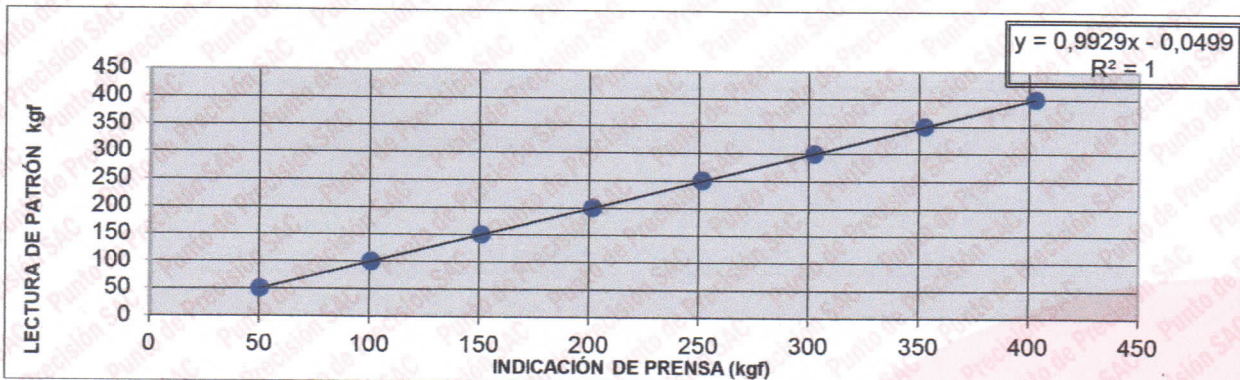
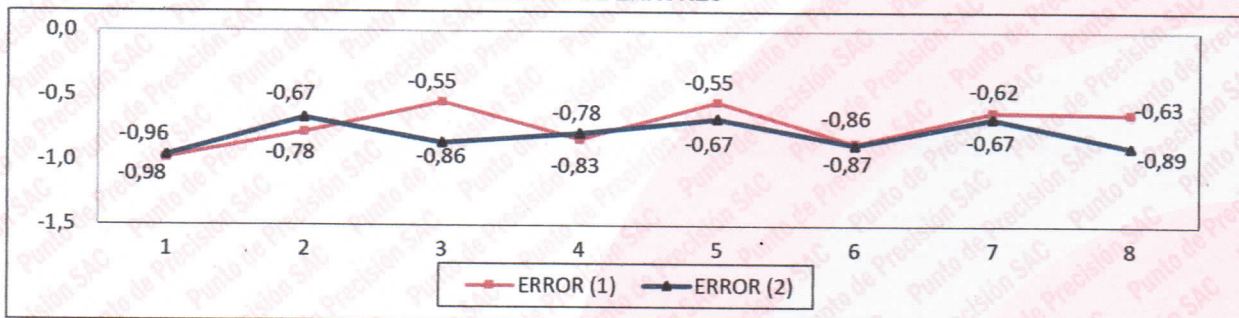


GRÁFICO DE ERRORES

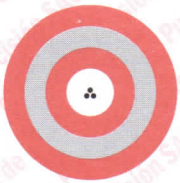


Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

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 SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 416 - 2020

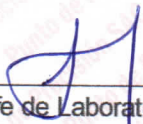
Página : 3 de 3

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 |

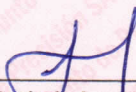
6. Condiciones Ambientales

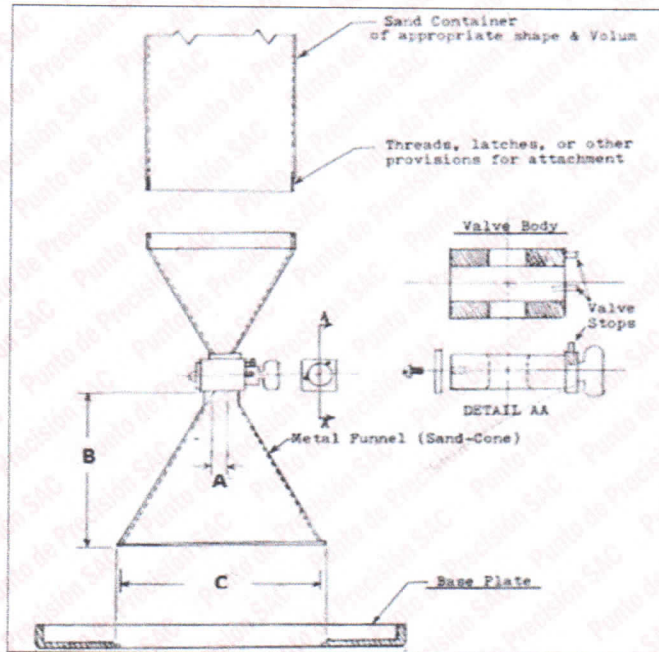
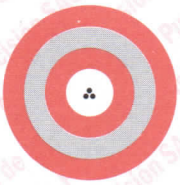
| | INICIAL | FINAL |
|----------------|---------|-------|
| Temperatura °C | 23,2 | 23,4 |
| Humedad % | 59 | 59 |

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



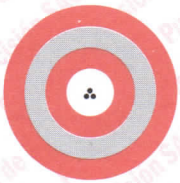
RESULTADOS

| 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



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 |

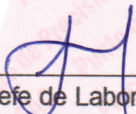
6. Condiciones Ambientales

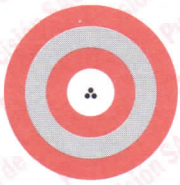
| | INICIAL | FINAL |
|----------------|---------|-------|
| Temperatura °C | 23,7 | 23,8 |
| Humedad % | 59 | 61 |

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

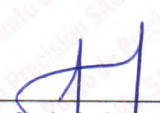
Página : 2 de 2

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

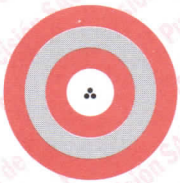



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

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 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 - 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 |

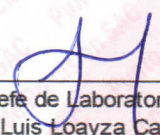
6. Condiciones Ambientales

| | 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 SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

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 |

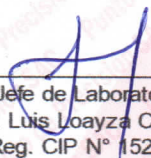
6. Condiciones Ambientales

| | 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 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 - 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

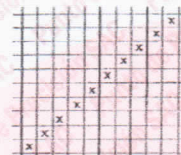
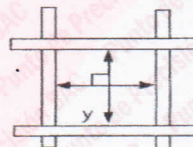
| | INICIAL | FINAL |
|----------------|---------|-------|
| Temperatura °C | 21,5 | 21,4 |
| Humedad % | 59 | 60 |

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

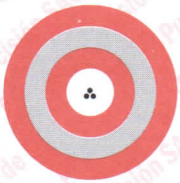


Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

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

Díametro 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

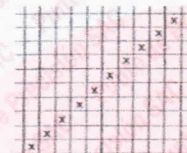
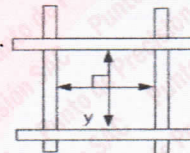
| | INICIAL | FINAL |
|----------------|---------|-------|
| Temperatura °C | 21,5 | 21,4 |
| Humedad % | 59 | 60 |

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 |

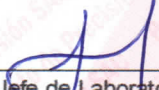
6. Condiciones Ambientales

| | 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 |
|----------|-------------|---------------|---------------|------------|----------------------|------------|
| | | | | | | |
| 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 | - | |

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA (%)

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

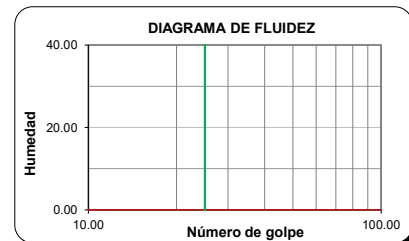
ASTM D 2487 / NTP 339.134 , "Clasificación con propósito de ingeniería" (SUCS)

SP - SM
 Arena pobremente gradada con limo

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

A-3 (0)

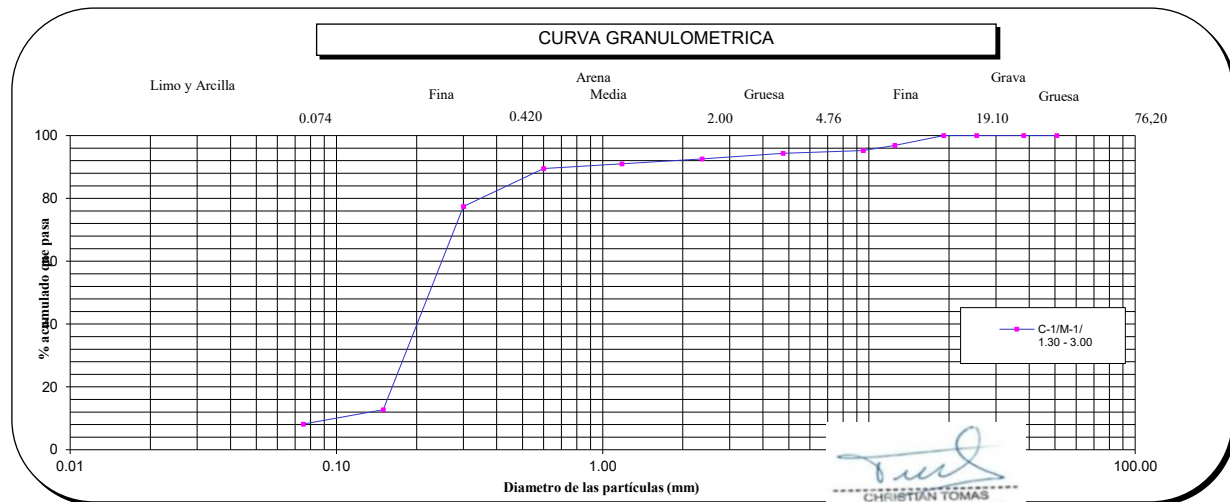
Descripción (AASHTO)
 BUENO



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.

CURVA GRANULOMÉTRICA



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 %

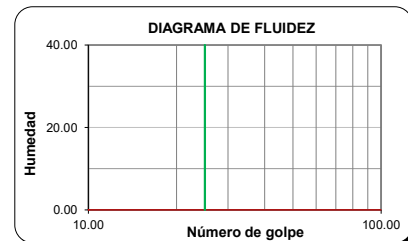
ASTM D 2216 / NTP 339.127, "Contenido de Humedad"
Cont. De humedad : 0.89 %

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)

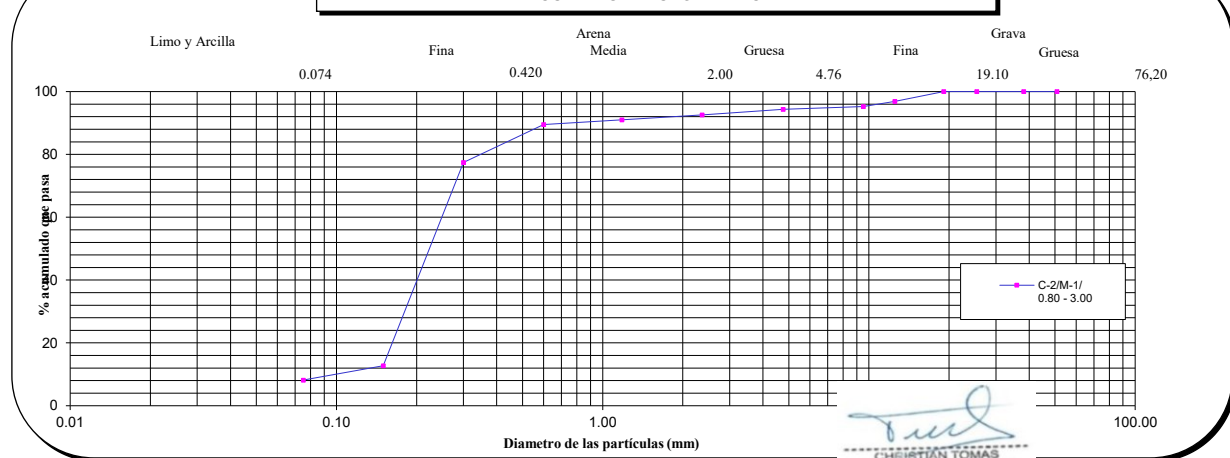
Descripción (AASHTO)
BUENO



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



Christian Tomás Guerrero Cardenas
CHRISTIAN TOMÁS
Ingeniero Civil
CIP N° 239905

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.

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

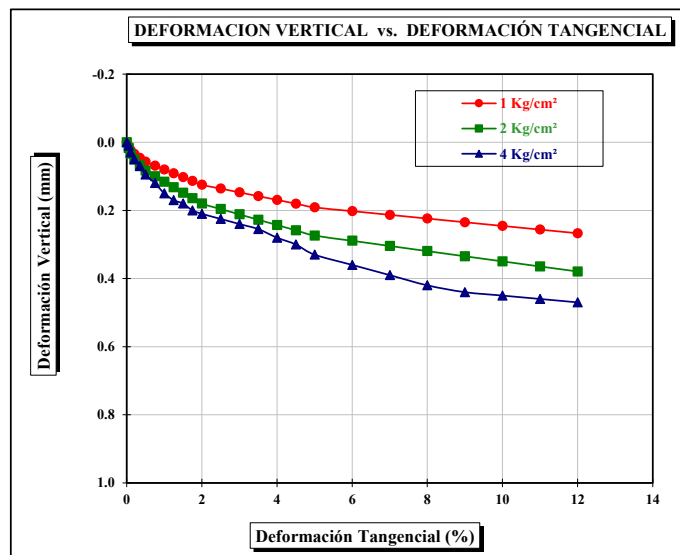
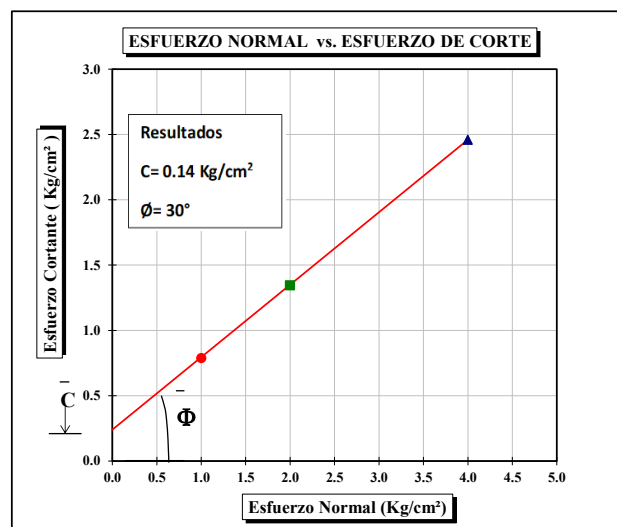
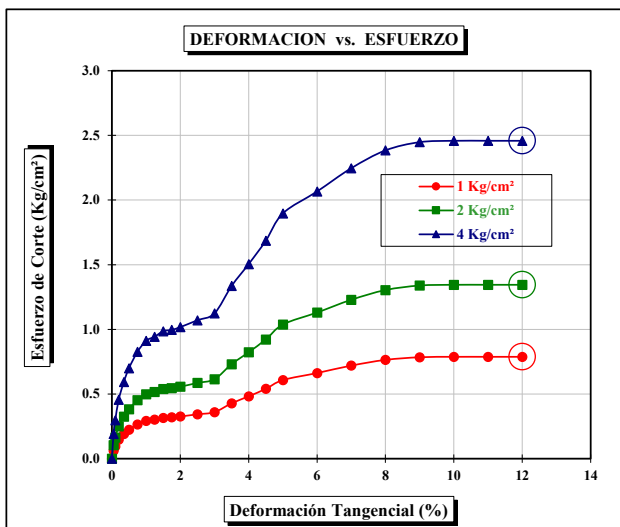
| | | | |
|-------------|-----------------------|--------------------|---|
| SOLICITANTE | : Sumi Ingenieros SAC | EXPEDIENTE N° | : 49-2021/LAB GECAT INGENIERÍA SAC |
| PROYECTO | : Vista Alegre | FECHA DE RECEPCIÓN | : 01 de Mayo del 2021 |
| | | UBICACIÓN | : Jr. Nazca, Dist. Villa María Triunfo - 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° 238505

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 |








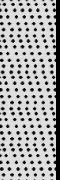
- Correlacion entre (ppm) y (%); $10,000 * (\%) = (\text{ppm})$

Fecha de emisión : 04 de Mayo del 2021

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



CHRISTIAN TOMAS
GUERRERO CARDENAS
Ingeniero Civil
CIP N° 238805

|  | | 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.

|  | | 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-02 | | | | | | |
|---|--------------------|---|--|--|----------------------|--|-------------------|-----------------|-------------------|---------------|
| | | 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 | | | | | | | | | | |
| 0.80 | | | | | | | | | | |
| 1.0 | | | Arena pobremente gradada con limo, sin plasticidad, densa, húmeda, color beige, y estructura homogénea. Granulometría: Grava: 5,7%, Arena: 86,2%, y limo y arcilla: 8,2%. | | | | | M-01 | | |
| 1.30 | | | | | | | | | | |
| 1.5 | | | | | | | | | | |
| 2.0 | SP-SM | | | | | | | | | |
| 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.

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
 N° 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 isotermos 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 | |
| | | | | | 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 (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 | 2.06 | A.F | 2.01 | | | |
| A.G | 2.55 | A.G | 2.90 | | | |
| H2o | 27.7 | H2o | 27.7 | | | |

| | | |
|--|--|--|
| Elaborado por: | Revisado por: | Aprobado por: |
|  MTL GEOTECNIA S.A.C. ENLACE DE MATERIALES Jefe de Laboratorio |  MTL GEOTECNIA S.A.C. Suelos Concreto Asfalto Elmer Moreno Huaman 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 | | |
| | | | | | 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 (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 | | |
| 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) 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 | | |
| PESO DE MEZCLA | | | | 2290 | Kg/m ³ | | |
| G) 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: |
|  |  |  |
|  |  |  |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Control de Calidad MTL GEOTECNIA |

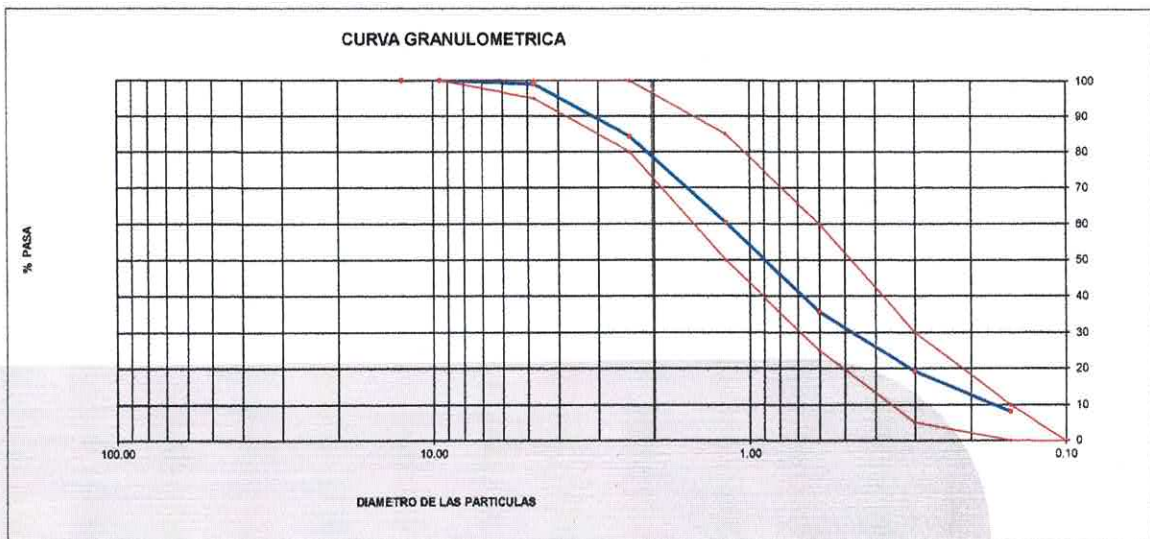
| | | | |
|-------------------------------------|--|----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO | Código | FOR-LTC-AG-001 |
| | | Revisión | 1 |
| | | Aprobado | CC-MTL |

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: |
|   |   |   |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Control de Calidad MTL GEOTECNIA |

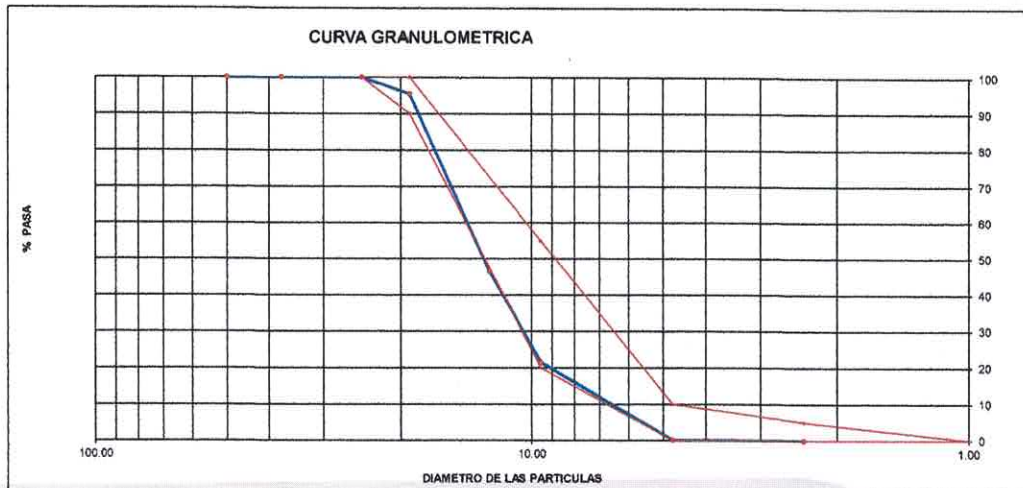
| | | | |
|-------------------------------------|--|----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO | Código | FOR-LTC-AG-002 |
| | | Revisión | 1 |
| | | Aprobado | CC-MTL |

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: |
|   |  MTL GEOTECNIA S.A.C Suelos Concreto Asfalto Elmer Moreno Huaman INGENIERO CIVIL C.P. N° 74998 |  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 | 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. 71090E |  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 Seca | 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.

| | | |
|--|--|---|
|  MTL GEOTECNIA SAC LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES B° |  MTL GEOTECNIA S.A.C Suelos Concreto Asfalto Elmer Moreno Huaman 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 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:  Jefe de Laboratorio | Revisado por:  Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Aprobado por:  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 refrontante
- * 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. 21886 |  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 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 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 |
|-----------------------------|------------------|-----------------|--------------|-------------------|----------------------|-----------------------------|--|------------------|
| 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> | | |

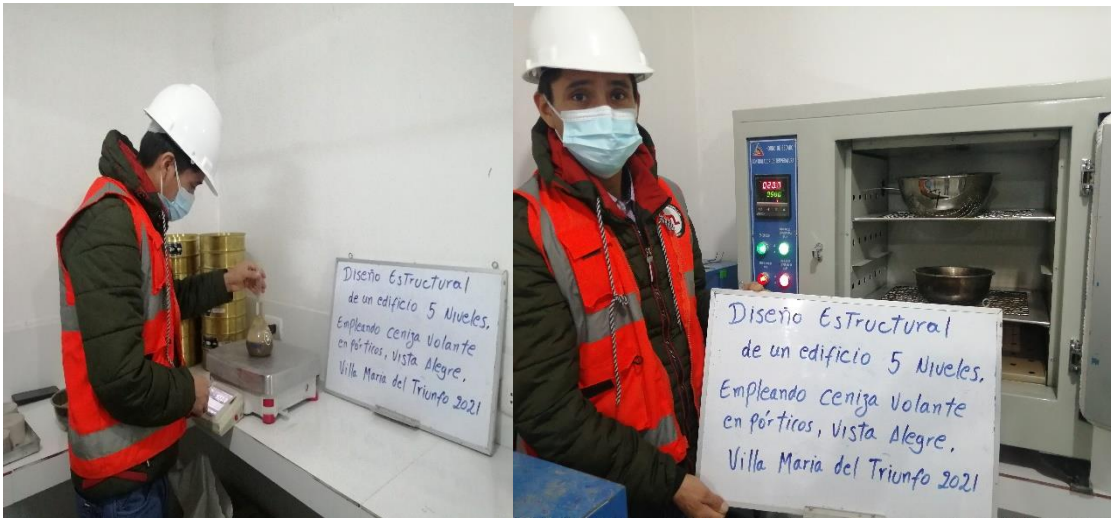
PANEL FOTOGRÁFICO LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO



PANEL FOTOGRÁFICO EXCAVACIÓN DE CALICATAS



PANEL FOTOGRÁFICO LABORATORIO DE CONCRETO

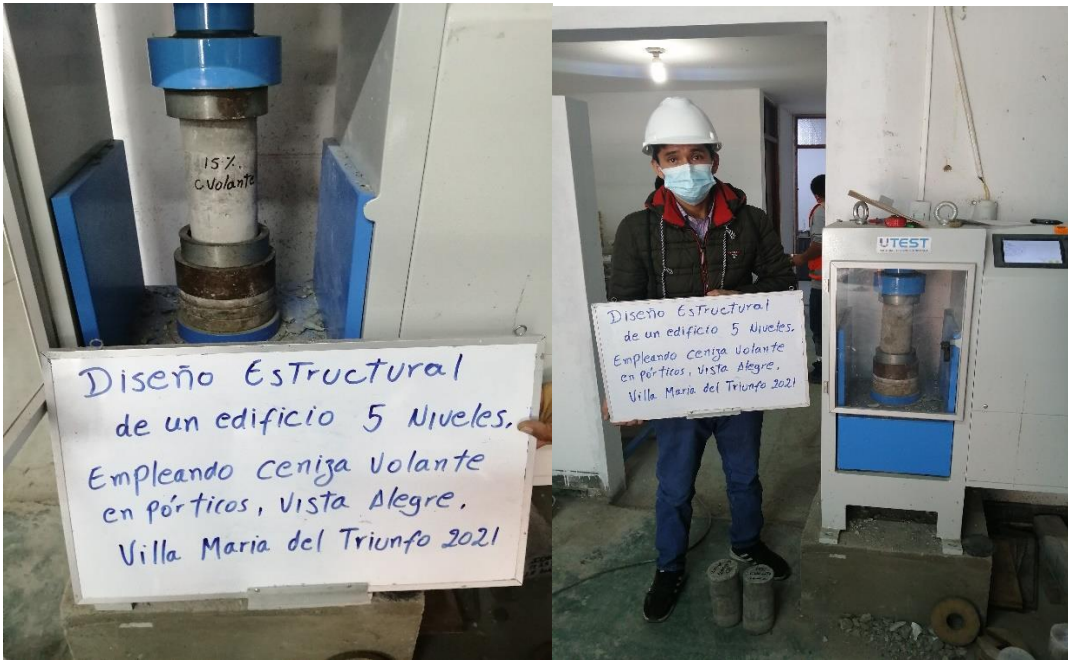


Ensayo de los materiales

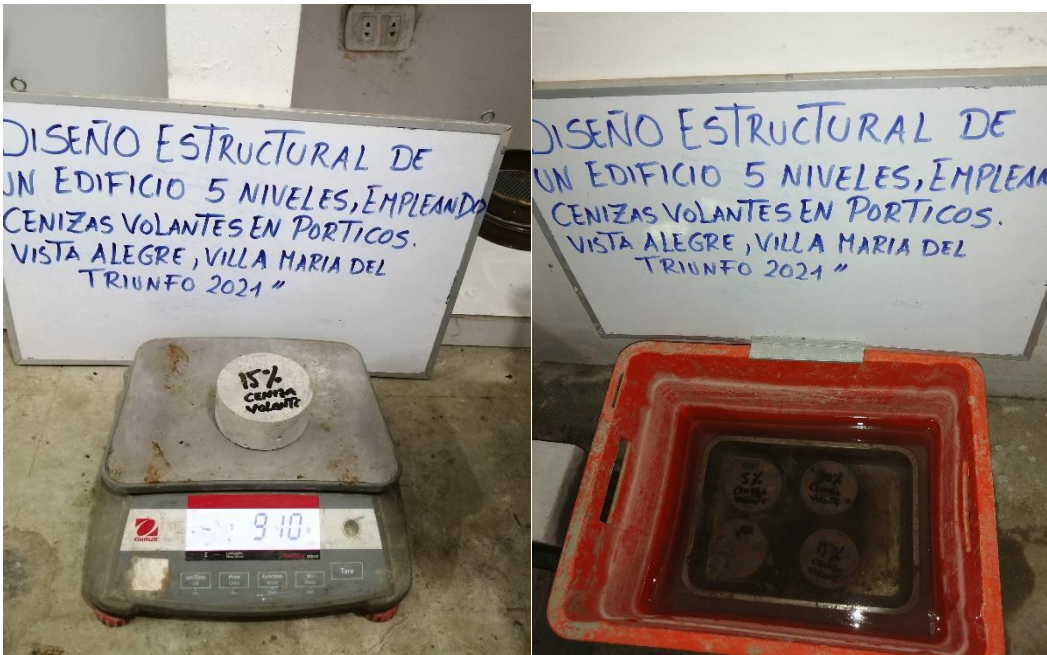


Probetas a los 28 días

Ensayo de resistencia a la compresión 28 días

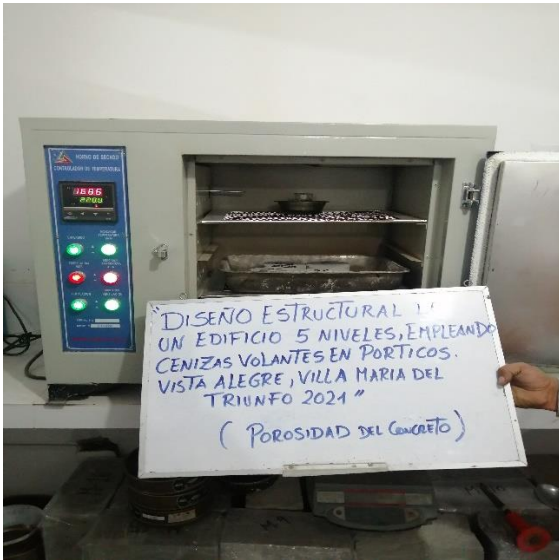


Ensayo de resistencia a la compresión 28 días



Pesado de las rodajas de concreto con CV

Determinación de la absorción mm de las probetas

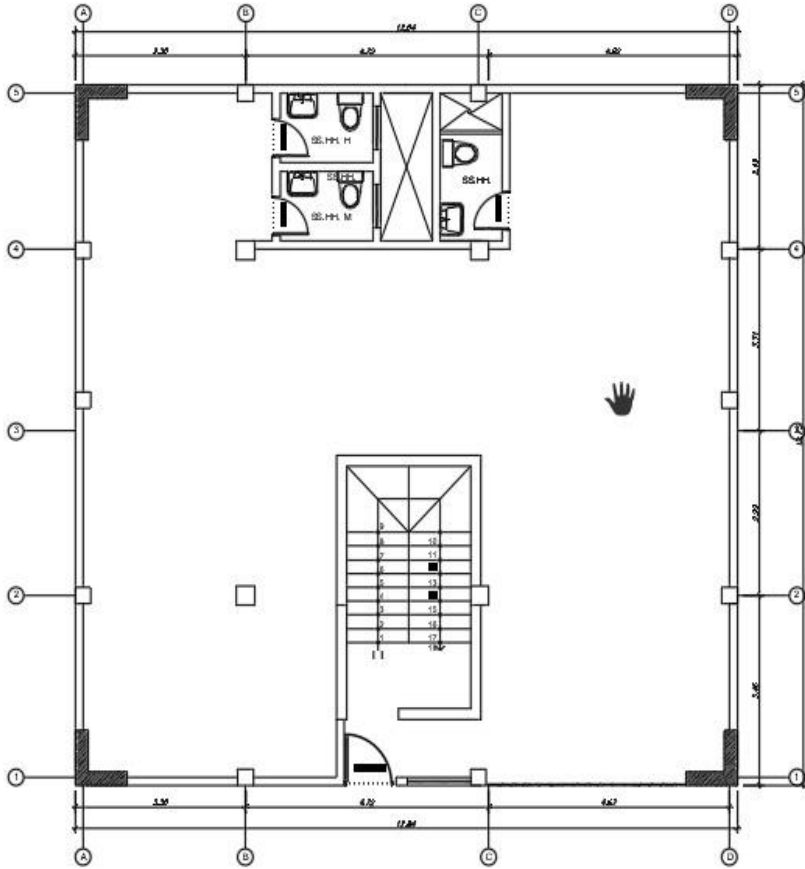


Secado de las rodajas de concreto con CV

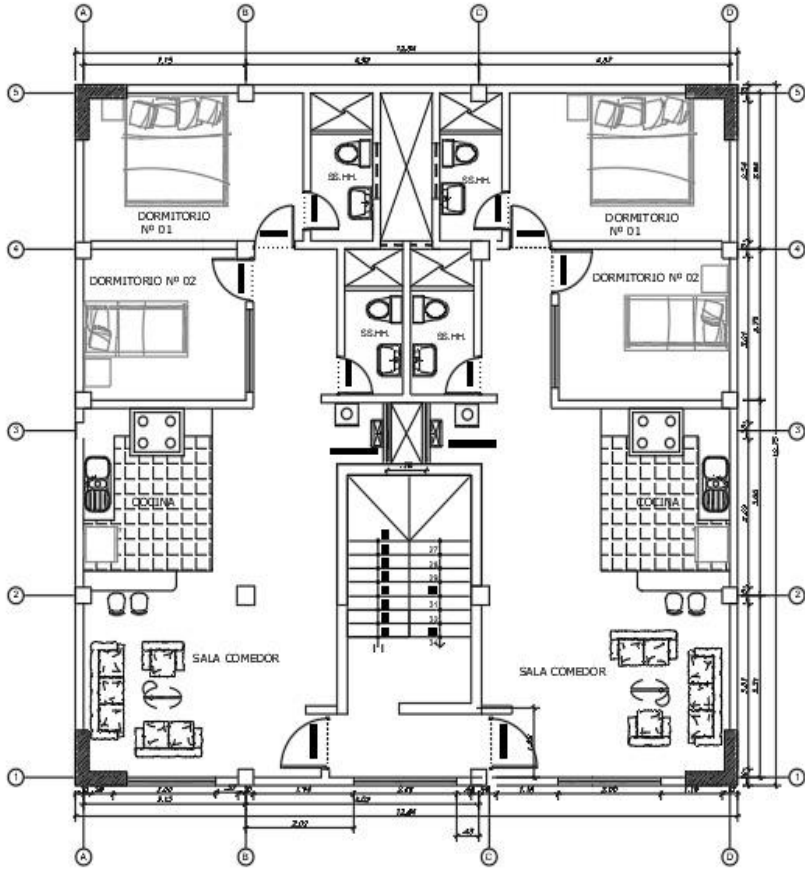


Hervido y ebullición de las rodajas de concreto

Plano arquitectónico primer piso Y del 2° - 5° piso típico

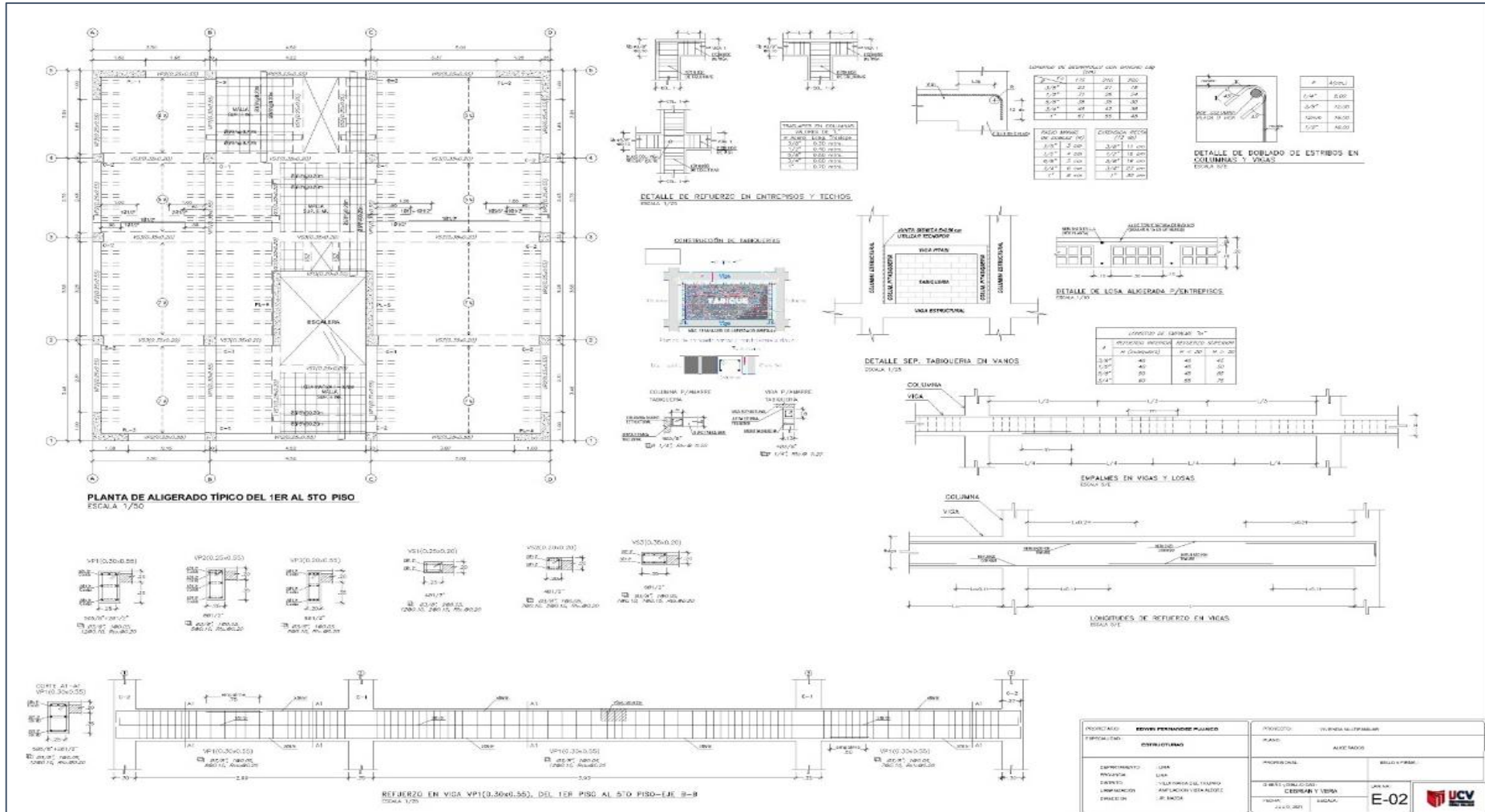


PRIMER PISO



2°, 3°, 4°, 5° PISO

PLANTA DE ALIGERADO TÍPICO DEL 1° AL 5° PISO



| | |
|--|---|
| PROYECTO: EDIFICIO PERMANENTE PLANEADO ESPECIALIDAD: CIVIL/CONCRETO | PROYECTO: VIVIENDA MULTIFAMILIAR PLANTA: ALICATADO |
| DEPARTAMENTO: LUZNA PROYECTISTA: LUZNA DISEÑO: VALERIA GARCIA LAYNE COORDINACION: MARICRISTINA VERA ALFARO ESCALA: 1/50 | |
| PROYECTO: VIVIENDA MULTIFAMILIAR PLANTA: ALICATADO PROYECTO: ALICATADO DISEÑO: VALERIA GARCIA LAYNE COORDINACION: MARICRISTINA VERA ALFARO ESCALA: 1/50 | |
| PROYECTO: VIVIENDA MULTIFAMILIAR PLANTA: ALICATADO PROYECTO: ALICATADO DISEÑO: VALERIA GARCIA LAYNE COORDINACION: MARICRISTINA VERA ALFARO ESCALA: 1/50 | |

