



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Análisis sísmico de un edificio aporticado multifamiliar de 6 niveles adicionando polietileno al concreto, Urbanización los Jardines, Sayán-Huaura-Lima.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTOR:

Chuquiyaury Perez, Yorklin Wilfredo (orcid.org/0000-0002-3758-6733)

ASESOR:

Mg. Escalante Contreras, Jorge (orcid.org/0000-0002-3390-6998)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA - PERÚ

2023

Dedicatoria

Este trabajo está dedicado con profundo amor y gratitud a mi inspiración y fuerza más grande en esta vida, mis padres, cuyo apoyo incondicional me ha guiado a través de mi formación académica y me ha permitido alcanzar mis metas. También dedico este trabajo a mi padre, ya quien le ofrezco este logro como una muestra de mi más grande deseo de sentirme orgulloso. Los llevo siempre en mi corazón.

Agradecimiento

Expreso mi más sincero agradecimiento a Dios por brindarme salud y sabiduría en cada etapa de mi vida, a mis profesores y asesores, quienes generosamente compartieron sus conocimientos y desempeñaron un papel fundamental en la realización de este estudio. Su aliento y el apoyo han sido cruciales para mi crecimiento académico y personal.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, ESCALANTE CONTRERAS JORGE, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "Análisis sísmico de un edificio aporticado multifamiliar de 6 niveles adicionando polietileno al concreto, Urbanización los Jardines, Sayán-Huaura-Lima.", cuyo autor es CHUQUIYAURI PEREZ YORKLIN WILFREDO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 17.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 18 de Noviembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
ESCALANTE CONTRERAS JORGE DNI: 28286636 ORCID: 0000-0002-3390-6998	Firmado electrónicamente por: JOESCALANTEC el 21-12-2023 11:40:39

Código documento Trilce: TRI - 0655829



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, CHUQUIYAURI PEREZ YORKLIN WILFREDO estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Análisis sísmico de un edificio aporticado multifamiliar de 6 niveles adicionando polietileno al concreto, Urbanización los Jardines, Sayán-Huaura-Lima.", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

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

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

Nombres y Apellidos	Firma
CHUQUIYAURI PEREZ YORKLIN WILFREDO DNI: 74433773 ORCID: 0000-0002-3758-6733	Firmado electrónicamente por: YCHUQUIYAURI el 06- 01-2024 17:59:00

Código documento Trilce: INV - 1647540



ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR.....	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	14
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	14
3.2 Variables y Operacionalización.....	15
3.3 Población, muestra y muestreo.....	15
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	17
3.5 Procedimientos.....	18
3.6 Método de análisis de datos.....	18
3.7 Aspectos éticos.....	18
IV. RESULTADOS.....	19
4.1 Especificaciones del proyecto.....	19
4.2 Método y Procedimiento para la Elaboración de la Mezcla de Hormigón ..	21
4.3 Ensayos realizados.....	32
4.4 Diseño Sismo Resistente.....	40
4.5 Modelamiento estructural.....	43
V. DISCUSIÓN.....	54
VI. CONCLUSIONES.....	58
VII. RECOMENDACIONES.....	59
REFERENCIAS.....	60
ANEXOS.....	65

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Altura de Viga (Por categoría).....	11
Tabla 2: Peralte de vigas (Por sobrecarga)	11
Tabla 3: Peso de la edificación por categoría	12
Tabla 4: Factores de Zonificación "Z"	13
Tabla 5: Numero de muestra de probetas	16
Tabla 6. Características físicas del agregado de mayor tamaño	22
Tabla 7. Propiedades físicas del agregado fino	23
Tabla 8. Asentamiento (Revenimiento).....	24
Tabla 9. Valores recomendados de TMN según el tipo de construcción	25
Tabla 10. Relación a/c	26
Tabla 11. Aire atrapado y volumen de A.G	26
Tabla 12. Cálculo de volúmenes absolutos	27
Tabla 13. Cantidad de materiales por m ³ (peso seco)	27
Tabla 14. Cantidad de materiales en obra (18lt)	28
Tabla 15. Proporción de materiales en peso y volumen	29
Tabla 16. Materiales en m ³ (peso en seco) con adición de polietileno.....	29
Tabla 17. Corrección por humedad con adición de polietileno	30
Tabla 18. Materiales en m ³ (peso en húmedo) con adición de polietileno	30
Tabla 19. Cantidad de materiales con % de adición de polietileno	31
Tabla 20. Proporción de materiales con adición de polietileno	31
Tabla 21. Ensayo de asentamiento del concreto fresco	32
Tabla 22. Resultados del ensayo de rotura del Concreto con Polietileno (7 Días) 33	
Tabla 23. Resultados del ensayo de rotura del concreto con Polietileno (14 Días) 35	
Tabla 24. Resultados del ensayo de rotura del concreto con Polietileno (28 Días) 37	
Tabla 25. Resumen de resultados de resistencia a la compresión	39
Tabla 26. Costo de materiales agregados para los porcentajes de reemplazo	39
Tabla 27. Características de la edificación	40
Tabla 28. Peso propio de losa aligerada.....	41
Tabla 29. Determinación de Coeficientes λ y n	43
Tabla 30. Resultados de cálculo de secciones de columnas	43
Tabla 31. Cálculo del coeficiente basal.....	45

Tabla 32. Desplazamientos máximos en el eje X de los pisos.....	49
Tabla 33. Desplazamientos máximos en el eje Y de los pisos.....	49
Tabla 34. Centro de masas y rigidez por nivel de la estructura	50
Tabla 35. Límites para la distorsión del entrepiso.....	51
Tabla 36. Derivas en los pisos en el eje "x"	51
Tabla 37. Derivas en los pisos en el eje "y"	52
Tabla 38. Peso sísmico de la edificación aporticada	52
Tabla 39. Participación de masas de la edificación de 6 niveles	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Concreto ligero	10
Figura 2: Mapa de clasificación sísmica	12
Figura 3. Ubicación del área del proyecto	19
Figura 4. Calicata C-1	21
Figura 5. Curva granulométrica agregado grueso	22
Figura 6. Curva granulométrica agregado fino.	23
Figura 7: Resultados de la Resistencia a la Compresión del Concreto con Polietileno (7 Días)	34
Figura 8: Resultados de la Resistencia a la Compresión del Concreto con Polietileno (14 Días)	36
Figura 9: Resultados de la Resistencia a la Compresión del Concreto con Polietileno (28 Días)	38
Figura 10. Vista 3D de la edificación aporticada de 6 niveles	46
Figura 11. Elevación del edificio aporticado de 6 niveles	47
Figura 12. Planta del edificio aporticado de 6 niveles.....	47
Figura 13. Diafragma rígido de los pisos del edificio aporticado.....	48
Figura 14. Desplazamiento del edificio aporticado en el eje "x" y eje "y"	50
Figura 15: Promedio de resistencias con reemplazo de polietileno.....	55
Figura 16: Resultados promedio del antecedente Jordy Zavala.....	56

RESUMEN

La investigación se enfoca en evaluar el impacto del polietileno en el concreto sobre el comportamiento sísmico de un edificio aporticado multifamiliar de seis niveles en Urbanización Los Jardines, Sayán, Huaura. Empleando una metodología científica aplicada y enfoque cuantitativo, con diseño experimental.

Se analizaron 36 muestras de concreto sometidas a pruebas de resistencia a la compresión. Las mezclas incluyeron una muestra patrón, y variantes con 5%, 7% y 10.5% de polietileno. Los resultados a los 28 días revelaron un aumento significativo en la resistencia a la compresión con el polietileno, destacando un 5% de adición que alcanzó 270 kg/cm². Aunque se observó una disminución en la efectividad con porcentajes superiores al 10.5%, estos hallazgos subrayan la importancia de una dosificación adecuada del polietileno. Adicionalmente, el análisis sísmico estático mostró un desplazamiento máximo de 30.09 mm y una deriva de 0.006645 en el último piso, cumpliendo con la normativa E-030. La investigación concluye que la incorporación de un 5% de polietileno en el concreto mejora la resistencia sísmica de la estructura, superando los estándares de diseño y manteniendo la seguridad estructural.

Palabras Clave: Polietileno en concreto, comportamiento sísmico, resistencia a la compresión, análisis sísmico estático.

ABSTRACT

The research focuses on evaluating the impact of polyethylene in reinforced concrete on the seismic behavior of a six-level multifamily framed building in Urbanización Los Jardines, Sayán, Huaura. Using an applied scientific methodology with a quantitative approach and experimental design.

A total of 36 concrete samples were analyzed, undergoing compression strength tests. The mixtures included a control sample, and variants with 5%, 7%, and 10.5% polyethylene. The results at 28 days showed a significant increase in compression strength with the addition of polyethylene, particularly with a 5% addition that reached 270 kg/cm². Although a decrease in effectiveness was observed with percentages higher than 10.5%, these findings underline the importance of proper polyethylene dosing. Additionally, the static seismic analysis displayed a maximum displacement of 30.09 mm and a drift of 0.006645 on the top floor, complying with the E-030 regulation. The research concludes that the incorporation of 5% polyethylene in reinforced concrete improves the seismic resistance of the structure, exceeding design standards and maintaining structural safety.

Keywords: Polyethylene in concrete, seismic behavior, compression resistance, static seismic analysis.

I. INTRODUCCIÓN

La construcción en Perú, un sector clave para la economía y el empleo, enfrenta el desafío de la resistencia sísmica en un contexto de alta actividad sísmica. Históricamente, la inadecuada preparación ante terremotos ha tenido consecuencias devastadoras, incluyendo pérdidas humanas y económicas. Esta situación subraya la urgencia de investigar y mejorar las estrategias de construcción y diseño estructural para mitigar los impactos de los sismos.

Los terremotos, aunque inevitables, pueden causar menos destrucción con un diseño y construcción adecuados. El *Journal of Infrastructure Preservation and Resilience* destaca la necesidad de que las edificaciones soporten cargas sísmicas sin poner en riesgo la seguridad de los usuarios. Se han logrado mejoras sustanciales en los enfoques de modelado y diseño desde la década de 1960 para resistir terremotos. Sin embargo, todavía existen preocupaciones sobre la operación de edificaciones que fueron diseñadas sin tener en cuenta los requisitos rigurosos de los códigos estructurales contemporáneos (Liu et al., 2023, p. 1).

Muchas edificaciones en Perú y a nivel mundial no cumplen con los códigos modernos. En respuesta a esta problemática, la ingeniería sísmica busca desarrollar técnicas costosas y técnicamente desafiantes para reforzar edificaciones existentes contra terremotos (Kim et al., 2022, p. 7).

Un enfoque prometedor para mejorar la resistencia al terremoto de las edificaciones es la adición de polietileno al concreto. Este método puede mejorar las propiedades mecánicas del concreto, haciéndolo más resistente a los esfuerzos de flexión durante un terremoto. Además, tiene la ventaja de reciclar residuos de polietileno, un material que, de otra manera, tomaría miles de años para descomponerse en el entorno.

Según investigaciones llevadas a cabo por Patil et al. (2014), la modificación de la composición del concreto mediante la incorporación de PET, al reemplazar parte del

agregado convencional, puede ofrecer resistencia a la compresión dentro de los límites permitidos. Sin embargo, esta sustitución conlleva una disminución significativa en la densidad del concreto (p.29).

La importancia de este estudio se encuentra en su potencial para incrementar la seguridad y durabilidad de las estructuras, en especial en regiones como Huaura, que presentan una alta vulnerabilidad a la actividad sísmica. Según datos del IGP (2021), Huaura se encuentra en una zona vulnerable a sismos, lo que hace indispensable la edificación de construcciones resistentes a terremotos.

Es esencial investigar el uso del polietileno en construcciones en Perú, especialmente en zonas sísmicas como Huaura, buscando proporcionar una solución práctica y económica para mejorar la resistencia sísmica de los edificios.

Considerando estos aspectos importantes, la cuestión central abordada por la investigación fue: ¿De qué manera afecta la incorporación del polietileno en el concreto al comportamiento sísmico de un edificio aporticado multifamiliar de seis niveles en la Urbanización Los Jardines, Sayán, Huaura?

En relación con los problemas específicos, se plantearon las siguientes interrogantes: ¿Por qué es importante la dosificación óptima de polietileno en el concreto para el análisis sísmico de un edificio aporticado multifamiliar de seis niveles en la Urbanización Los Jardines, Sayán, Huaura?, ¿Qué impacto tienen las propiedades mecánicas del concreto con polietileno incorporado en el análisis sísmico de un edificio aporticado multifamiliar de seis niveles en la Urbanización Los Jardines, Sayán, Huaura? y ¿Cuál será el impacto en los resultados del análisis sísmico de un edificio aporticado multifamiliar de seis niveles al incorporar polietileno en el concreto, en la Urbanización Los Jardines, Sayán, Huaura?

La investigación buscó alternativas constructivas utilizando polietileno como reemplazo en el concreto. Experimentos con distintas dosificaciones se realizaron para encontrar la proporción ideal, evaluando el comportamiento en un edificio multifamiliar de seis pisos mediante pruebas sísmicas y el software Etabs.

Desde una perspectiva financiera, los bloques de concreto con un porcentaje óptimo de PET reemplazado cumplen con regulaciones vigentes y son económicamente

competitivos en comparación con materiales tradicionales del mercado. (Infante y Valderrama, 2019, p. 25).

En términos ambientales, “[...] el polietileno se puede reciclar y reutilizar lo que lo convierte en una opción más económica y eco-amigable para la construcción moderna” (Melian, 2023, párr. 17).

El objetivo general de la investigación fue **Determinar** el efecto de la adición del polietileno en el concreto para analizar el comportamiento sísmico de un edificio aporticado multifamiliar de seis niveles en la Urbanización Los Jardines, Sayán, Huaura.

En cuanto a los objetivos específicos, se buscó **Establecer** la dosificación óptima de mezcla adicionando polietileno al concreto para el análisis sísmico de un edificio aporticado multifamiliar de seis niveles en la Urbanización Los Jardines, Sayán, Huaura. Además, se trabajó en **Evaluar** los resultados de las propiedades mecánicas del concreto incorporando polietileno al concreto para el análisis sísmico de un edificio aporticado multifamiliar de seis niveles en la Urbanización Los Jardines, Sayán, Huaura. Asimismo, se procuró **Realizar** el análisis sísmico de un edificio aporticado multifamiliar de seis niveles con la incorporación de polietileno al concreto en la Urbanización Los Jardines, Sayán, Huaura.

En cuanto a la hipótesis general planteada fue: La adición del polietileno al concreto tendrá un impacto positivo en el comportamiento sísmico de un edificio aporticado multifamiliar de seis niveles en la Urbanización Los Jardines, Sayán, Huaura.

Las hipótesis específicas planteadas fueron: La incorporación de polietileno en el concreto mejorará las propiedades mecánicas del material, lo que a su vez influirá positivamente en el comportamiento sísmico del edificio en Sayán, Huaura. Además, Las propiedades mecánicas mejoradas del concreto con polietileno incorporado influirán positivamente en el análisis sísmico del edificio aporticado multifamiliar de seis niveles en la Urbanización Los Jardines, Sayán, Huaura. Asimismo, El análisis sísmico del edificio aporticado multifamiliar de seis niveles mostrará resultados favorables al incorporar polietileno en el concreto, en la Urbanización Los Jardines, Sayán, Huaura.

II. MARCO TEÓRICO

El enfoque central de la investigación llevada a cabo se centró en realizar el análisis sísmico de una edificación mediante la adición de polietileno al concreto. En la consecución de dicho objetivo, se efectuó un exhaustivo análisis de la literatura especializada tanto a nivel nacional como internacional.

Como antecedente nacional se tiene a Idrogo y Mego (2021) llevaron a cabo un estudio para comprender cómo se comportaba un edificio de cinco niveles con adición de PET en la Avenida Cordillera Blanca, en el Distrito de Chorrillos, frente a los movimientos sísmicos. Este estudio, de naturaleza aplicada y cuantitativa, tuvo un diseño descriptivo y cuasiexperimental. Se llevaron a cabo pruebas de resistencia a la compresión en 48 muestras, incluyendo 12 muestras de control con sustituciones de polietileno del 5%, 7.5% y 10% respectivamente, constituyendo el total de la muestra. Los resultados indicaron que la resistencia alcanzó los 294 kg/cm² con una sustitución del 5% de polietileno, superando a la muestra patrón. No obstante, se evidencio que a medida los cambios de la proporción de polietileno aumentaban, la resistencia disminuía. En relación al comportamiento sísmico, se encontró que el quinto nivel del edificio B experimentó un desplazamiento de 9.42 mm y una deriva inelástica de 0.0051, lo cual cumplía con la norma NTP en términos de desplazamientos máximos. Se concluyó que el edificio B, que utilizó concreto con polietileno, mostró una mejora en el equilibrio entre rigidez y ductilidad.

Quispe y Rosales (2020) realizaron un estudio con la intención principal de evaluar si la incorporación de PET potencia la capacidad del concreto para soportar compresión. En estos estudios prácticos se utilizó un diseño experimental puro. Según los hallazgos, la capacidad del hormigón sin incorporación de PET para resistir compresión a los 28 días es de 194.57 kg/cm², mientras que el hormigón con la incorporación de polietileno en las relaciones de 4%, 7% y 10% presenta capacidades en el ensayo de rotura de 177,02 kg/cm², 166,62 kg/cm².

correlativamente. Estos resultados evidencian que la capacidad del hormigón para resistir compresión disminuye al incrementar la cantidad de PET en el diseño del concreto. Sin embargo, es importante señalar “que las fortalezas logradas (mayores a 140 kg/cm² y 175 kg/cm²) hacen viable el uso de hormigón con polietileno en componentes que no son portantes. Esto tiene el beneficio adicional de disminuir la contaminación ambiental relacionada con el tereftalato de polietileno y proporciona una alternativa reutilización en la industria relacionado a la ingeniería civil.

Jordy Zavala (2020) se enfocó en la evaluación del impacto de agregar tereftalato de polietileno en cantidades del 3%, 6% y 9% a un tipo de concreto con una resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Se observaron tanto la resistencia a la compresión del concreto como su manejabilidad. Este análisis, fundamentado en un diseño experimental de carácter cuantitativo, se realizó siguiendo las directrices especificadas por la norma NTP 339.036. Se crearon 80 muestras para el estudio, las cuales incluían 20 muestras de concreto estándar, 20 muestras con un 3% de tereftalato de polietileno añadido, 20 muestras con un 6% de tereftalato de polietileno añadido y 20 muestras con un 9% de tereftalato de polietileno añadido. Todas estas muestras se sometieron a pruebas a los 3, 7, 14 y 28 días. Los datos recolectados mostraron que la capacidad del hormigón para resistir la compresión mejoró un 10% cuando se añadió un 3% de tereftalato de polietileno, manteniendo su manejabilidad. Sin embargo, se notó una disminución en las propiedades del concreto al incrementar la adición de tereftalato de polietileno al 6% y al 9%.

Manuel Foco (2021) llevó a cabo un análisis detallado sobre el comportamiento ante sismos y el diseño estructural de un edificio de cinco pisos, con la intención adicional de mejorar el desempeño de los edificios cercanos en la comunidad de Alto Selva Alegre. La investigación, de naturaleza aplicada, correlacional y transversal, se centró en las edificaciones ubicadas en el Asentamiento Humano Apurímac del distrito de Alto Selva Alegre, específicamente en un conjunto de edificios de concreto. El estudio adoptó un enfoque no experimental. Los resultados del estudio indicaron que la simulación sísmica y el modelamiento estructural anticipado son críticos para el desempeño de una edificación frente a diversas fuerzas. El correcto dimensionamiento previo de los componentes estructurales influye significativamente en el comportamiento de la edificación. Un estudio de suelos

adecuado asegura el rendimiento óptimo de la estructura y orienta la selección de cimentaciones basándose en la tipología de la edificación.

Paúl Sánchez (2019) llevó a cabo una investigación con el propósito de analizar y crear el diseño estructural de un inmueble residencial de 6 pisos utilizando un sistema de muros de ductilidad limitada. Esta investigación, que se enmarca en el campo de la ciencia aplicada y tiene un enfoque descriptivo, se centró en edificios de entre 5 y 8 pisos ubicados en la ciudad de Huancayo. Según los resultados obtenidos y en cumplimiento de los parámetros sísmicos establecidos por la normativa E.030 para diseño antisísmico, se determinó que la estructura es segura, ya que se aplicó el método de resistencia última ($R_u \leq \phi R_n$). Además, se comprobó que la edificación es confiable frente a cargas laterales, como los sismos, debido a que la máxima deformación de la estructura, tanto en la dirección "X" como en la dirección "Y", fue inferior a 0.007.

Además, en el contexto de investigaciones internacionales previas, se pueden destacar las siguientes:

Rodríguez y Castro (2019) realizaron un estudio enfocado en determinar la respuesta del concreto hidráulico al incluir fibras PET en proporciones de 1,0% y 1,5% de los agregados naturales. Su estudio, tanto descriptivo como aplicado y experimental, empleó pruebas de laboratorio para evaluar las características físicas de los materiales agregados, y encontraron que el desgaste estaba dentro de los parámetros definidos por las normas pertinentes. Las pruebas de flexión realizadas en las vigas demostraron la resistencia del concreto cuando se añade el 1% y 1,5% de fibras de PET, aunque la resistencia era menor en comparación con el concreto sin fibras tras 28 días de curado. Al confrontar la resistencia entre el hormigón tradicional y el hormigón reforzado con fibras PET, los hallazgos no fueron tan prometedores, ya que la resistencia disminuyó notablemente al añadir las fibras de PET. No obstante, se comprobó que la inclusión de fibras PET recicladas como refuerzo en el concreto no alteró su deformación.

Coavas y Segreña (2020) en su investigación analizaron las propiedades mecánicas inherentes al concreto al agregar fibras de politeraftalato de etileno (PET). Investigaron distintas variables, entre las que se incluyen la resistencia a la

compresión, a la flexión, la retracción plástica, la exudación y la resistencia al impacto. También exploraron el potencial de emplear botellas de PET como fibras o en formato de escamas o gránulos. A partir de sus pruebas, descubrieron que dichas fibras incrementan la resistencia a la flexión en un rango del 10 al 30%, pero provocan una reducción en la capacidad de resistir compresiones. Por consecuencia, se concluyó que las fibras de PET no son aptas para ser empleadas como componente estructural bajo ninguna situación.

Lugo y Torres (2019) realizaron una investigación enfocada en el análisis del comportamiento mecánico del concreto convencional al incorporar distintas proporciones de fibras poliméricas recicladas PET. Se centraron en definir la cantidad ideal de fibras en la mezcla para obtener la máxima resistencia a las tensiones de tracción, flexión y compresión. En sus conclusiones, establecieron que hay un rango óptimo de fibras para que la mezcla pueda soportar altos niveles de tensión, ubicándose entre 96kg y 110kg de fibras con relación al diseño tratado en su estudio. Respecto a la resistencia a la flexión, concluyeron que el comportamiento del concreto es proporcional, sugiriendo que a medida que aumenta la cantidad de fibras, también se incrementa la resistencia a los esfuerzos de flexión.

Cabrera Johny (2019) realizó un estudio con el objetivo de diseñar un edificio de acero estructural de ocho niveles en la ciudad de Guayaquil, utilizando un análisis sísmico modal espectral y el software ETABS 2016. Las conclusiones de esta investigación revelaron que el diseño cumple con las normas NEC-SE-DS 2015, AISC 360 y AISC 341. La estructura, configurada para soportar cargas gravitacionales y sísmicas, demostró un adecuado desempeño sísmico con una deriva de entrepiso de 0.013 y un período fundamental de 0.809 segundos. La revisión de la relación demanda/capacidad confirmó que todos los miembros de la estructura tenían una ratio D/C menor a 1, evidenciando que el edificio cumple con el diseño sismorresistente. Este cumplimiento también fue corroborado mediante tablas formuladas de Excel.

En su artículo los autores García, Palacios, Escobar, et al. (2021) llevaron a cabo una investigación cuyo principal objetivo fue examinar la conducta estructural de cada uno de los segmentos de un inmueble, verificando si se ajustan a los requisitos establecidos en la Normativa Ecuatoriana de la Construcción (NEC, 2015). Teniendo

un enfoque científico. La investigación concluyó que, tras analizar los bloques izquierdo y derecho de un edificio, las derivas de piso excedían el límite de la NEC-2015, con desplazamientos máximos del 7%, indicando deficiencias estructurales. Esto llevó a aplicar refuerzos con muros de corte y encamisado de columna para cumplir con la norma. Sin embargo, el bloque de la escalera, cumpliendo con la NEC-2015, no requería reforzamiento.

En cuanto a las teorías relacionadas al proyecto de investigación se citarán a diversos autores que se irán mencionado a continuación.

El estudio de las propiedades mecánicas del concreto con polietileno reciclado es un área de creciente interés en la ingeniería civil, dado su potencial para agregar valor a la mezcla de concreto y contribuir al cuidado del medio ambiente. En un estudio realizado, se encontró que la adición de un 5% de polietileno reciclado a la composición del hormigón aumentaba su capacidad para resistir compresiones y flexiones, así como su trabajabilidad, en comparación con las adiciones del 10% y 15% (Pérez, 2020, p. 61). Este resultado indica el potencial del polietileno reciclado para mejorar las propiedades mecánicas del concreto, incluyendo su resistencia y consistencia.

La norma ASTM C33 establece los estándares de calidad y clasificación para los componentes finos y gruesos empleados en la elaboración del concreto. Esta norma especifica que el componente fino puede constar de arena natural, arena procesada, o una combinación de ambas. En cuanto al componente grueso, puede comprender grava, grava triturada, piedra machacada, escoria de alto horno enfriada al aire, concreto hidráulico triturado, o una mezcla de estos elementos (ASTM International, 2018).

Se utilizan tamices para un control detallado que discrimine entre las partículas más grandes y las más pequeñas, clasificando los agregados de acuerdo a su volumen. En esta investigación, se utilizarán cribas industriales analíticas, que permitirán filtrar los agregados con base en su dimensión milimétrica.

Por otra parte, la humedad es una variable crítica que se establece al contrastar el peso inicial de los agregados y el peso de la muestra tras un proceso de secado en horno, lo que conduce a la absorción de agua por las partículas agregadas. Esta

variable hídrica es crucial para los agregados, puesto que puede modificar los requerimientos de hidratación del cemento, potencialmente impactando la maleabilidad del hormigón o incluso su fortaleza. Por ende, resulta indispensable determinar la cantidad de humedad presente en los agregados previo a la creación de la mezcla de concreto.

Respecto a la porosidad y absorción, nos encontramos con un material sólido cuya proporción entre los espacios vacíos y la totalidad del volumen se expresa en términos porcentuales. De manera intrínseca, los agregados muestran porosidad en una escala que puede ser mínima o máxima cuando se hallan en su estado natural.

El cálculo del peso específico implica la comparación del peso en aire de un volumen determinado de agregado, en sus estados saturado y seco, con el peso equivalente de agua purificada a la misma temperatura, sin presencia de espacios vacíos.

La evaluación de la resistencia a la compresión se llevará a cabo en un laboratorio de geotecnia, donde se realizarán pruebas estándar para estimar la resistencia del concreto. La siguiente imagen ilustra esta prueba.

Para obtener los resultados buscados, se seguirán los procedimientos indicados en NTP 339.034-11.

Las pruebas se realizarán utilizando cilindros de prueba; una vez que el tiempo de curado requerido se haya cumplido, el cilindro debe ser retirado de la cámara de humedad para llevar a cabo la prueba, para ello se seguirá el siguiente procedimiento:

- El cilindro de prueba se sitúa en la máquina de ensayo, centrado en la posición de máxima presión del bloque de concreto.
- Se aplica una carga constante hasta que el bloque alcance el punto de ruptura.
- Se somete a las probetas a una carga con una velocidad de movimientos que corresponde a una tensión específica.
- Finalmente, se recopilarán los datos correspondientes a las roturas de los cilindros de prueba.

El peso unitario del concreto es una característica crucial que puede cambiar dependiendo del tipo específico de concreto y de los componentes empleados en su elaboración. El concreto estándar, el más utilizado en construcciones, presenta un peso unitario que oscila entre 2,200 Kg/m³ y 2,400 Kg/m³. Por otro lado, el concreto ligero que se aprecia en la **figura 1**, empleado en edificaciones ligeras y aislamientos, posee un peso unitario inferior, que no sobrepasa los 1,900 Kg/m³. Además, el concreto pesado, que se aplica en instalaciones nucleares y en la creación de contrapesos, tiene un peso unitario que puede alcanzar los 6,000 Kg/m³ (CONSTRUYENDOSEGURO, s. f, p. 9).



Figura 1: *Concreto ligero*
Fuente: construyendoseguro - Aceros Arequipa

En el ámbito de la construcción, La dosificación de la mezcla de concreto es un proceso que requiere la selección cuidadosa de los ingredientes adecuados y la determinación de sus proporciones relativas. El objetivo es producir concreto de cierta resistencia y durabilidad mínimas de la manera más económica posible. Este proceso no es sencillo debido a las propiedades altamente variables de los materiales constituyentes, las condiciones que prevalecen en el lugar de trabajo y las condiciones requeridas para un trabajo particular para el cual se diseñó la mezcla (aboutcivil, s. f, párr. 2).

Abarcando la configuración estructural, los elementos estructurales claves de cualquier construcción son las losas, vigas y columnas. Las losas desempeñan una función esencial al soportar y redistribuir las cargas, tales como las gravitacionales, propias de la losa, o sobrecargas, a otros elementos de soporte, como las vigas. Estas también son vitales para manejar las cargas sísmicas, asegurando así que la estructura tenga una respuesta sísmica consistente.

Por otro lado, las vigas soportan y distribuyen la carga proveniente de las losas hacia columnas, placas o muros, los cuales al unirse conforman los pórticos. Las vigas pueden tener diseños variados, siendo los más comunes las chatas, peraltadas y peraltadas invertidas.

Las columnas, elementos verticales de la estructura, cargan con el peso distribuido por las losas y las vigas, soportando fundamentalmente la cimentación. Hay diferentes tipos de columnas, como las redondas, cuadradas y rectangulares siendo las más comunes en la edificación. Es crucial considerar los diseños arquitectónicos y adherirse con la Norma Técnica Peruana (NTP).

En el cálculo inicial de las vigas, resulta esencial tener en cuenta las cargas que soporta la estructura, incluyendo la combinación de las cargas verticales. Aquí, se pueden consultar las categorías de edificación y sobrecargas en la **Tabla 1** y **Tabla 2**, respectivamente.

Tabla 1: Altura de Viga (Por categoría)

Peralte	L/10	(A)	Fundamentales
Peralte	L/11	(B)	Relevantes
Peralte	L/12	(C)	Habituales

Fuente: Norma E.030 Diseño Sismorresistente del RNE

Tabla 2: Peralte de vigas (Por sobrecarga)

S/C=	200	500	750	1000
h=	Ln/12	Ln/10	Ln/9	Ln/8

Fuente: Norma E.030 Diseño Sismorresistente del RNE

Igualmente, es necesario calcular las dimensiones de las losas, determinando la dirección que será igual a su menor longitud. Existen excepciones a esta regla en función del método constructivo.

Para las columnas, se deben seguir normas específicas para dimensionarlas basándose en cargas verticales, como se indica en la **Tabla 3**. Según la Norma E.030 del RNE, se deben cumplir ciertos requerimientos para la base de las columnas.

Tabla 3: Peso de la edificación por categoría

A	E.030	1500 kg/m ²	Fundamentales
B	E.030	1250 kg/m ²	Relevantes
C	E.030	1000 kg/m ²	Habituales

Fuente: Norma E.030

Se hará uso de varias normas para el análisis, entre las que se incluyen las Normas E.020, E.030, E.050, E.060 (Concreto), así como las normas del Instituto Americano del Concreto (ACI), en particular ACI 318 y ACI 350.

Para llevar a cabo el análisis de los desplazamientos, se utilizará el software Etabs, incorporando tanto la información del RNE como los datos obtenidos del laboratorio de suelos.

En cuanto a las consideraciones de resistencia al terremoto establecidas en el RNE E-030, 2018, se han establecido las siguientes: Se determina una zonificación, dado que la geografía del Perú se divide en cuatro áreas como se aprecia en la **figura 2**. Según la ubicación de cada zona, se asigna su grado de sismicidad o factor de zona "Z". Se proporcionará un gráfico que ilustra esta distribución a continuación.



Figura 2: Mapa de clasificación sísmica

Fuente: Norma E.030 Diseño Sismorresistente del RNE.

En adición, en la **tabla 4** se muestra los factores de zona a utilizar dependiendo de la ubicación del proyecto será proporcionada. Esta información es vital para el análisis y la correcta ejecución del plan.

Tabla 4: Factores de Zonificación "Z"

SISMICIDAD	ZONA	Z
Muy alta	4	0.45
Elevada	3	0.35
Moderada	2	0.25
Reducida	1	0.10

Fuente: Norma E.030 Diseño Sismorresistente del RNE

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

El objetivo principal de la investigación fue determinar el efecto de la adición del polietileno en el concreto para analizar el comportamiento sísmico de un edificio aporticado multifamiliar de seis niveles en la Urbanización Los Jardines, Sayán, Huaura, mediante la adición de polietileno al concreto. La investigación se centró en obtener información relevante que permita comprender cómo el uso de polietileno modifica el comportamiento sísmico de la estructura. Asimismo, se busca incorporar nuevos conocimientos provenientes de estudios previos realizados por otros investigadores. En este sentido, el enfoque de la investigación fue de naturaleza aplicada, con el propósito de generar aportes prácticos y aplicables al campo del diseño y construcción de edificios de múltiples pisos en la mencionada ubicación geográfica.

En cuanto a la investigación aplicada, Lozada sustenta al respecto:

La investigación aplicada busca la generación de conocimiento con aplicación directa a los problemas de la sociedad o el sector productivo. Esta se basa fundamentalmente en los hallazgos tecnológicos de la investigación básica, ocupándose del proceso de enlace entre la teoría y el producto [...]. (2014, p. 34).

Diseño de investigación

La investigación experimental implica exponer un objeto o un conjunto de sujetos a ciertas condiciones o tratamientos específicos (variable independiente) con el fin de estudiar las respuestas o efectos resultantes (variable dependiente) (Arias, 2012, p. 34).

De acuerdo al concepto el tipo de diseño de investigación fue experimental. Esto implica que se buscara observar los cambios que sucedan a lo largo del tiempo en

una población específica, en este caso, las muestras de concreto estándar en comparación con las muestras de concreto incorporado con polietileno en diferentes porcentajes.

3.2 Variables y Operacionalización

Variable

Se trata de la detallada explicación de las reglas y métodos que el investigador empleará para definir objetivamente las variables en su estudio, basándose en la información derivada de conocimientos científicos anteriores y su propia experiencia (Oyola, 2021, p.2). La operacionalización es un paso clave en la investigación, que detalla cómo se manejarán las variables dentro del estudio. En este caso, el investigador tiene claramente definido tanto la variable independiente como las dependientes, lo cual proporciona una estructura clara para el desarrollo del estudio.

Para este estudio, las variables aplicadas son:

- Variable Independiente: Adición de polietileno al concreto
- Variable dependiente: Análisis sísmico.

Operacionalización

La operacionalización es el proceso de convertir una variable teórica compleja en variables empíricas y directamente observables para facilitar su medición. (Medina, 2014, p.11).

La definición operacional es la interpretación específica de un concepto dentro del contexto de un estudio. Esta puede variar de la definición etimológica común, ajustándose al propósito de la investigación.

Para un entendimiento más profundo de cómo se aplica este concepto en el estudio actual, se puede visualizar anexos 1 y 2.

3.3 Población, muestra y muestreo

Población

El grupo de estudio se refiere a una colección específica y delimitada de casos, seleccionados por su accesibilidad, que sirven como base para escoger la muestra

según criterios establecidos previamente (Gómez, et al., 2016, p. 1). La población de estudio se definió en base a las variables investigativas. En cuanto a la variable independiente, que es la adición de polietileno al concreto, se consideró la totalidad de las muestras que serán sometidas a pruebas de resistencia y compresión. En lo que respecta a las variables dependientes, que abarcan el análisis sísmico, se implementarán en el edificio de seis pisos situado en la Urbanización Los Jardines, Sayán, Huaura.

Muestra

Los autores Hernández, Fernández y Baptista (2014) sostienen que, en el contexto de la investigación cuantitativa, la muestra es un subconjunto de la población general, recopilando datos con la expectativa de que sea un reflejo preciso y representativo de la población total (p.172). Este concepto de muestra en la investigación cuantitativa es fundamental para entender el propósito y la importancia de la selección de muestras en cualquier estudio. Una muestra adecuadamente seleccionada y representativa asegura la calidad y la validez de los datos recogidos y, por ende, de las conclusiones derivadas de estos. Al mencionar que la muestra es cuidadosamente seleccionada y definida, los autores subrayan la necesidad de un proceso de selección riguroso y bien pensado para garantizar que la muestra sea verdaderamente representativa de la población más amplia.

Dando continuidad a lo anterior, en la tabla 5 se puede apreciar la muestra para la variable independiente. Según se indica, esta constará de 36 probetas en total. Esto nos brindó una visión clara del tamaño de la muestra con la que se trabajó en este estudio.

Tabla 5: *Numero de muestra de probetas*

CURADO	PATRON	PROBETAS			TOTAL
		C1: 5%	C2: 7%	C3: 10.5%	
7 DÍAS	3	3	3	3	12
14 DÍAS	3	3	3	3	12
28 DÍAS	3	3	3	3	12
TOTAL					36

Fuente: Elaboración propia

En cuanto para los variables independientes, se realizó el análisis sísmico estático de un edificio de 6 niveles, Urbanización Los Jardines, Sayán, Huaura.

Muestreo

Por las características de la investigación, el muestreo para el estudio experimental fue no probabilístico. El muestro no probabilístico se aplica cuando obtener una muestra probabilística resulta difícil. Esta técnica, basada en el criterio personal del investigador, no utiliza selección aleatoria, desconociéndose la probabilidad de elegir cada elemento y sin igualdad en oportunidades de selección (Vásquez María, 2017, p. 9).

Unidad de análisis

Este corresponde al conjunto de probetas que se van a examinar.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas

Las técnicas de investigación son herramientas vitales en cualquier estudio científico. Proporcionan un marco que ayuda a los investigadores a abordar su investigación de manera metódica y sistemática. Las técnicas de investigación comprenden una serie de etapas que guían a los investigadores a lo largo de cada fase del proceso de investigación científica (Carrasco, 2005, p. 274).

En esta investigación la técnica que se empleo fue la observación que permitirá realizar el registro sistemático, además, se realizó el uso de la técnica de datos secundarios, que consiste en recoger información proveniente de otros autores y en realizar una revisión de documentos tanto físicos como digitales.

Instrumentos

La recolección de datos cuantitativos implica reunir y analizar datos numéricos mediante estadísticas. Se usa comúnmente en experimentos para medir variables y determinar relaciones entre ellas. Las entrevistas para esta recolección son estructuradas y limitadas a preguntas predefinidas (QuestionPro, 2023, parr. 1).

Teniendo en cuenta lo anterior, el instrumento que se empleo es la ficha de recolección de datos, que se establecerá de acuerdo a las normativas a emplear.

3.5 Procedimientos

En el marco de la investigación, fue esencial llevar a cabo pruebas físicas en los agregados, incluyendo el agregado grueso, fino y el de reemplazo parcial, como la granulometría, el volumen unitario, la densidad relativa y la absorción. Posteriormente, estos se analizarán y se diseñará la mezcla siguiendo el método del ACI 211. Luego, se realizaron mezclas estándar y mezclas con sustituciones parciales de 5%, 7% y al 10.5%. Tras la preparación de las mezclas, estas se introdujeron en las probetas y, una vez hayan endurecido a los 7, 14 y 28 días, se procedió a romperlas para evaluar la capacidad de resistir compresiones de cada muestra y determinar cuál es el más eficaz. Estos resultados serán cruciales para el estudio "Análisis sísmico de un edificio aporticado multifamiliar de 6 niveles adicionando polietileno al concreto, Urbanización los Jardines, Sayán-Huaura-Lima". El diseño se realizó utilizando el programa Etabs, y también se utilizaron planillas de Excel para prever su actuación frente a un posible evento sísmico, todo esto respaldado por el RNE E.030.

3.6 Método de análisis de datos

Esta exploración ha recopilado datos de una variedad de fuentes, incluyendo trabajos de otros investigadores y artículos indexados, con el propósito de alcanzar los objetivos planteados. Todas las citas se referenciarán de forma adecuada, honrando la autoría original.

3.7 Aspectos éticos

Los aspectos éticos de la investigación incluyen un enfoque genuino y honesto de la metodología utilizada, asegurando la validez de los resultados y fomentando manipulaciones éticas. Además, se debe asegurar el consentimiento protegiendo la privacidad y confidencialidad de la información recopilada y de acuerdo con las políticas de la institución académica. Esto contribuirá a la mejora en la educación de los estudiantes de ingeniería mediante el desarrollo de soluciones seguras y eficaces para la construcción de infraestructuras, lo que tendrá un impacto positivo, esto ayudará a mejorar la formación de los estudiantes de ingeniería mediante el desarrollo de soluciones seguras y eficaces para la construcción de infraestructura, lo que tendrá un impacto positivo en el bienestar y la protección de la sociedad.

IV. RESULTADOS

4.1 Especificaciones del proyecto

Ubicación del área de estudio

El área de investigación está situada en la Calle Las Palmeras, en la urbanización Los Jardines, en el distrito de Sayán, provincia de Huaura, en el departamento de Lima. El terreno objeto de estudio abarca una superficie de 168.2885 metros cuadrados, con una longitud de 8.03 metros tanto en la parte frontal como en la posterior y una anchura de 20.96 metros en ambos lados. En la **figura 3** se puede observar la ubicación de la zona del proyecto.

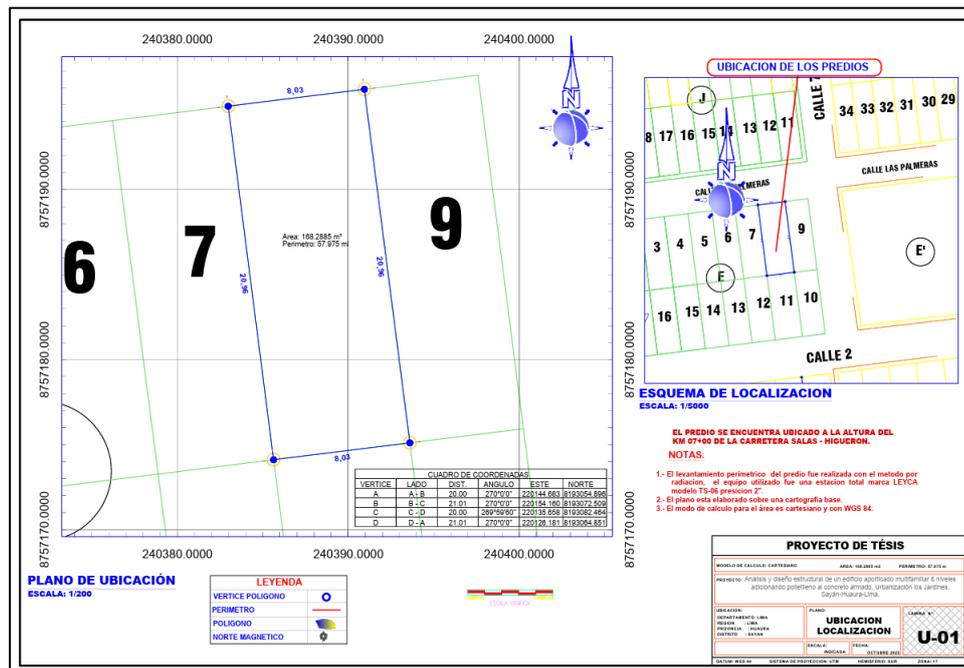


Figura 3. Ubicación del área del proyecto

Fuente: Elaboración Propia

Geomorfología

El área de estudio se sitúa en la región costera central de Perú, situada al norte de Lima. Esta localización se define según la información proporcionada en el Mapa Geológico del Cuadrángulo de Lima.

Sismicidad

Según lo indicado en la figura N° 2, el área de estudio se encuentra en la Zona IV, reconocida por su intensa actividad sísmica de acuerdo con el Mapa de Clasificación Sísmica de Perú, conforme a los requisitos de la Normativa de Diseño Sísmico E 030, estipulada en el Reglamento Nacional de Edificación.

El factor de suelo "S" y el factor de zona "Z" verificado de acuerdo a la norma E.030 y vista en la tabla N° 4 son:

- Factor de Tipo, $S = 1,05$ (Para terreno normal)
- Factor de Zonificación Sísmica, $Z = 0,45g$

Con estos factores identificados de acuerdo a los resultados de laboratorio de EMS se determinó los periodos T_p y T_I de acuerdo a la tabla N° 5:

- $T_p = 0,6$
- $T_I = 2,0$

Investigaciones de campo

Pozos de exploración

La investigación en mecánica de suelos fue clave para el análisis sísmico del edificio con marcos en el programa ETABS. Esta investigación se efectuó con la finalidad de determinar las propiedades del terreno seleccionado para el proyecto de construcción. Para este propósito, se extrajeron muestras de suelo directamente del

sitio. La figura 4 muestra la calicata con una profundidad de 2.50 m que se realizó para obtener estas muestras para el EMS.



Figura 4. Calicata C-1

Fuente: Elaboración Propia

4.2 Método y Procedimiento para la Elaboración de la Mezcla de Hormigón

Análisis Granulométrico para el Agregado Grueso (ASTM C136)

Para obtener un análisis preciso de la granulometría del agregado grueso utilizado en este estudio, se realizaron ensayos específicos en el laboratorio MTL GEOTECNIA. Estos ensayos se llevaron a cabo siguiendo estrictamente el método estipulado por la normativa ASTM C136-06, un estándar reconocido internacionalmente para el análisis granulométrico. Este método implica la separación de las partículas de agregado mediante tamices de diferentes tamaños y la evaluación de su distribución por peso.

Asimismo, en la figura 5 se aprecia las derivaciones del análisis granulométrico del agregado pesado, y en la Tabla 6 se presentan los resultados de las características físicas del material obtenidas en el laboratorio.

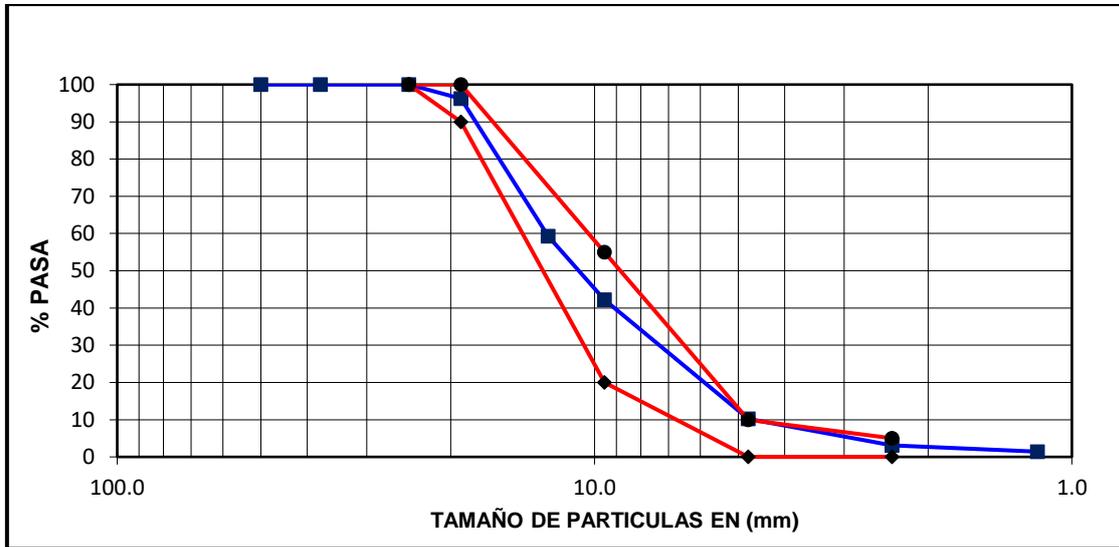


Figura 5. Curva granulométrica agregado grueso

Fuente: Ensayo de Laboratorio de Suelos MTL GEOTECNIA

Tabla 6. Características físicas del agregado de mayor tamaño

Características físicas del agregado grueso	
Índice de Finura	6.43
Densidad Suelta (Kg/m ³)	1469
Densidad Compactada (Kg/m ³)	1629
Densidad Relativa	2.66
Nivel de Humedad (%)	0.4
Tasa de Absorción (%)	0.7

Fuente: Ensayos de Laboratorio de Suelos MTL GEOTECNIA

Granulometría del agregado fino (ASTM C136)

Para el análisis granulométrico del agregado fino se efectuaron ensayos siguiendo métodos estandarizados como el ASTM C136 para asegurar la fiabilidad de los resultados. Los datos obtenidos se detallan en la Figura 6, mostrando la distribución porcentual del tamaño del agregado. La Figura 5 presenta el perfil granulométrico, y en la tabla 7 las propiedades físicas del agregado fino.

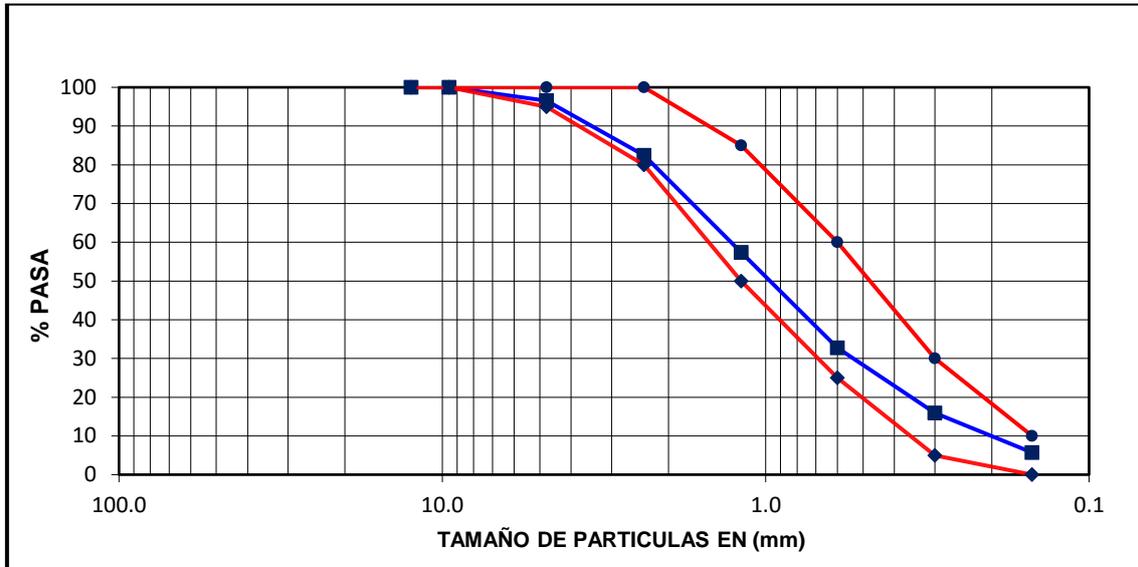


Figura 6. Curva granulométrica agregado fino.

Fuente: Ensayo de Laboratorio de Suelos MTL GEOTECNIA

Tabla 7. Propiedades físicas del agregado fino

Características AG	
Índice de Finura	3.09
Densidad Suelta (Kg/m ³)	1575
Densidad Compactada (Kg/m ³)	1780
Densidad Relativa	2.65
Nivel de Humedad (%)	1.62
Tasa de Absorción (%)	1.65

Fuente: Ensayos de Laboratorio de Suelos MTL GEOTECNIA

Para una comprensión más detallada de las propiedades de los agregados utilizados en este estudio, los resultados completos y específicos de los ensayos, que incluyen el análisis granulométrico, el peso unitario de los agregados finos y gruesos, tanto en estado compactado como suelto, el volumen específico y la capacidad de absorción de los agregados finos y gruesos, la densidad específica, y la retención de agua, se encuentran documentados en el anexo 17. Estos ensayos son fundamentales para evaluar las propiedades físicas y mecánicas de los agregados y su influencia en la calidad y comportamiento del concreto.

Diseño de mezcla del concreto

El diseño de mezclas de concreto es crucial en construcción, estableciendo resistencia, acabado y manejabilidad del material (Cordero, et al., 2023, p. 18). En este estudio, el diseño se ha enfocado en una mezcla de concreto con una resistencia específica de 210 kg/cm². Este nivel de resistencia es seleccionado cuidadosamente para asegurar que el concreto cumpla con los requisitos estructurales y de durabilidad necesarios para la edificación propuesta.

Además, un aspecto vital en el aseguramiento de la calidad y rendimiento del concreto es el proceso de curado. En este caso, el concreto ha sido sometido a un periodo de curado controlado, con ensayos físicos realizados en intervalos de 7, 14 y 28 días.

Valores de diseño

Selección del asentamiento

La determinación del asentamiento se realizó siguiendo las directrices de la normativa del ACI 211, la cual establece lo siguiente:

Tabla 8. *Asentamiento (Revenimiento)*

Tipo de construcción	SLUMP	
	Máximo (pulg)	Mínimo (pulg)
Fundaciones y zapatas, bases de cimentación y muros de subestructura básicos	3	1
Vigas y paredes reforzadas	4	1
Pilares para construcciones	4	1
Caminos y losas	3	1
Hormigón voluminoso	3	1

Fuente: Comité 211 del ACI

Como el proyecto realizado es una edificación aporricada el revenimiento seleccionado es de **3" - 4"**.

Tamaño máximo nominal.

El tamaño máximo nominal del agregado se determinó de acuerdo a la tabla 8.

Tabla 9. Valores recomendados de TMN según el tipo de construcción

Dimensión (cm)	Tamaño máximo nominal en mm (pulg)			
	Muros reforzados, vigas y columnas	Muros sin refuerzo	Losas muy reforzadas	Losas sin refuerzo
6 - 15	12 (1/2") - 19 (3/4")	19 (3/4")	19 (3/4")	19 (3/4") - 38 (1½")
19 -29	19 (3/4") - 38 (1½")	38 (1½")	38 (1½") - 76 (3")	-
30 - 74	38 (1½") - 76 (3")	76 (3")	38 (1½") - 76 (3")	76 (3")
75 o mas	38 (1½") - 76 (3")	152 (6")	38 (1½") - 76 (3")	76 (3") - 152 (6")

Fuente: Comité 116 del ACI

Según la tabla referida para edificaciones aporricada y considerando la dimensión mínima del elemento estructural, se determinó que el tamaño máximo nominal del agregado debía ser de ¾".

Relación agua cemento.

Para determinar la relación a/c se basó en función al f'_{cr} , que se halla de acuerdo a la ecuación de la (Tabla 5.3.2.2 ACI 318):

$$210 \leq f'_{c} \leq 350 \rightarrow f'_{cr} = f'_{c} + 85 \quad (1)$$

Siguiendo la ecuación (1), se determinó que el f'_{cr} necesario para alcanzar una resistencia de 210 Kg/cm² en una edificación de seis niveles es de 295 Kg/cm². Con este f'_{cr} , se estableció la relación agua-cemento utilizando la Tabla N°10.

Tabla 10. Relación a/c

Relación a/c (en peso)	
f'cr a los 28 días Kg/cm2	Concreto sin aire incluido
150	0.80
200	0.70
250	0.62
300	0.55

Fuente: Comité 211 del ACI

De acuerdo a la tabla para determinar la relación a/c se tuvo que interpolar linealmente según la ecuación (2):

$$Y = Y_0 + \frac{Y_1 - Y_0}{X_1 - X_0} * (X - X_0) \quad (2)$$

$$Y = 0.62 + \frac{0.55 - 0.62}{300 - 250} * (295 - 250)$$

$$\frac{a}{c} = 0.55$$

Total, de aire incorporado y volumen de agregado pesado

Tabla 11. Aire atrapado y volumen de A.G

Aire atrapado y volumen de AG	
Aire atrapado %	2
Volumen de A. G	0.36

Fuente: Ensayo de Laboratorio de Suelos MTL GEOTECNIA

Diseño de composición patrón – f'c 210 kg/cm²

El diseño de la mezcla se llevó a cabo utilizando cemento Sol tipo I, caracterizado por un peso específico de 3.12 gr/cm³. El procedimiento adoptado para el diseño se desarrolló de la siguiente manera:

- a. **Cálculo de volúmenes absolutos:** La determinación de los volúmenes absolutos se realizó en base a los pesos específicos de los agregados, el agua y el cemento, así como al volumen del aire incorporado. Los resultados de estos cálculos se presentan en la Tabla 12.

Tabla 12. *Cálculo de volúmenes absolutos*

Análisis de diseño				
	Kg/cm ²	Kg/m ³	m ³ /m ³	Bls/m ³
f'c	210.00			
Proporción de cemento		368.39		8.7
Volumen total del cemento			0.1181	
Volumen total del agua			0.2272	
Volumen total del aire			0.0200	
Volumen absoluto				0.365
Volumen total del agregado fino			0.2728	0.635
Volumen total del agregado pesado			0.3619	
Total, de volúmenes absolutos				1.00

Fuente: Elaboración propia

- b. **Cantidad de materiales por m³ en peso seco:** La cantidad de materiales se obtuvo de acuerdo a los resultados de volúmenes absolutos.

Tabla 13. *Cantidad de materiales por m³ (peso seco)*

Cantidad de materiales por m³ para valores de diseño	
	Kg/m ³
Cemento	368
H ₂ O	227
AF seco	723
AG seco	963
Peso de la mezcla	2281

Fuente: Elaboración propia

- c. Corrección por humedad del agregado:** Las correcciones de humedad, basadas en el estado de los agregados finos y pesados de las Tablas 6 y 7.

$$\text{Agregado fino corregido} = (723 * 0.0162) + 723 = 734.6 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Agregado grueso corregido} = (963 * 0.004) + 963 = 966.6 \text{ Kg/m}^3$$

- d. Contribución de agua a los agregados:** Para determinar la contribución de agua se dio de la siguiente manera:

$$\text{Contribución de agua} = \text{Peso de agregado} * (\text{Absorción}\% - \text{Humedad}\%)$$

Por lo tanto, la contribución de agua a los agregados será:

$$\text{Agregado Fino} = 734.6 * (0.0003) = 0.2 \text{ Lts/m}^3$$

$$\text{Agregado Grueso} = 966.6 * (0.003) = 2.9 \text{ Lts/m}^3$$

$$\text{Agua de mezcla corregida} = 227 + (0.2 + 2.9) = 230.3 \text{ Lts/m}^3$$

- e. Cantidad de materiales por m³ en condición húmeda:** Con los datos que se obtuvo en los índices anteriores se halló la cantidad de materiales por m³ en peso húmedo.

$$\text{Cemento} = 368 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Agregado Fino} = 723 * (0.0162) + 723 = 735 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Agregado Grueso} = 963 * (0.004) + 963 = 967 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Agua} = 230 \text{ Lts/m}^3$$

$$\text{Peso de mezcla} = 2300 \text{ Kg/m}^3$$

- f. Volumen de materiales en el sitio (18 lt):** La cantidad de materiales se calculó en función a un recipiente de 18 lt. En la tabla 12 se muestran los totales del volumen de materiales, mientras que en la tabla 13 se detallan las proporciones en peso y volumen.

Tabla 14. Cantidad de materiales en obra (18lt)

Cantidad de materiales (18lt - 0.018m3)	
Cemento (Kg)	6.63
Agua (Lts)	4.15
Agregado Fino (Kg)	13.22
Agregado Grueso (Kg)	17.40

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15. *Proporción de materiales en peso y volumen*

Proporción de materiales en obra		
	Peso p3 (húmedo)	Volumen p3 (húmedo)
C	1	1
A. F	1.99	1.9
A. G	2.62	2.68
H2O	26.6	26.6

Fuente: Elaboración propia

Diseño de mezcla con incorporación de polietileno en el concreto – f'c 210 kg/cm².

El diseño de la mezcla, que incluye la adición de polietileno en sustitución del agregado fino en proporciones del 5%, 7% y 10.5%, se fundamentó en el diseño de la mezcla patrón. La determinación de esta mezcla se realizó de la siguiente manera:

- a. Cantidad de materiales por m³ en peso seco con adición de polietileno:**
Se determinó de acuerdo a los volúmenes absolutos calculados sustituyendo un porcentaje del A.F. En la tabla 16 se muestran los resultados.

Tabla 16. *Materiales en m3 (peso en seco) con adición de polietileno*

Materiales	Cantidad de materiales por m3 (Seco) para valores de diseño		
	% de reemplazo del peso del A. F		
	5% de reemplazo (Kg/m³)	7% de reemplazo (Kg/m³)	10.5% de reemplazo (Kg/m³)
Cemento	368	368	368
Agua	227	227	227
Agregado A. F	687	672	647
Agregado A. G	963	963	963
Polietileno	36.15	50.61	75.915
Peso de la mezcla	2281	2281	2281

Fuente: Elaboración propia

- b. **Corrección por humedad:** Según las condiciones de humedad de agregados se determinó en la 17 las correcciones por humedad con adición de polietileno.

Tabla 17. *Corrección por humedad con adición de polietileno*

	Corrección por humedad		
	5% de reemplazo (Kg/m ³)	7% de reemplazo (Kg/m ³)	10.5% de reemplazo (Kg/m ³)
Agregado fino	697.8	683.1	657.4
Agregado grueso	966.6	966.6	966.6

Fuente: Elaboración propia

- c. **Cantidad de materiales por m³ en peso húmedo con adición de polietileno:**

Tabla 18. *Materiales en m3 (peso en húmedo) con adición de polietileno*

Materiales	Cantidad de materiales por m3 (húmedo) para valores de diseño		
	% de reemplazo del peso del A. F		
	5% de reemplazo (Kg/m ³)	7% de reemplazo (Kg/m ³)	10.5% de reemplazo (Kg/m ³)
Cemento	368	368	368
Agua	230	230	230
Agregado fino húmedo	698	684	658
Agregado Grueso húmedo	967	967	967
Polietileno	36.1	50.6	75.9
Peso de la mezcla	2299	2299	2299

Fuente: Elaboración propia

- d. **Cantidad de materiales en obra con adición de polietileno (18 lt):** Se estableció de manera similar a la mezcla patrón, los resultados se pueden apreciar en la tabla 19, así mismo la proporción en la tabla 20.

Tabla 19. *Cantidad de materiales con % de adición de polietileno*

Cantidad de materiales con adición de polietileno			
Materiales	5% de reemplazo	7% de reemplazo	10.5% de reemplazo
Cemento (Kg)	6.63	6.63	6.63
Agua (Lts)	4.15	4.15	4.15
A.F (Kg)	12.56	1230	11.83
A.G (Kg)	17.4	17.4	17.4
Polietileno (g)	650.6	910.8	1366.2

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20. *Proporción de materiales con adición de polietileno*

Proporción de materiales			
Materiales	5% de reemplazo	7% de reemplazo	10.5% de reemplazo
Peso			
C	1	1	1
A. F	1.89	1.85	1.78
A. G	2.62	2.62	2.62
H2O	26.6	26.6	26.6
Volumen			
C	1	1	1
A. F	1.8	1.77	1.7
A. G	2.68	2.68	2.68
H2O	26.6	26.6	26.6

Fuente: Elaboración propia

4.3 Ensayos realizados

Prueba de asentamiento de concreto fresco (Cono de Abrams ASTM-C143)

La realización de este ensayo se llevó a cabo conforme a los lineamientos de la norma ASTM-C143. Se empleó un molde troncocónico metálico, que cuenta con una altura de 30 cm y diámetros de 20 cm y 10 cm en su base y parte superior, respectivamente. Los resultados de este ensayo se exponen en la tabla 21, además en el anexo 14 se puede visualizar las fotografías respectivas.

Tabla 21. *Ensayo de asentamiento del concreto fresco*

Ensayo de asentamiento	
Muestra	Slump (pulg)
Patrón	4
5% polietileno	3 1/2
7% polietileno	2 3/4
10.5% polietileno	2

Fuente: Ensayo de Laboratorio de Suelos MTL GEOTECNIA

Ensayo de resistencia a la compresión en muestras de concreto

En este ensayo, se aplica una carga axial de forma continua a la muestra hasta su fractura, registrando así su resistencia a la compresión mediante el cálculo del cociente de la máxima carga soportada por la muestra antes de su rotura. La simplicidad de su aplicación lo hace perfecto para determinar la fortaleza del hormigón y controlar su calidad. Todos estos procedimientos se llevaron a cabo conforme a los lineamientos de la Norma ASTM C39.

Resistencia a la compresión del concreto (7 días)

Para el ensayo de resistencia a la compresión realizado a los 7 días, las probetas completaron un periodo de curado correspondiente, resultando en los siguientes hallazgos:

Tabla 22. Resultados del ensayo de rotura del Concreto con Polietileno (7 Días)

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ASTM C39 - NTP 339.034 (7 DÍAS)						
Espécimen	Fecha de vaciado	Área (cm²)	Fuerza máxima (kgf)	Esfuerzo (kg/cm²)	% F'c	Esfuerzo promedio (kg/cm²)
Patrón	4/10/2023	78.5	12613.7	160.6	76.5	
Patrón	4/10/2023	78.5	11777.5	150	71.4	156
Patrón	4/10/2023	78.5	12246.6	155.9	74.2	
Polietileno 5%	4/10/2023	78.5	14428.8	183.7	87.5	
Polietileno 5%	4/10/2023	78.5	13419.3	170.9	81.4	177
Polietileno 5%	4/10/2023	78.5	13735.4	174.9	83.3	
Polietileno 7%	4/10/2023	78.5	12419.9	158.1	75.3	
Polietileno 7%	4/10/2023	78.5	12307.8	156.7	74.6	160
Polietileno 7%	4/10/2023	78.5	12950.2	164.9	78.5	
Polietileno 10.5%	4/10/2023	78.5	11502.2	146.5	69.76	
Polietileno 10.5%	4/10/2023	78.5	13623.2	173.5	82.6	157
Polietileno 10.5%	4/10/2023	78.5	11961.1	152.3	72.5	

Fuente: Elaboración propia

Basándose en los datos de la Tabla 22, se elaboró un gráfico de barras que presenta la variación de los resultados con adición de polietileno.

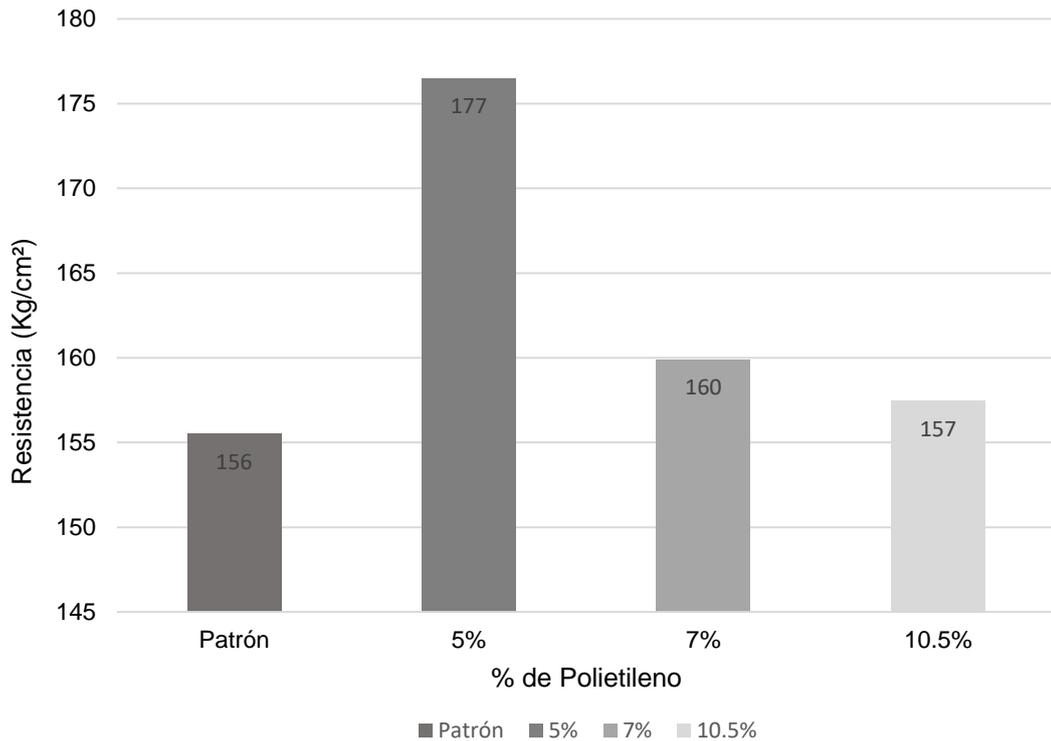


Figura 7: Resultados de la Resistencia a la Compresión del Concreto con Polietileno (7 Días)

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: La Figura 7 muestra que la resistencia a la compresión promedio del concreto con polietileno a los 7 días varía según la proporción de polietileno añadida. La muestra patrón alcanzó 156 kg/cm², lo que representa el 74% de la resistencia de diseño (210 kg/cm²). Con un 5% de polietileno, la resistencia aumentó a 177 kg/cm² (84%), mientras que con un 7% se obtuvo 160 kg/cm² (76%). La adición de un 10.5% de polietileno resultó en una resistencia de 157 kg/cm², equivalente al 75% de la resistencia de diseño.

Este conjunto de resultados sugiere que la adición de polietileno provoca un efecto significativo en la capacidad de compresión del hormigón a corto plazo. Es notable que un 5% de polietileno incrementó la resistencia en mayor medida en comparación con las otras proporciones. Esto podría indicar un punto óptimo de adición de polietileno para mejorar la resistencia del concreto a los 7 días, aunque es necesario considerar otros factores como la trabajabilidad y la durabilidad a largo plazo para determinar la proporción más efectiva.

Resistencia a la compresión del concreto (14 días)

Para el test de resistencia a la compresión realizado a los catorce, las probetas completaron un periodo de curado correspondiente, arrojando los siguientes datos:

Tabla 23. Resultados del ensayo de rotura del concreto con Polietileno (14 Días)

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ASTM C39 - NTP 339.034 (14 DÍAS)						
Espécimen	Fecha de vaciado	Área (cm²)	Fuerza máxima (kgf)	Esfuerzo (kg/cm²)	% F'c	Esfuerzo promedio (kg/cm²)
Patrón	11/10/2023	78.5	16325.4	207.9	99.0	
Patrón	11/10/2023	78.5	17202.3	219.0	104.3	219
Patrón	11/10/2023	78.5	18048.7	229.8	109.4	
Polietileno 5%	11/10/2023	78.5	17192.1	218.9	104.2	
Polietileno 5%	11/10/2023	78.5	16172.4	205.9	98.1	216
Polietileno 5%	11/10/2023	78.5	17569.4	223.7	106.5	
Polietileno 7%	11/10/2023	78.5	17426.7	221.9	105.7	
Polietileno 7%	11/10/2023	78.5	14938.6	190.2	90.6	206
Polietileno 7%	11/10/2023	78.5	16060.3	204.5	97.4	
Polietileno 10.5%	11/10/2023	78.5	14663.3	186.7	88.90	
Polietileno 10.5%	11/10/2023	78.5	16101.1	205.0	97.6	204
Polietileno 10.5%	11/10/2023	78.5	17232.9	219.4	104.5	

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los datos de la Tabla 23, se elaboró un gráfico de barras que presenta la variación de los resultados con adición de polietileno.

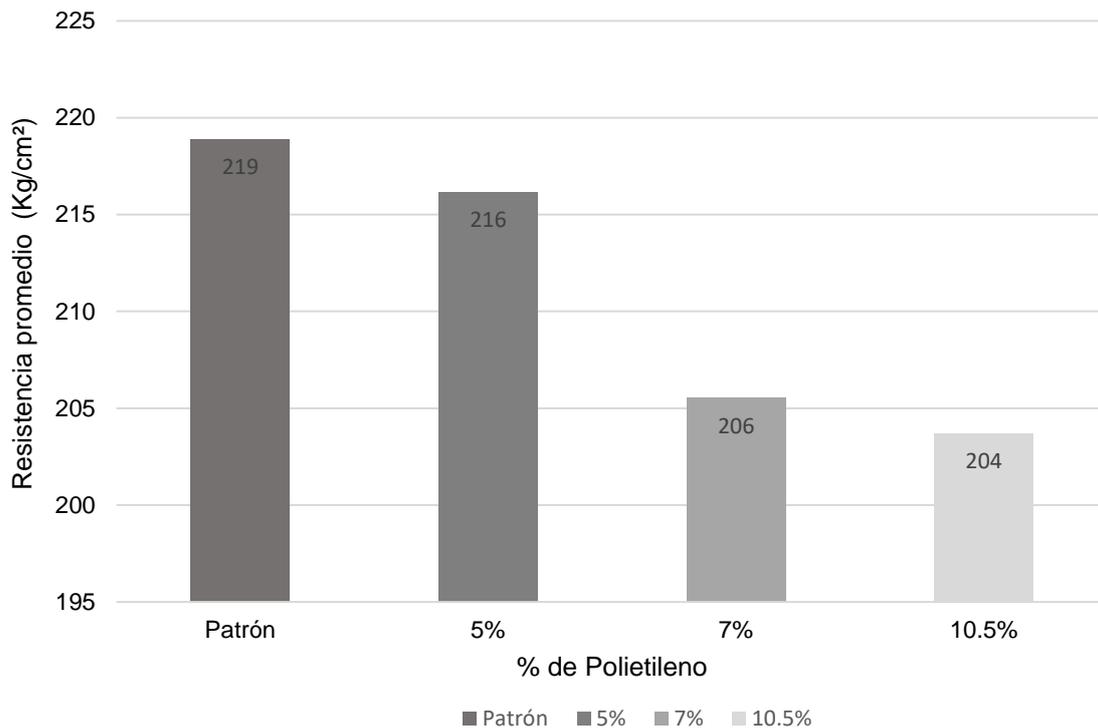


Figura 8: Resultados de la Resistencia a la Compresión del Concreto con Polietileno (14 Días)

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: La Figura 7 para los resultados a 14 días muestra que la capacidad de compresión del concreto con polietileno varía ligeramente con proporción del aditivo. La muestra de control alcanzó una capacidad de 219 kg/cm² (104% de la resistencia de diseño), mientras que la mezcla con un 5% de polietileno registró 216 kg/cm² (103%). Las mezclas con un 7% y un 10.5% de polietileno alcanzaron resistencias de 206 kg/cm² (98%) y 204 kg/cm² (97%), respectivamente.

A los 14 días, todas las mezclas, incluyendo el patrón, superaron la resistencia de diseño (210 kg/cm²). Sin embargo, la disminución en la resistencia con mayores porcentajes de polietileno sugiere que la influencia de este aditivo es más limitada a medida que aumenta su proporción. Esto puede indicar una relación entre la cantidad de polietileno y la eficacia en el fortalecimiento del concreto a mediano plazo, resaltando la importancia de optimizar la proporción de polietileno para lograr un equilibrio entre resistencia y otras propiedades del concreto.

Resistencia a la compresión del concreto (28 días)

Para el ensayo de resistencia a la compresión realizado a los 28 días, las probetas completaron un periodo de curado correspondiente, donde se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 24. Resultados del ensayo de rotura del concreto con Polietileno (28 Días)

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ASTM C39 - NTP 339.034 (28 DÍAS)						
Espécimen	Fecha de vaciado	Área (cm²)	Fuerza máxima (kgf)	Esfuerzo (kg/cm²)	% F'c	Esfuerzo promedio (kg/cm²)
Patrón	11/10/2023	78.5	18670.7	237.7	113.2	
Patrón	11/10/2023	78.5	18293.4	232.9	110.9	242
Patrón	11/10/2023	78.5	20149.3	256.5	122.2	
Polietileno 5%	11/10/2023	78.5	19792.4	252.0	120.0	
Polietileno 5%	11/10/2023	78.5	21761.1	277.1	131.9	270
Polietileno 5%	11/10/2023	78.5	22014.7	280.3	133.5	
Polietileno 7%	11/10/2023	78.5	19680.2	250.6	119.3	
Polietileno 7%	11/10/2023	78.5	19129.6	243.6	116.0	249
Polietileno 7%	11/10/2023	78.5	19853.6	252.8	120.4	
Polietileno 10.5%	11/10/2023	78.5	17559.2	223.6	106.46	
Polietileno 10.5%	11/10/2023	78.5	18262.8	232.5	110.7	231
Polietileno 10.5%	11/10/2023	78.5	18507.6	235.6	112.2	

Fuente: Elaboración propia

Basándose en los datos de la Tabla 24, se elaboró un gráfico de barras que presenta la variación de los resultados con adición de polietileno.

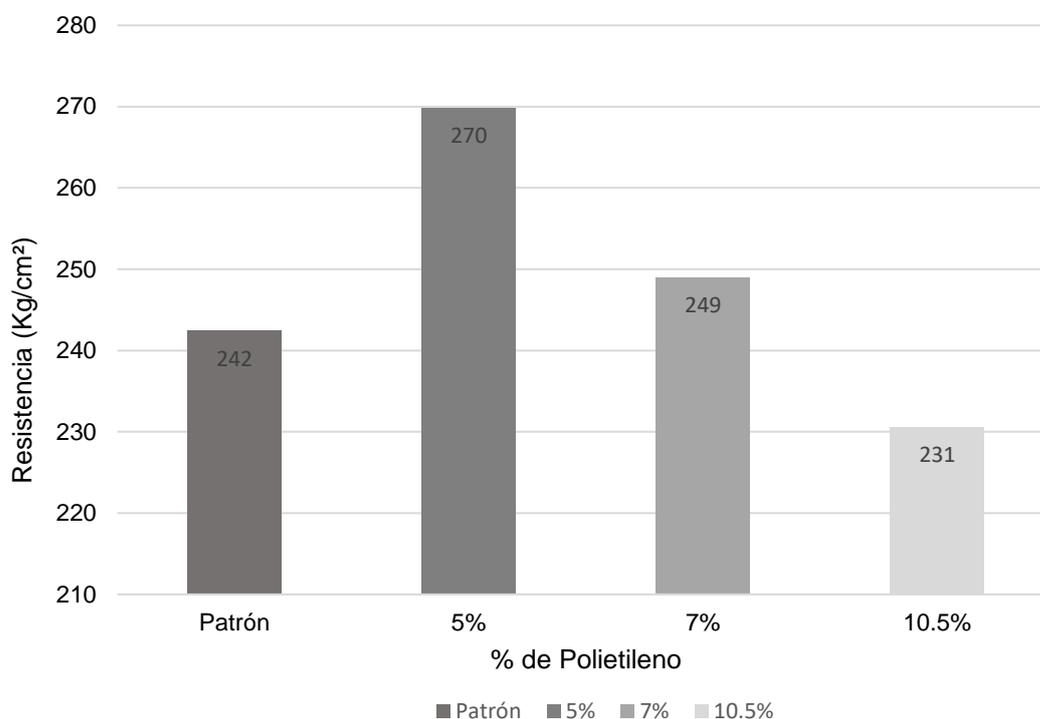


Figura 9: Resultados de la Resistencia a la Compresión del Concreto con Polietileno (28 Días)

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la Figura 8, correspondiente a los 28 días, se observa un patrón interesante en la capacidad de compresión. La muestra de control mostró una resistencia de 242 kg/cm² (115% de la resistencia esperada), mientras que la adición de un 5% de polietileno llevó la capacidad a 270 kg/cm² (128%). Con un 7% de polietileno, la resistencia fue de 249 kg/cm² (119%), y con un 10.5% de polietileno, se observó una capacidad de 231 kg/cm² (110%).

A los 28 días, todas las mezclas superaron significativamente la resistencia de diseño. Es notable el aumento de resistencia con la adición de polietileno, especialmente en la mezcla con un 5%. Estos resultados sugieren que el polietileno puede mejorar la resistencia a largo plazo del concreto, aunque se observa una disminución en la efectividad con cantidades mayores del 10.5%. Este fenómeno destaca la relevancia de una dosificación adecuada del polietileno para optimizar las cualidades mecánicas del concreto.

Resumen de los promedios de la resistencia a la compresión del concreto endurecido

Los promedios resultantes de los ensayos de compresión de los especímenes se han compilado y resumido, y se presentan en la Tabla 25.

Tabla 25. Resumen de resultados de resistencia a la compresión

Poliétileno (% A.F)	Edad		
	7 días (kg/cm ²)	14 días (kg/cm ²)	28 días (kg/cm ²)
Patrón	156	219	242
5%	177	216	270
7%	160	206	249
10.50%	157	204	231

Fuente: Elaboración propia

Análisis de costo de materiales por m³ de concreto con adición de polietileno al agregado fino.

El análisis de costos se llevó a cabo considerando la incorporación de polietileno en proporciones del 5% y 7% como reemplazo. Esta elección se basó en que estas cantidades lograron superar la resistencia de diseño a los 28 días, según se detalla en la tabla correspondiente. Dicho análisis demuestra la viabilidad y eficacia de estas proporciones en términos de resistencia y costos.

Tabla 26. Costo de materiales agregados para los porcentajes de reemplazo

Materiales	Cantidad PET		P. U	Importe	
	5%	7%		5%	7%
Cemento (bls)	9	9	28.5	256.5	256.5
Agua (kg)	227	227	0	0	0
Agregado A. F (m ³)	0.44	0.43	45	19.8	19.35
Agregado A. G (m ³)	0.66	0.65	50	33	32.5
Poliétileno (kg)	36.15	50.61	2.5	90.375	126.525
SUBTOTAL MATERIALES:				399.675	434.875

Fuente: Elaboración propia

4.4 Diseño Sismo Resistente

Predimensionamiento de elementos estructurales

Para el predimensionamiento de los elementos estructurales se siguió estrictamente las directrices del RNE. En la fase inicial del predimensionamiento, se determinaron la sobrecarga, la categoría de la edificación y el peso asociado según la categoría. Estos datos se detallaron en la Tabla 26.

Tabla 27. Características de la edificación

Características para el predimensionamiento		
Características	Datos	Norma empleada
S/C (kg/m ³)	200	RNE - E020 - TABLA N°1
Categoría de edificación	C (Edificaciones comunes)	RNE - E030 - TABLA N°5
Peso Serv. (kg/m ³)	1000	RNE - E030 - TABLA N°6
f'c (kg/cm ²)	210	-
N° de pisos	6	-

Fuente: Elaboración propia

Una vez establecidos los datos necesarios, se procedió con el dimensionamiento de la estructura.

Losa aligerada

El espesor la losa aligerada se determinó siguiendo dos criterios; el primero se basó en la relación S/C. En este caso, considerando una sobrecarga de 200 kg/m³, se empleó la ecuación (3):

$$e = \frac{L}{28} \quad (3)$$

De acuerdo a esto y teniendo en cuenta que la luz más larga con respecto a la dirección de la losa es de 4.20 m, reemplazando en la ecuación:

$$e = 0.15 \text{ m}$$

Para el segundo criterio la ecuación a emplear fue:

$$e = \frac{L}{25} \quad (4)$$

$$e = 0.17 \text{ m}$$

Por criterio el espesor de la losa fue de 20 cm, teniendo el espesor se tiene también el peso propio de la losa según la tabla 27.

Tabla 28. *Peso propio de losa aligerada*

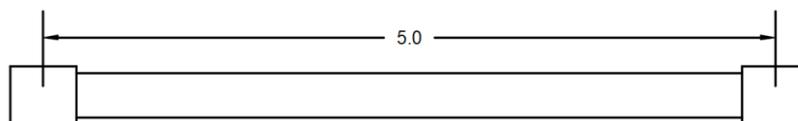
Losas aligeradas en una dirección		
Espesor (m)	Espesor superior (m)	Peso propio (kgf/m ²)
0.17	0.05	280
0.2	0.05	300
0.25	0.05	350
0.3	0.05	402

Fuente: Norma E.020 Cargas.

Según la tabla para un espesor de 20cm tiene un peso conveniente de 300 kgf/m²

Vigas principales (VP)

Se tiene la luz libre más larga de 5m se aplicó dos criterios:



Primer criterio (Peralte):

$$h = \frac{L}{12} \quad (5)$$

$$h = \frac{5}{12} = 0.42\text{m Redondeando } 0.45\text{m}$$

Segundo criterio (Peralte):

$$h = \frac{L}{12}, \frac{L}{10} \quad (6)$$

$$h_1 = \frac{5}{12} = 0.42m \text{ Redondeando } 0.45m, \quad h_2 = \frac{5}{10} = 0.50m$$

De ambos criterios se consideró un peralte de 0.50m

Para determinar el ancho de la base, se tomó en cuenta el peralte considerado y siguiendo el criterio siguiente:

$$\begin{array}{ll} b = 0.30 h & b = 0.25m \\ \text{hasta } b_{min} = 0.25m & \\ b = 0.50 h & b = 0.25m \end{array}$$

Del criterio anterior se consideró un ancho de 0.30m, por lo tanto, la sección de la viga principal fue de VP (0.30x0.50).

Vigas de amarre (VA)

Para calcular la sección de la viga secundaria se realizó mediante la ecuación (7).

$$h = \left(\frac{L}{13} + \frac{L}{15}\right)/2 \quad (7)$$

Donde L es la luz mayor con respecto a las vigas secundarias, en este caso fue de 4.20m, por lo que se obtuvo:

$$h = \left(\frac{4.2}{13} + \frac{4.2}{15}\right)/2 = 0.302 \text{ Redondeando } 0.35m$$

Por lo tanto, la sección de las vigas de amarre que se determinó fue de (VA 0.30x0.35)

Columnas

Para determinar las secciones de las columnas, se tuvieron en cuenta las áreas tributarias máximas correspondientes a cada tipo de columna (Ver anexo 7). En este estudio, se clasificaron las columnas en tres categorías: Esquineras, Excéntricas y Centrales. Cada categoría de columna fue definida y evaluada siguiendo criterios específicos, como se detalla en la Tabla 28.

Tabla 29. Determinación de Coeficientes λ y n

Coeficientes λ y n		
Clasificación de columna	λ	n
Central	1.1	0.3
Perimétrico	1.25	0.25
De esquina	1.5	0.2

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla se empleó dos criterios para hallar el área de la columna, siendo:

$$A_{col} = \frac{P_{servicio}}{0.35 * f'_c} \quad (8)$$

$$A_{col} = \frac{\lambda * PG}{n * f'_c} \quad (9)$$

Según estas ecuaciones se obtuvo las secciones para cada tipo de columna, los resultados se muestran en la tabla 29.

Tabla 30. Resultados de cálculo de secciones de columnas

Sección de columnas según criterio					
Tipo de columna	Criterio A		Criterio B		Sección a emplear (cm)
	b (cm)	h (cm)	b (cm)	h (cm)	
Esquinera (C-1)	30	30	30	30	30x30
Excéntrica (C-2)	30	45	30	60	30x45
Central (C-3)	30	65	30	70	30x65

Fuente: Elaboración propia

4.5 Modelamiento estructural

Antes de proceder con el modelamiento estructural y el análisis sísmico estático del proyecto, fue esencial definir las características específicas del edificio. Esto incluyó la identificación de la zona sísmica, el tipo de suelo, la categoría de uso de la edificación, los períodos de vibración natural, y las especificaciones de los materiales empleados.

Datos determinados para la edificación aporticada:

Especificación de materiales para concreto con aditivo (5% de polietileno):

- $f'c = 270 \text{ kg/cm}^2$.
- Módulo de elasticidad del concreto, $E = 246475.151 \text{ ton/m}^2$.
- Relación de Poisson para el concreto, $\nu = 0.20$.
- Peso específico del concreto, $\gamma = 2.299 \text{ Ton/m}^3$.

Especificaciones del Acero:

- Resistencia al límite elástico del acero, $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$.
- Módulo de elasticidad del acero, $E = 2 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$.

Determinación del Coeficiente Basal de Corte:

Los hallazgos de los estudios de mecánica de suelos (EMS) condujeron a la siguiente determinación de factores:

Para determinar el coeficiente basal se dio de acuerdo a los resultados del tipo de suelo de los estudios de mecánica suelos (EMS), de acuerdo a estos resultados se determinó los siguientes factores en incisos anteriores:

- Factor de Tipo de Suelo, $S = 1.05$ para suelos normales.
- Factor de Zonificación Sísmica, $Z = 0.45g$.
- Coeficiente de Importancia, $U = 1$.
- Periodos característicos, $T_p = 0.6$ y $T_I = 2.0$.

Cálculo del Período Fundamental de Vibración:

Utilizando la ecuación estipulada en la Norma Técnica de Edificaciones E.030.

$$T = \frac{h_n}{CT} \quad (10)$$

Donde:

$h_n = 16.25\text{m}$ (representa la altura total de la edificación)

CT=35

Por lo tanto, se calculó que el período fundamental es $T = 0.464$ segundos.

Determinación del Coeficiente de Amplificación de Movimientos Sísmicos:

Con base en el período esencial, se aplicó la normativa E.030 para establecer coeficiente de amplificación de movimientos sísmicos, resultando un coeficiente:

$$T < T_p \quad C = 2.5$$

Este coeficiente se entiende como el multiplicador que intensifica la aceleración dentro de la estructura en comparación con la aceleración en el terreno (RNE Norma E.030, 2020, p. 17). A partir de estos coeficientes y de acuerdo con la metodología establecida, se calculó el coeficiente basal de corte para el diseño sísmico de la estructura.

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

Tabla 31. Cálculo del coeficiente basal

Coeficiente basal	
h=	16.25
Z=	0.45
U=	1
S=	1.05
C=	2.5
R=	8 (Aporticado)
	0.147

Fuente: Elaboración propia

Tras definir los parámetros necesarios, se modeló en el software ETABS el edificio de seis niveles. La estructura modelada se presenta en la figura 10, que muestra

tanto la vista 3D como la elevación y planta en la figura 11 y 12, facilitando así la evaluación del diseño estructural.

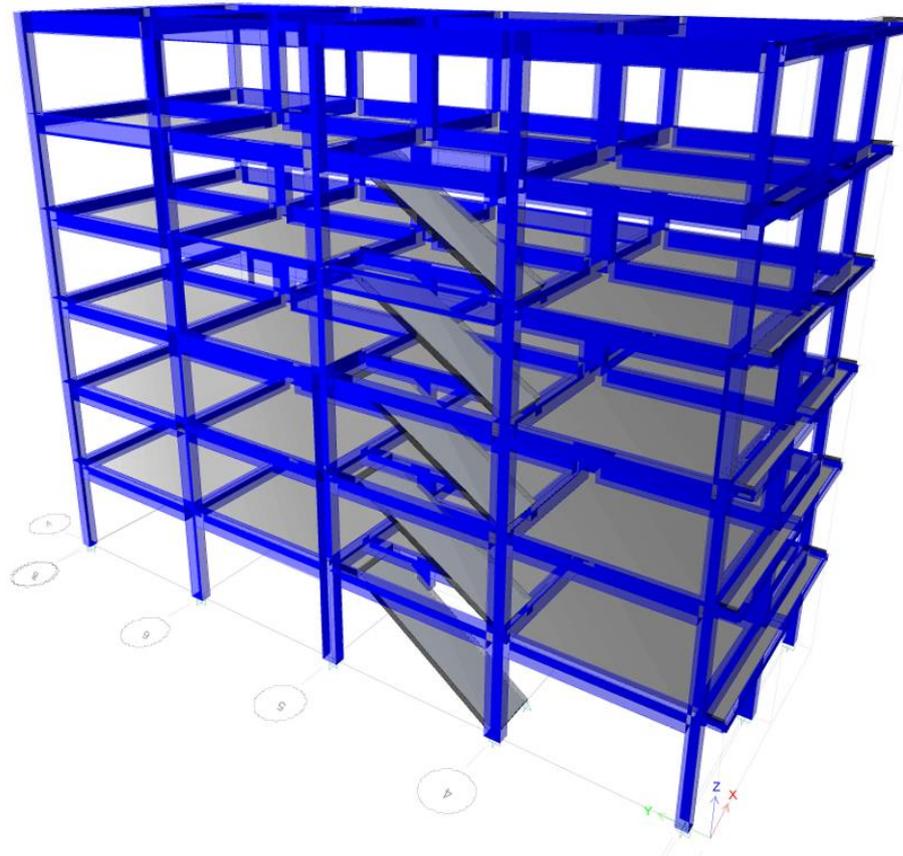


Figura 10. Vista 3D de la edificación aporcionada de 6 niveles

Fuente: Elaboración propia

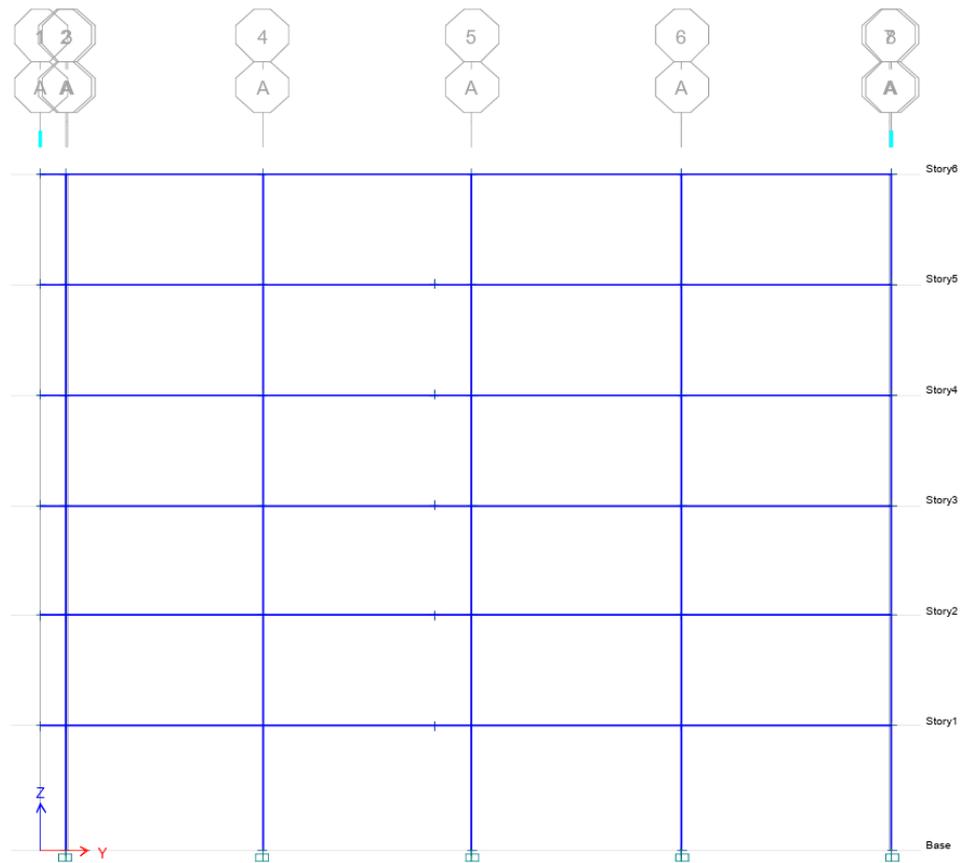


Figura 11. Elevación del edificio aporricado de 6 niveles

Fuente: Elaboración propia

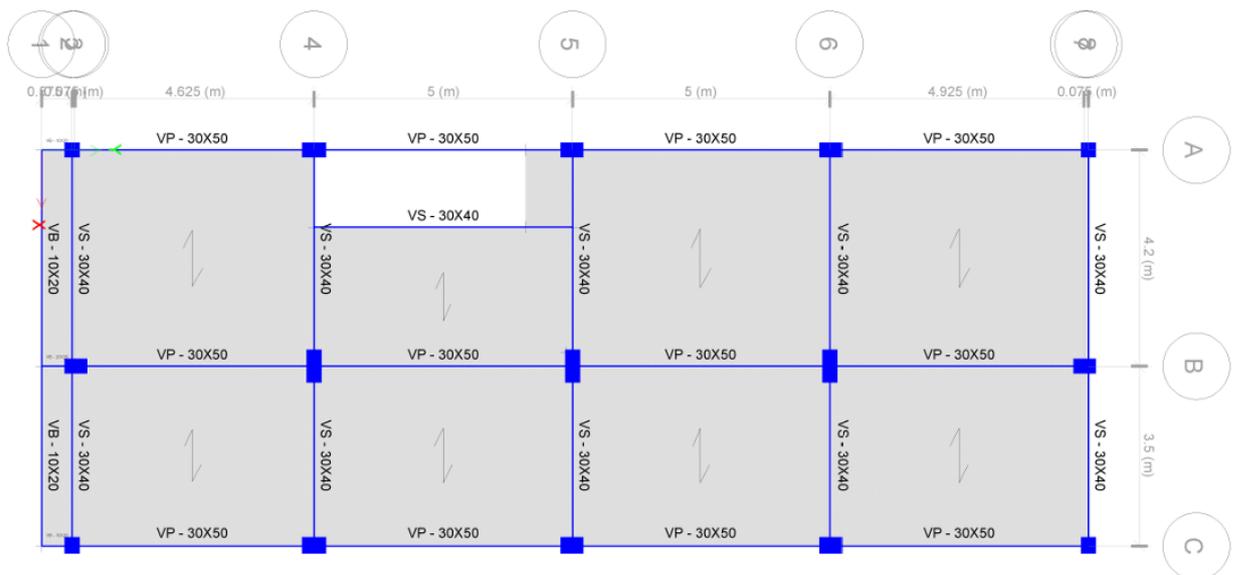


Figura 12. Planta del edificio aporricado de 6 niveles

Fuente: Elaboración propia

Análisis Sísmico Estático

Criterios de Desempeño - Diafragma Rígido

En el análisis sísmico estático de la edificación, se ha considerado fundamental la aplicación del concepto de diafragma rígido. Esta aproximación, que asume que los pisos del edificio actúan como unidades rígidas, es clave para distribuir de manera uniforme las fuerzas sísmicas a los elementos de soporte vertical. La utilización de diafragmas rígidos simplifica el modelo estructural y es esencial para una evaluación precisa de la respuesta sísmica del edificio.

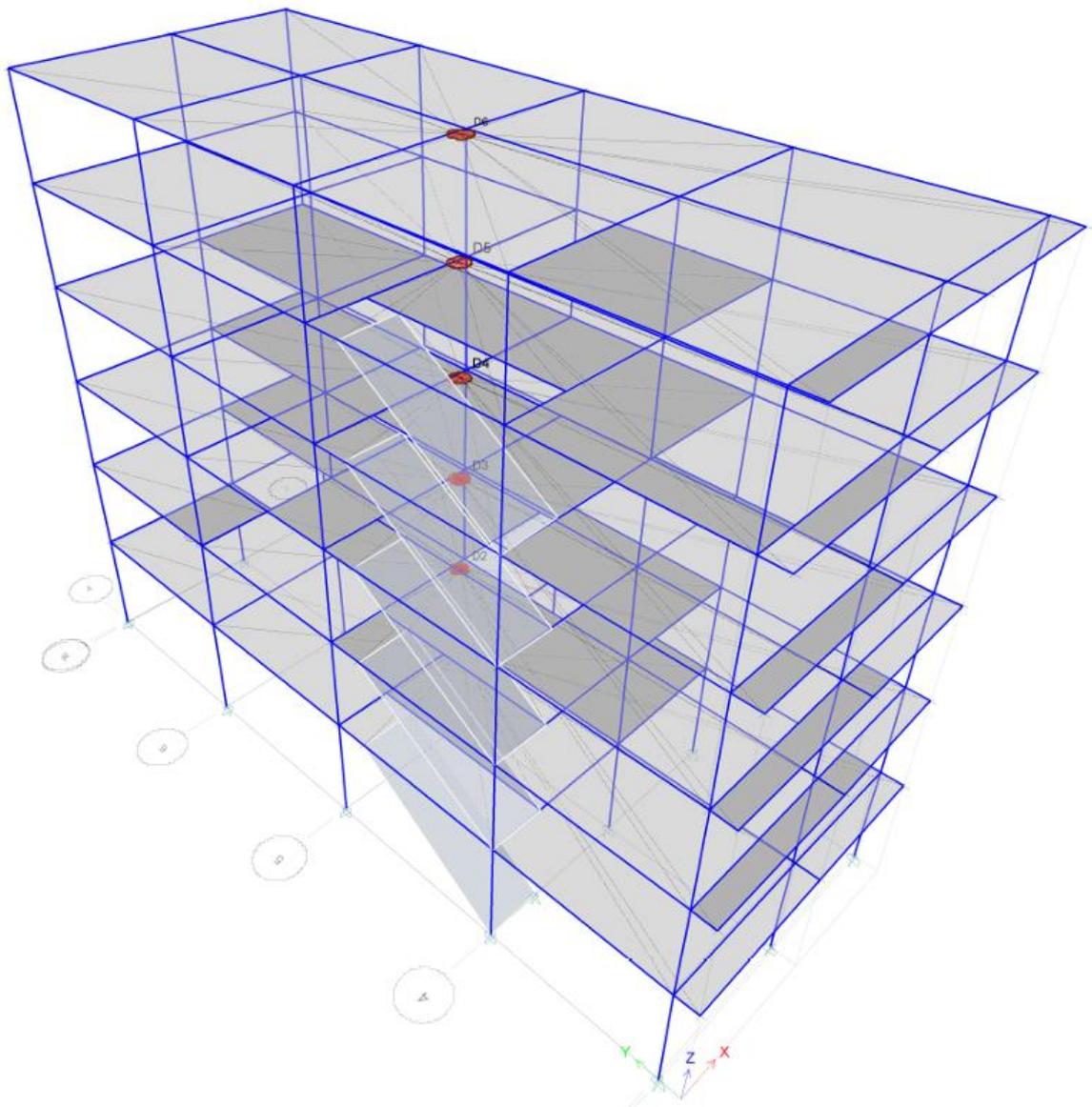


Figura 13. Diafragma rígido de los pisos del edificio aporricado

Fuente: Elaboración propia

Desplazamientos máximos con respecto al sismo estático en “x” – “y”

Los resultados obtenidos para los desplazamientos debido al sismo estático, tanto en el eje X como en el eje Y, fueron documentados en la Tabla 31 y en la Tabla 32 respectivamente.

Tabla 32. Desplazamientos máximos en el eje X de los pisos

Story	Output Case	Case Type	Direction	Maximum mm
Story6	SISMOX	LinStatic	X	30.0956074
Story5	SISMOX	LinStatic	X	27.0762495
Story4	SISMOX	LinStatic	X	22.9913674
Story3	SISMOX	LinStatic	X	17.6990287
Story2	SISMOX	LinStatic	X	11.5300429
Story1	SISMOX	LinStatic	X	5.1043431

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33. Desplazamientos máximos en el eje Y de los pisos

Story	Output Case	Case Type	Direction	Maximum mm
Story6	SISMOY	LinStatic	Y	17.57229
Story5	SISMOY	LinStatic	Y	15.9577164
Story4	SISMOY	LinStatic	Y	13.62111
Story3	SISMOY	LinStatic	Y	10.6318973
Story2	SISMOY	LinStatic	Y	7.1882545
Story1	SISMOY	LinStatic	Y	3.5335821

Fuente: Elaboración propia

La visualización de la deformación se aprecia en la Figura 14.

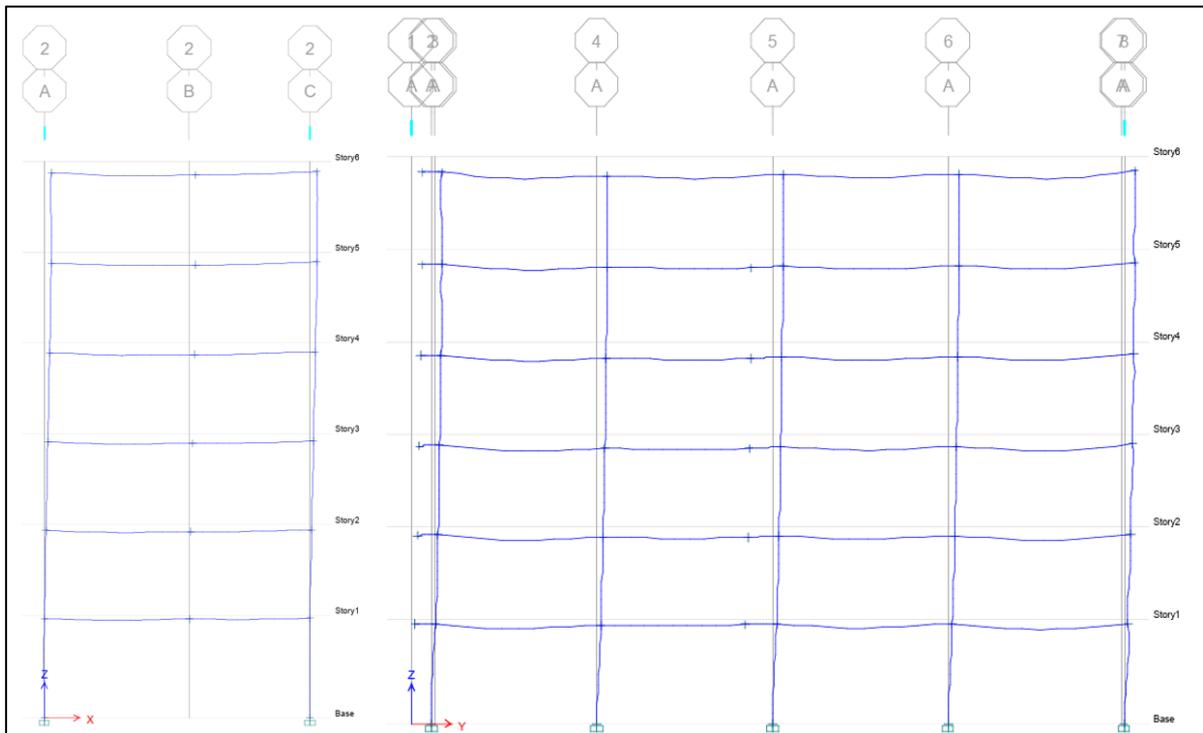


Figura 14. Desplazamiento del edificio aporricado en el eje "x" y eje "y"

Fuente: Elaboración propia

Centro de masas y rigidez

La siguiente tabla proporciona un resumen detallado de la ubicación de los centros de masa y las características de rigidez en cada nivel, elementos clave para evaluar la eficacia del diseño sísmico futura del edificio.

Tabla 34. Centro de masas y rigidez por nivel de la estructura

Story	Diaphragm	Mass X tonf-s ² /m	Mass Y tonf-s ² /m	XCM m	YCM m
Story1	D1	11.72003	11.72003	3.8473	10.0907
Story2	D2	11.63102	11.63102	3.8478	10.0894
Story3	D3	11.63102	11.63102	3.8478	10.0894
Story4	D4	11.63102	11.63102	3.8478	10.0894
Story5	D5	11.4851	11.4851	3.8872	10.1505
Story6	D6	10.42381	10.42381	3.8795	10.1015

Fuente: Elaboración propia

Desplazamientos laterales relativos admisibles

De acuerdo con la normativa E.030 sobre diseño antisísmico para estructuras de concreto armado, la distorsión en cada piso no debe superar una fracción de su altura, como se especifica en la Tabla N° 34.

Tabla 35. Límites para la distorsión del entrepiso

Distorsión del entrepiso	
Material	(Δ_i / h_{ei})
Concreto Armado	0.007
Acero	0.01
Albañilería	0.005
Madera	0.01

Fuente: Norma E.030 Diseño Sismorresistente.

Conforme a los criterios establecidos en la tabla mencionada, se determinó que el límite de distorsión entrepiso permitido para la edificación aporticada es de 0.007. Basándose en este parámetro, los resultados del análisis sísmico estático en "x" realizado se presentan en detalle en la Tabla N° 35.

Tabla 36. Derivas en los pisos en el eje "x"

Story	Case	Case Type	Direction	Drift	Label
Story6	Envolmente	Combination	X	0.000263	20
Story5	Envolmente	Combination	X	0.005416	20
Story4	Envolmente	Combination	X	0.006619	20
Story3	Envolmente	Combination	X	0.006921	1
Story2	Envolmente	Combination	X	0.0068	1
Story1	Envolmente	Combination	X	0.006645	1

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los datos de la Tabla, la máxima deriva registrada en los pisos a lo largo del eje "x" fue de 0.0069. Esta medida, al ser comparada con las especificaciones de la normativa, indica que la estructura se encuentra dentro de los límites permitidos de distorsión entrepiso.

Respecto a las derivas en el eje 'Y', los detalles y mediciones específicas se presentan en la Tabla 36.

Tabla 37. *Derivas en los pisos en el eje "y"*

Story	Case	Case Type	Direction	Drift	Label
Story6	Envolmente	Combination	Y	0.000879	3
Story5	Envolmente	Combination	Y	0.003602	6
Story4	Envolmente	Combination	Y	0.00458	2
Story3	Envolmente	Combination	Y	0.005552	17
Story2	Envolmente	Combination	Y	0.006525	17
Story1	Envolmente	Combination	Y	0.0060851	15

Fuente: Elaboración propia

De forma similar a las observaciones en el eje X, la deriva máxima registrada en el eje Y fue de 0.006525, lo cual es inferior al límite permitido por la normativa vigente.

Cortante en la base

La cortante en la base de la estructura se determinó tomando en cuenta el peso total de la misma y basándose en los coeficientes calculados en secciones anteriores.

Tabla 38. *Peso sísmico de la edificación aporricada*

Story	Output Case	Case Type	Location	P tonf
Story6	Peso Sísmico	Combinación	Bottom	108.3912
Story5	Peso Sísmico	Combinación	Bottom	222.4525
Story4	Peso Sísmico	Combinación	Bottom	336.5139
Story3	Peso Sísmico	Combinación	Bottom	450.5752
Story2	Peso Sísmico	Combinación	Bottom	564.6365
Story1	Peso Sísmico	Combinación	Bottom	680.4436

Fuente: Elaboración propia

Según los datos presentados en la tabla, el peso total de la edificación se calculó en 680.4 toneladas-fuerza (P = 680.4 tonf). Con este dato, fue posible determinar la cortante basal, siendo:

$$\text{Coeficiente basal} = 0.1476$$

Aplicando la formula

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

Se tiene una cortante basal de $V = 100.47 \text{ Ton}$

Participación de masas

En la Tabla N° 38, se observó que la participación de las masas en el análisis superaba el 90%, cumpliendo con los requisitos establecidos por la normativa.

Tabla 39. Participación de masas de la edificación de 6 niveles

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY
Modal	1	2.232	0.3488	0.0754	0	0.3488	0.0754
Modal	2	2.074	0.4681	0.1026	0	0.8169	0.1779
Modal	3	1.37	0.003	0.65	0	0.82	0.8279
Modal	4	0.728	0.0451	0.0078	0	0.8651	0.8358
Modal	5	0.684	0.0618	0.0099	0	0.9269	0.8457
Modal	6	0.472	0.0005	0.0915	0	0.9274	0.9371
Modal	7	0.415	0.0108	0.0014	0	0.9383	0.9386
Modal	8	0.39	0.0295	0.0007	0	0.9677	0.9393
Modal	9	0.3	0.0009	0.0379	0	0.9686	0.9772
Modal	10	0.28	0.0016	0.0007	0	0.9703	0.9779
Modal	11	0.26	0.0183	1.75E-06	0	0.9885	0.9779
Modal	12	0.211	0.0003	0.0014	0	0.9888	0.9793

Fuente: Elaboración propia

V. DISCUSIÓN

En relación con los hallazgos de este estudio sobre el reemplazo de polietileno como sustituto parcial del agregado fino en el concreto, se examina su impacto beneficioso en la respuesta sísmica de la estructura. Además, se evalúa cómo este tipo de concreto modificado influye en el desempeño sísmico de edificaciones con sistemas estructurales aperticados.

En los resultados del estudio de Quispe y Rosales (2020) hallaron que la resistencia a la compresión del hormigón disminuye al incrementar la cantidad de PET, con resistencias de 177,02 kg/cm² para 4% de PET, 166,62 kg/cm² para 7% y una disminución aún mayor con un 10% de PET, comparado con 194.57 kg/cm² en hormigón sin PET a los 28 días.

En contraste, este estudio mostró un aumento en la resistencia a los 28 días: 242 kg/cm² (115% de la resistencia de diseño) para la muestra patrón, incrementándose a 270 kg/cm² (128%) con 5% de polietileno, 249 kg/cm² (119%) con 7% y 231 kg/cm² (110%) con 10.5% de polietileno. A diferencia de Quispe y Rosales, los resultados de la investigación indican un potencial aumento de la resistencia con la incorporación de polietileno, especialmente notable en la dosis del 5%. Este incremento podría deberse a diferencias en la composición del concreto, las condiciones de curado o las características específicas del polietileno utilizado.

Estos resultados sugieren que el polietileno, en proporciones óptimas, puede mejorar la resistencia del concreto, ofreciendo un enfoque sostenible para la ingeniería civil. Sin embargo, es necesario realizar más estudios para comprender su comportamiento bajo diferentes condiciones.

Por otra parte, el autor Jordy Zavala (2020) en su estudio donde se evaluó el impacto de añadir tereftalato de polietileno en proporciones de 3%, 6% y 9% a un concreto con resistencia de diseño de 210 kg/cm². Se observó que un 3% de polietileno

mejoraba la resistencia a la compresión, pero incrementos mayores resultaban en una disminución de la resistencia.

En contraste con los resultados de la investigación realizada, este estudio halló que la adición de polietileno en proporciones de 5%, 7% y 10.5% no solo mantuvo, sino que mejoró la capacidad de compresión del hormigón a los 28 días. Con un 5% de polietileno, la resistencia alcanzó 270 kg/cm², superando significativamente la resistencia esperada de 210 kg/cm².

Mientras que Zavala reportó una disminución en la resistencia con mayores porcentajes de polietileno, en la investigación realizada demuestra un aumento consistente y significativo, esto se puede apreciar en la figura 10 y 11 donde se muestra el promedio de las resistencias halladas. Esto sugiere que la proporción y el tipo de polietileno utilizado pueden influir notablemente en el comportamiento del concreto, indicando la posibilidad de optimizar estas proporciones para lograr un equilibrio entre resistencia y sostenibilidad.

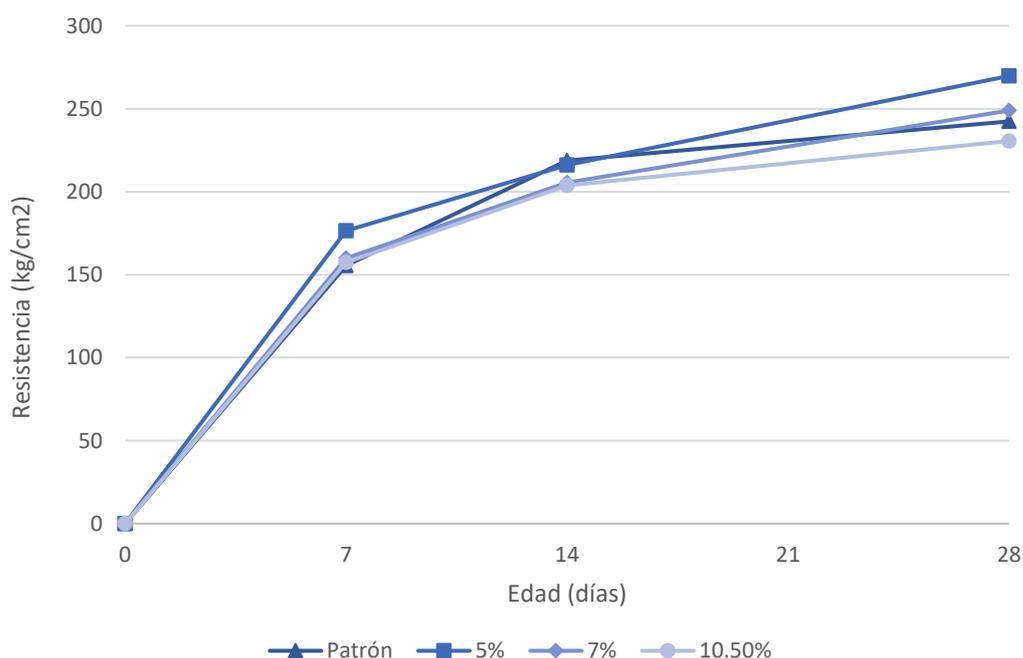


Figura 15: Promedio de resistencias con reemplazo de polietileno

Fuente: Elaboración propia

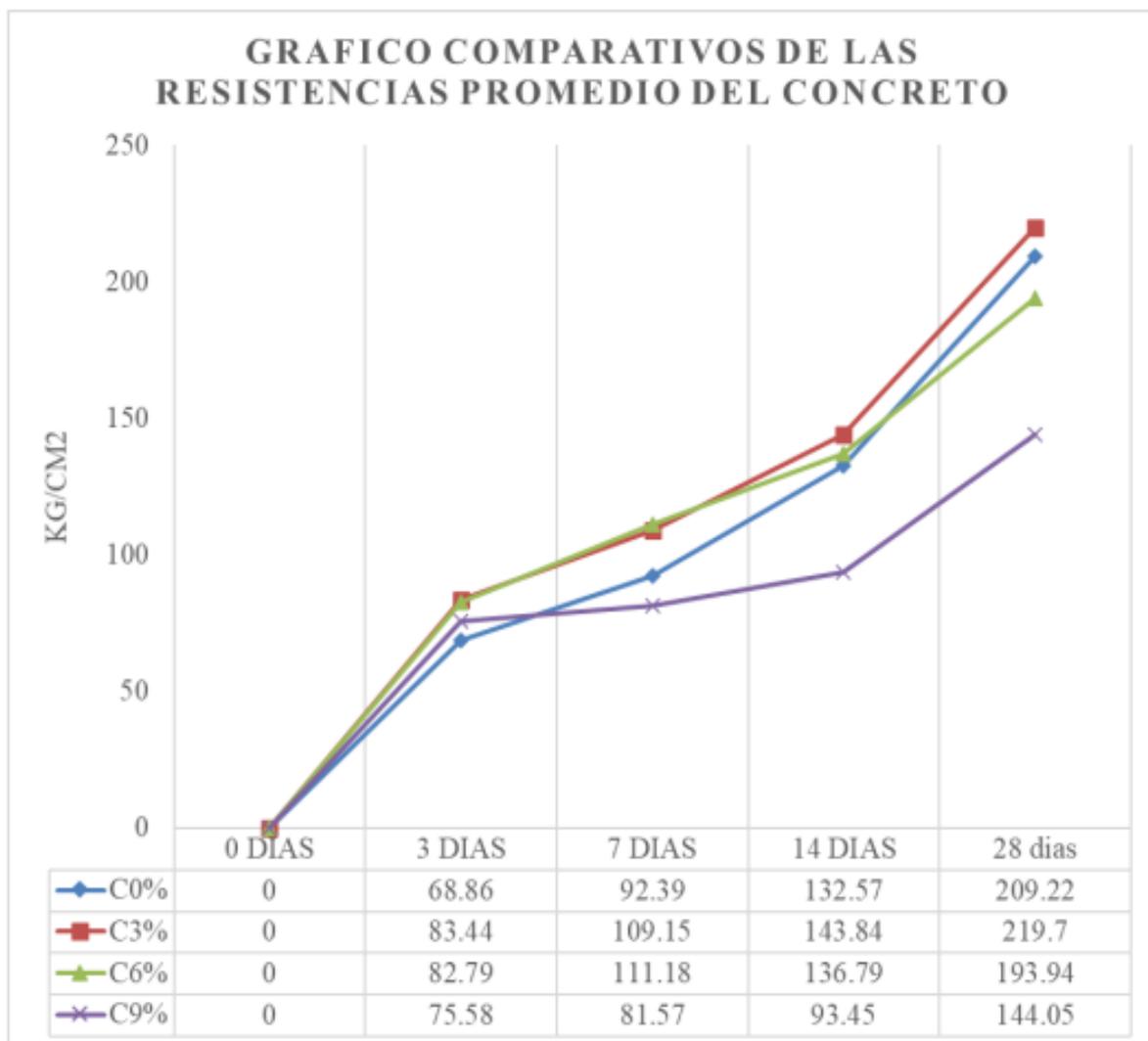


Figura 16: Resultados promedio del antecedente Jordy Zavala

Fuente: Tesis de Jordy Zavala

Analizando los gráficos comparativos, se observa que mientras el estudio de Zavala muestra un pico de rendimiento con un 3% de polietileno y luego una disminución, los resultados de este estudio indican un aumento sostenido de la resistencia con mayores proporciones de polietileno. Este patrón destaca la variabilidad en la respuesta del concreto al polietileno y subraya la importancia de experimentar con diferentes dosificaciones para alcanzar resultados óptimos en términos de resistencia y aplicabilidad práctica.

Abarcando el comportamiento estructural de la edificación se tiene los autores Idrogo y Mego (2021), en su investigación con el propósito de Evaluar el Comportamiento Sísmico de una Edificación Multifamiliar de Cinco Plantas Utilizando Polietileno en el Hormigón, se evaluó cómo un edificio de cinco niveles se comportaba frente a los movimientos sísmicos con incorporación de polietileno. Donde hallaron resultados en términos de comportamiento sísmico, el quinto piso del edificio exhibió un desplazamiento de 9.42 mm y una deriva inelástica de 0.0051, cumpliendo con la norma NTP.

En contraste, el presente estudio se centró en un edificio de seis niveles utilizando concreto con adición del 5% de polietileno. Se observó un desplazamiento máximo de 30.09 mm en el último piso y una deriva de 0.0069 en el eje "x" y 0.006525 en el eje y, también dentro de los límites establecidos por la normativa E-030. A pesar de la mayor altura del edificio en este estudio, los resultados indican una capacidad adecuada para manejar los movimientos sísmicos, manteniendo la seguridad estructural dentro de los estándares normativos.

Comparando ambos estudios, es notable que la inclusión de polietileno no compromete el comportamiento sísmico de las estructuras. De hecho, en ambos casos, las estructuras con polietileno demostraron cumplir con las normativas sísmicas relevantes. Sin embargo, el incremento en los valores de desplazamiento y deriva en el edificio de seis niveles sugiere que la altura de la estructura puede influir en su respuesta sísmica, aun cuando se utiliza concreto con polietileno. Estos hallazgos resaltan la importancia de considerar la proporción de polietileno y las características específicas del edificio al diseñar estructuras en zonas sísmicas.

VI. CONCLUSIONES

6.1 El estudio demostró que la adición de un 5% de polietileno al concreto resultó ser eficaz para el análisis de una edificación multifamiliar de seis pisos en Sayán, Huaura. Se alcanzó una capacidad de compresión de 270 kg/cm² con adición de 5% de polietileno a la edad de 28 días, superando la resistencia de diseño requerida de 210 kg/cm². Además, el análisis sísmico mostró un desempeño adecuado, con un desplazamiento máximo de 30.09 mm y una deriva de 0.006645 en el último piso, cumpliendo con la normativa E-030.

6.2 La metodología adoptada para la formulación de la mezcla de en este estudio se alineó con las directrices del ACI 318. Se evaluaron 36 probetas en total, distribuidas en grupos de 3 para cada tipo de mezcla: el patrón y las variantes con adiciones de polietileno del 5%, 7% y 10.5%. De estos grupos, la mezcla enriquecida con un 5% de polietileno sobresalió, superando notablemente la resistencia de diseño establecida en 210 kg/cm².

6.3 La valoración de las propiedades mecánicas del concreto con la adición de polietileno mostró mejoras considerables en la capacidad de compresión. A los 28 días, la mezcla de referencia alcanzó una resistencia de 265 kg/cm², superando la resistencia de diseño de f'_c 210 kg/cm². Significativamente, la inclusión de un 5% de polietileno elevó la resistencia a 270 kg/cm², excediendo la resistencia de diseño de 210 kg/cm². Aunque las mezclas con un 7% y 10.5% de polietileno también superaron la resistencia de diseño, se notó una disminución en la resistencia con aumentos superiores al 5%.

6.4 El análisis sísmico del edificio multifamiliar de seis niveles, que incorporó concreto con un 5% de polietileno, arrojó resultados prometedores en términos de su comportamiento sísmico. El estudio reveló un desplazamiento máximo de 30.09 mm en el último piso y una deriva de 0.0069 en el eje "x" y 0.006525, ambos dentro de los límites permitidos por la normativa E-030.

VII. RECOMENDACIONES

7.1 Según los resultados de la adición de un 5% de polietileno al concreto mostró resultados prometedores, se recomienda investigar una gama más amplia de proporciones para determinar el rango óptimo en el que el polietileno mejora efectivamente la resistencia y las propiedades sísmicas del concreto.

7.2 Dada la importancia de la sostenibilidad en la construcción moderna, sería valioso investigar más sobre cómo el uso de polietileno reciclado en el concreto contribuye a la construcción sostenible y la reducción de residuos plásticos.

7.3 Realizar estudios a largo plazo sobre el concreto con polietileno para evaluar su durabilidad y comportamiento bajo diversas condiciones ambientales y cargas a lo largo del tiempo.

7.4 Realizar un análisis de costo-beneficio para evaluar la viabilidad económica de la incorporación de polietileno en proyectos de construcción a gran escala.

7.5 Investigar y comparar el polietileno con otros aditivos comunes en el concreto podría proporcionar una comprensión más amplia de sus ventajas y limitaciones relativas.

REFERENCIAS

- KIM, Ju-Hyung et al. Seismic analysis, design, and retrofit of built-environments: a procedural review of current practices and case studies. *Journal of Infrastructure Preservation and Resilience* [en línea]. 2022, **3**(1) [consultado el 29 de mayo de 2023]. ISSN 2662-2521. Disponible en: doi: <https://10.1186/s43065-022-00056-3>
- PRAMOD S, Patil et al. Innovative techniques of waste plastic used in concrete mixture. *International Journal of Research in Engineering and Technology* [en línea]. 2014, **03**(21), 29–32 [consultado el 13 de julio de 2023]. ISSN 2319-1163. Disponible en: <https://10.15623/ijret.2014.0321008>
- LIU, Daewei et al. Flexural behavior of reinforced concrete (RC) beams strengthened with carbon fiber reinforced polymer (CFRP) and ECC. *Case Studies in Construction Materials* [en línea]. 2023, e02270 [consultado el 9 de julio de 2023]. ISSN 2214-5095. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2023.e02270>
- INFANTE, Josefina y VALDERRAMA Claudia. Análisis Técnico, Económico y Medioambiental de la Fabricación de Bloques de Hormigón con Polietileno Tereftalato Reciclado (PET). *Información tecnológica* [en línea]. 2019, **30**(5), 25–36 [consultado el 7 de noviembre de 2023]. ISSN 0718-0764. Disponible en: doi:10.4067/s0718-07642019000500025
- MELIAN, Valeria. Descubre los sorprendentes usos del polietileno en la construcción | Actualizado diciembre 2023. SIMONTEC.ES [en línea]. 28 de mayo de 2023 [consultado el 7 de noviembre de 2023]. Disponible en: https://simontec.es/construccion/polietileno-usos-en-la-construccion/?expand_article=1
- IDROGO, A y MEGO, L. Análisis sísmico de una vivienda multifamiliar de cinco pisos, incorporando polietileno al concreto, Avenida Cordillera Blanca,

- Distrito Chorrillos, 2021. Tesis (Licenciatura). Lima: Universidad César Vallejo, 2021. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/66820>
- ZAVALA, Jordy. Influencia del Tereftalato de Polietileno al 3%, 6% y 9% en volumen para un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para evaluar su resistencia a la compresión y trabajabilidad. Tesis (Licenciatura). Lima: Universidad Privada del Norte, 2020. Disponible en: https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/25183/Zavala%20Lara%20Jordy_total.pdf?sequence=2
 - SÁNCHEZ, Paúl . Diseño estructural de un edificio multifamiliar de 8 pisos en la ciudad de Huancayo. Tesis (Licenciatura). Huancayo: Universidad Peruana del Centro, 2019. Disponible en: <https://repositorio.upecen.edu.pe/handle/20.500.14127/153>
 - QUISPE, N y ROSALES, M. Evaluación de la resistencia a la compresión de un concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$ con adición de tereftalato de polietileno (PET), Moyobamba - 2020. Tesis (Licenciatura). Universidad César Vallejo, 2020. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/51523/Quispe_BN-Rosales_RMJ-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
 - FOCO, Manuel. Análisis sísmico y diseño estructural de un edificio de 5 niveles en el distrito de Alto Selva Alegre - Arequipa 2021. Tesis (Licenciatura). Lima: Universidad César Vallejo, 2021. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/72048/Foco_RM-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
 - RODRIGUEZ, L y CASTRO, F. Evaluación del comportamiento de concreto hidráulico con adición de fibras de PET. Tesis (Licenciatura). Girardot: Universidad Piloto de Colombia, 2019. Disponible en: <http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/6476/MONOGRAFIA%20FINAL.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
 - COAVAS, A y SEGRERA, V. Estudio del comportamiento mecánico del concreto con adición de fibras de politeraftalato de etileno (PET). Tesis (Licenciatura). Cartagena: Universidad de Cartagena, 2020. Disponible en: <https://repositorio.unicartagena.edu.co/bitstream/handle/11227/14951/INFOR>

- ME%20FINAL_FIBRAS%20PET_Coavas_Segrera%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- LUGO, J y TORRES, Y. Caracterización del comportamiento mecánico del concreto simple con adición de fibras poliméricas recicladas PET. Tesis (Licenciatura). Bogotá D.C.: Universidad Católica de Colombia, 2019. Disponible en: <https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/718c2a76-ef3d-4c90-a87b-c75e0c36b46b/content>
 - CABRERA, Jonny. Diseño estructural sismo resistente en acero y análisis sísmico modal espectral de un edificio de 8 niveles ubicado en la ciudad de Guayaquil. Tesis (Licenciatura). Guayaquil: Universidad de Guayaquil, 2019. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/45289/1/BMAT-E131-2019-Ing.%20CIVIL%20-%20CABRERA%20ORDO%c3%91EZ%20JOHNNY%20XAVIER.pdf>
 - Análisis Estructural y propuesta de reforzamiento del edificio de Facultad de Ciencias Humanísticas de la Universidad Técnica de Manabí por García Vinces Lincoln [et al]. RIEMAT [en línea]. Junio 2021, n.o 1. [Fecha de consulta: 20 de junio de 2023]. Disponible en <https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Riemat/article/view/3686/3474>
 - Quantitative Data Collection: Best 5 methods [Mensaje en un blog]. United States of America: Bhat, A., (s.f). [Fecha de consulta: 14 de junio de 2023]. Recuperado de: <https://www.questionpro.com/blog/quantitative-data-collection-methods/>
 - Concrete mix design (AS per ACI code) with excel sheets and software concrete mix ratio. Civil Engineering Lectures, Civil Engg. *Notes, Books, Softwares site | AboutCivil.Org* [en línea]. [sin fecha] [consultado el 9 de julio de 2023]. Disponible en: <https://www.aboutcivil.org/new/concrete-mix-design.html>
 - PEREZ, Elizabeth. Análisis comparativo de las resistencias a la compresión, flexión y trabajabilidad del concreto $f'c=210$ kg/cm² con adición de polietileno tipo PEBD reciclado con un concreto tradicional, lima norte 2020. Tesis (Licenciatura). Lima: Universidad Privada del Norte, 2020. Disponible en:

- <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/27782/Perez%20Alarc%C3%B3n%20Elizabeth.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- CENSIS - instituto geofísico del Perú; CENSIS - Instituto Geofísico del Perú; [en línea]. [sin fecha] [consultado el 9 de julio de 2023]. Disponible en: <https://ultimosismo.igp.gob.pe/mapas-sismicos>
 - HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación [en línea]. 6.ª ed. México: Interamericana editores, 2014. Disponible en: <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>
 - ARIAS, Fidias G. El proyecto de investigación [en línea]. 6.a ed. Caracas, Venezuela: Episteme, 2012 [fecha de consulta: 7 de diciembre de 2023]. Disponible en: <https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf-1.pdf>. ISBN: 0-07-8529-9.
 - ARIAS, Jesús [et al]. El protocolo de investigación III: la población de estudio. Revista Alergia México [en línea]. Vol. 63, Núm. 2, Abril-Junio 2016. [Fecha de consulta: 7 de diciembre de 2023]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=486755023011>. ISSN: 0002-5151
 - VÁZQUEZ, Maria. Muestreo probabilístico y no probabilístico. gestiopolis [en línea]. 2017 [consultado el 7 de noviembre de 2023]. Disponible en: <https://www.gestiopolis.com/muestreo-probabilistico-no-probabilistico-resumen/>
 - OYOLA, Alfredo. La variable. Rev. Cuerpo Med. HNAAA [en línea]. 2021, vol.14, n°1. [Fecha de consulta: 28 de octubre de 2023]. Disponible en http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2227-47312021000100016&lng=es&nrm=iso. ISSN 2225-5109.
 - MEDINA, Norma . Las variables complejas en investigaciones pedagógica. *Apuntes Universitarios* [en línea]. 2015, (2) [consultado el 28 de octubre de 2023]. ISSN 2304-0335. Disponible en: DOI: 10.17162/au.v0i2.96
 - CARRASCO DIAZ, Sergio. Metodología de la investigación científica [en línea]. Lima: San Marcos, 2005 [consultado el 15 de junio de 2023]. ISBN 9972-34-242-5. Disponible

- en: https://www.academia.edu/26909781/Metodologia_de_La_Investigacion_Cientifica_Carrasco_Diaz_1_
- Hibbeler, Russell. Ingeniería mecánica-estática. 12.a ed. Pearson Educación, 2010. 676 pp. ISBN: 978-607-442-561-1.
 - CORDERO, Gerson, CÁRDENAS, Javier, ROJAS, Piero. Diseño de mezclas de concreto aplicando el método ACI [en línea]. Universidad Francisco de Paula Santander, 2018. [Fecha de consulta: 7 de noviembre de 2023]. Disponible en: <https://libros.ufps.edu.co/index.php/editorial-ufps/catalog/book/25>. ISBN: 978-958-771-705-1.
 - SAUCEDO, Jhon, ATOCHE, Jorge y MUÑOZ, Sócrates. Uso de los agregados PET en la elaboración del concreto: Revisión de la literatura. Avances: Investigación en Ingeniería [en línea]. 2021, [consultado el 7 de noviembre de 2023]. ISSN 2619-6581. Disponible en: doi:10.18041/1794-4953/avances.2.6942
 - RNE (2017). Reglamento Nacional de Edificaciones. E.060 Concreto Armado. Perú.
 - RNE (2017). Reglamento Nacional de Edificaciones. E.030 Diseño Sismorresistente. Perú.
 - RNE (2017). Reglamento Nacional de Edificaciones. E.020 Cargas. Perú.

ANEXOS

Anexo 1: Tabla de operacionalización de variables

Matriz de operacionalización de variables

TÍTULO: Análisis y diseño estructural de un edificio aporricado multifamiliar 6 niveles adicionando polietileno al concreto, Urbanización los Jardines, Sayán-Huaura-Lima.

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	ESCALA DE MEDICIÓN
<p>VARIABLE INDEPENDIENTE: ADICIÓN DE POLIETILENO AL CONCRETO</p>	<p>De acuerdo a Li, Wang y He (2015), indican que el polietileno puede ser un elemento útil al incorporarlo al concreto, ya que tiene la capacidad de mejorar su resistencia a la tensión y la durabilidad, lo que puede ser crucial para la resistencia de una estructura a largo plazo (p. 853).</p>	<p>De acuerdo a Saucedo, Atoche, Muñoz (2020) sostienen que la utilización técnica de fibras de polietileno tereftalato (PET) en la industria de la construcción se da como respuesta a la preocupante generación de residuos orgánicos e inorgánicos (p. 1).</p>	<p>Propiedades físicas de los agregados Diseño de mezcla Propiedades mecánicas del concreto con polietileno</p>	<p>Ficha de recolección de datos</p>
<p>VARIABLE DEPENDIENTE 1: ANÁLISIS SÍSMICO</p>	<p>Para Hibbeler (2010), el análisis sísmico estructural es un tema fundamental en su libro "Ingeniería mecánica-estática", donde ofrece una presentación clara e integral de la teoría y las aplicaciones de la ingeniería mecánica. Este análisis proporciona una base sólida para entender cómo funcionan las estructuras y cómo interactúan con las fuerzas y las cargas que se les aplican (p. 3).</p>	<p>El análisis sísmico se utiliza para evaluar el daño potencial a edificaciones y otras estructuras debido a terremotos.</p>	<p>Predimensionamiento Calculo sismorresistente</p>	<p>Ordinal</p>

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2: Matriz de consistencia

Matriz de consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HOPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGIA
<p>Problema General: ¿De qué manera afecta la incorporación del polietileno en el concreto al comportamiento sísmico de un edificio aporticado multifamiliar de seis niveles en la Urbanización Los Jardines, Sayán, Huaura?</p> <p>Problemas Específicos: ¿Por qué es importante la dosificación óptima de polietileno en el concreto para el análisis sísmico de un edificio aporticado multifamiliar de seis niveles en la Urbanización Los Jardines, Sayán, Huaura?</p> <p>¿Qué impacto tienen las propiedades mecánicas del concreto con polietileno incorporado en el análisis sísmico de un edificio aporticado multifamiliar de seis niveles en la Urbanización Los Jardines, Sayán, Huaura?</p> <p>¿Cuál será el impacto en los resultados del análisis sísmico de un edificio aporticado multifamiliar de seis niveles al incorporar polietileno en el concreto, en la Urbanización Los Jardines, Sayán, Huaura?</p>	<p>Objetivo General: Determinar el efecto de la adición del polietileno en el concreto para analizar el comportamiento sísmico de un edificio aporticado multifamiliar de seis niveles en la Urbanización Los Jardines, Sayán, Huaura.</p> <p>Objetivos Específicos: Establecer la dosificación óptima de mezcla adicionando polietileno al concreto para el análisis sísmico de un edificio aporticado multifamiliar de seis niveles en la Urbanización Los Jardines, Sayán, Huaura.</p> <p>Evaluar los resultados de las propiedades mecánicas del concreto incorporando polietileno al concreto para el análisis sísmico de un edificio aporticado multifamiliar de seis niveles en la Urbanización Los Jardines, Sayán, Huaura.</p> <p>Realizar el análisis sísmico de un edificio aporticado multifamiliar de seis niveles con la incorporación de polietileno al concreto en la Urbanización Los Jardines, Sayán, Huaura.</p>	<p>Hipótesis General La adición del polietileno al concreto tendrá un impacto positivo en el comportamiento sísmico de un edificio aporticado multifamiliar de seis niveles en la Urbanización Los Jardines, Sayán, Huaura.</p> <p>Hipótesis Específicas La incorporación de polietileno en el concreto mejorará las propiedades mecánicas del material, lo que a su vez influirá positivamente en el comportamiento sísmico del edificio en Sayán, Huaura.</p> <p>Las propiedades mecánicas mejoradas del concreto con polietileno incorporado influirán positivamente en el análisis sísmico del edificio aporticado multifamiliar de seis niveles en la Urbanización Los Jardines, Sayán, Huaura.</p> <p>El análisis sísmico del edificio aporticado multifamiliar de seis niveles mostrará resultados favorables al incorporar polietileno en el concreto, en la Urbanización Los Jardines, Sayán, Huaura.</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE: ADICIÓN DE POLIETILENO O AL CONCRETO</p> <p>VARIABLE DEPENDIENTE: ANÁLISIS SÍSMICO</p>	<p>Propiedades físicas de los agregados</p> <p>Diseño de mezcla</p> <p>Propiedades mecánicas del concreto con polietileno</p> <p>Calculo sismorresistente</p> <p>Predimensionamiento</p> <p>RNE</p>	<p>Granulometría (NTP – 399.127). Peso unitario. Peso específico. Absorción.</p> <p>Dosificación de mezcla de concreto. Dosificación de reemplazo 5%, 7% y 10.5%. Método del comité 211 del ACI.</p> <p>Resistencia a la compresión (ASTM C39). Peso compactado del concreto en probetas.</p> <p>Estudio de mecánica de suelos (E-050) Configuración estructural Etabs Análisis estático</p> <p>Vigas y losas Seccione de columnas</p> <p>Norma E.020 Norma E.030</p>	<p>METODO DE INVESTIGACIÓN: Científico</p> <p>TIPO DE INVESTIGACIÓN: Aplicada</p> <p>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: Experimental</p> <p>POBLACIÓN: Urbanización Los Jardines</p> <p>MUESTRA: Un edificio de seis niveles</p> <p>TECNICAS DE OBTENCION DE DATOS: Observación Revisión bibliográfica</p> <p>INSTRUMENTOS: Ficha de recolección de datos</p>

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 3: Instrumentos de recolección de datos

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		
<u>FICHA DE RECOLECCION DE DATOS</u>		
TÍTULO	: ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO APORTICADO MULTIFAMILIAR 6 NIVELES ADICIONANDO POLIETILENO AL CONCRETO ARMADO, URBANIZACIÓN LOS JARDINES, SAYÁN-HUAURA-LIMA	
TESISTA	: CHUQUIYAURI PÉREZ YORKLIN WILFREDO	
UBICACIÓN	:	
	Distrito:	Sayán
	Provincia:	Huaura
	Dpto:	Lima
FECHA	:	
ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD NTP – 399.127		
Calicata:		
Muestra:		
Prof. (m):		
	1	2
Muestra N°		
Peso de suelo humedo + tara	g	
Peso de suelo seco + tara	g	
Peso de tara	g	
Peso de agua	g	
Peso de suelo seco	g	
Contenido de agua	%	
Contenido de Humedad (%)		
<i>Observación:</i>		

Fuente: Elaboración propia



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

TÍTULO : ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO APORTICADO MULTIFAMILIAR 6 NIVELES ADICIONANDO POLIETILENO AL CONCRETO ARMADO, URBANIZACIÓN LOS JARDINES, SAYÁN-HUAURA-LIMA

TESISTA : CHUQUIYAURI PÉREZ YORKLIN WILFREDO

UBICACIÓN :

Distrito: Sayán
Provincia: Huaura
Dpto: Lima

FECHA :

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
NTP – 400.013**

PESO INICIAL SECO (gr):

MALLA	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PORCENT. RETENIDO (%)	PORCENT. RETENIDO ACUMULADO (%)	PORCENT. ACUM. PASANTE (%)	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
						ASTM C – 33	
3/8"	9.525						100
N° 4	4.76					95	100
N° 8	2.36					80	100
N° 16	1.18					50	85
N° 30	0.6					25	60
N° 50	0.3					10	30
N° 100	0.15					2	10
< N° 100	0						

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

MODULO	DIAMETRO	PESO ESPECIFICO SECO (gr/cm)	ABSORCIÓN (%)	HUMEDAD (%)	PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m3)
DE FINURA	NOMINAL MAXIMO (mm)					

Fuente: Elaboración propia



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

TÍTULO : ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO APORTICADO MULTIFAMILIAR 6 NIVELES ADICIONANDO POLIETILENO AL CONCRETO ARMADO, URBANIZACIÓN LOS JARDINES, SAYÁN-HUAURA-LIMA

TESISTA : CHUQUIYAURI PÉREZ YORKLIN WILFREDO

UBICACIÓN :

Distrito: Sayán
Provincia: Huaura
Dpto: Lima

FECHA :

PESO UNITARIO
NTP – 400.017

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO

PROCESO	1	2	3
PESO DEL MOLDE + PESO DEL MATERIAL (Kg)			
PESO DEL MOLDE (Kg)			
PESO DEL MATERIAL (Kg)			
VOLUMEN DEL MOLDE (m3)			
PESO UNITARIO (Kg/m3)			
PESO UNITARIO PROMEDIO(Kg/m3)			

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO

PESO DEL MOLDE + PESO DEL MATERIAL (Kg)			
PESO DEL MOLDE (Kg)			
PESO DEL MATERIAL (Kg)			
VOLUMEN DEL MOLDE (m3)			
PESO UNITARIO (Kg/m3)			
PESO UNITARIO PROMEDIO (Kg/m3)			

Fuente: Elaboración propia



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

TÍTULO : ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO APORTICADO MULTIFAMILIAR 6 NIVELES ADICIONANDO POLIETILENO AL CONCRETO ARMADO, URBANIZACIÓN LOS JARDINES, SAYÁN-HUAURA-LIMA

TESISTA : CHUQUIYAURI PÉREZ YORKLIN WILFREDO

UBICACIÓN :

Distrito: Sayán
Provincia: Huaura
Dpto: Lima

FECHA :

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN.

NTP – 400.021

PESO ESPECÍFICO			
PROCESO	1	2	3
PESO DE MUESTRA SECADA AL HORNO (gr)			
PESO DE ARENA SATURADA CON SUPERFICIE SECA (gr)			
PESO DE MUESTRA SATURADA DENTRO DEL AGUA (gr)			
PESO DE LA CANASTILLA DEL AGUA (gr)			
PESO DE MUESTRA SATURADO DENTRO DEL AGUA + CANASTILLA (gr)			
PESO ESPECIFICO DE MASA (gr/cc)			
PESO ESPECÍFICO DE MASA SUPERFICIALMENTE SECO (gr/cc)			
PESO ESPECÍFICO APARENTE (gr/cc)			
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)			
PESO ESPECÍFICO DE LA MASA PROMEDIO (gr/cc)			
PESO ESPECÍFICO DE LA MASA SUPERFICIALMENTE SECO PROMEDIO (gr/cc)			
PESO ESPECÍFICO APARENTE PROMEDIO (gr/cc)			
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN PROMEDIO (%)			

Fuente: Elaboración propia



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TÍTULO : ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO APORTICADO MULTIFAMILIAR 6

TESISTA : CHUQUIYAURI PÉREZ YORKLIN WILFREDO

UBICACIÓN :

Distrito: Sayán

Provincia: Huaura

Dpto: Lima

FECHA :

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
(ASTM C39)**

METODO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACION DEL ESFUERZO A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO ENDURECIDO NTP 339.034-11 / ASTM C39-07											
N° BLO.	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO (mm)	PESO (Kg)	CARGA (Kg)	AREA DE LA BLOQUETA	F' C DE LA MUESTRA	TIPO DE FALLA	%	ESPECIFICACIONES
1	DISEÑO										
2											
3											
4											
1	DISEÑO										
2											
3											
4											
1	DISEÑO										
2											
3											
4											

Fuente: Elaboración propia



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

TÍTULO : ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO APORTICADO MULTIFAMILIAR 6 NIVELES ADICIONANDO POLIETILENO AL CONCRETO ARMADO, URBANIZACIÓN LOS JARDINES, SAYÁN-HUAURA-LIMA

TESISTA : CHUQUIYAURI PÉREZ YORKLIN WILFREDO

UBICACIÓN :

Distrito: Sayán
Provincia: Huaura
Dpto: Lima

FECHA :

**ENSAYO DE LIMITE DE CONSISTENCIA
(ASTM D4318)**

Datos de la muestra

Calicata:

Muestra:

Prof. (m):

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LIQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
ENSAYO No.						
NÚMERO DE GOLPES						
PESO DE LA LATA (gr)						
PESO LATA + SUELO HÚMEDO (g)						
PESO LATA + SUELO SECO (g)						
PESO AGUA (g)						
PESO SUELO SECO (g)						
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)						

DIAGRAMA DE FLUIDEZ

LÍMITE LIQUIDO (%)

-

LÍMITE PLÁSTICO (%)

-

ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)

-

Pasante de la malla N° 40

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4: Modelo de consentimiento informado

Consentimiento Informado

Título de la investigación: Análisis sísmico de un edificio aporticado multifamiliar de 6 niveles adicionando polietileno al concreto, Urbanización los Jardines, Sayán-Huaura-Lima.

Investigador: Chuquiyaury Pérez, Yorklin Wilfredo

Propósito del estudio Le invitamos a participar en la investigación titulada “Análisis sísmico de un edificio aporticado multifamiliar de 6 niveles adicionando polietileno al concreto, Urbanización los Jardines, Sayán-Huaura-Lima.”, cuyo objetivo es Determinar el efecto de la adición del polietileno en el concreto para analizar el comportamiento sísmico de un edificio multifamiliar de seis niveles en la Urbanización Los Jardines, Sayán, Huaura. Esta investigación es desarrollada por estudiantes pregrado de la carrera profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo del campus Lima Este, aprobado por la autoridad correspondiente de la Universidad y con el permiso de la institución.

El problema de investigación sobre la incorporación del polietileno en el concreto y su impacto en el comportamiento sísmico de un edificio multifamiliar en Sayán, Huaura, es crucial por su potencial para innovar en materiales de construcción y mejorar la seguridad sísmica. Esta indagación no solo contribuye al desarrollo de construcciones más resistentes a terremotos, sino que también promueve la sostenibilidad al reutilizar polietileno. Además, los hallazgos podrían influir en la reducción de costos y en la reformulación de normativas de construcción, especialmente en regiones sísmicamente activas.

Procedimiento

Si usted decide participar en la investigación se realizará lo siguiente:

1. Se realizará una encuesta o entrevista donde se recogerán datos personales y algunas preguntas sobre la investigación titulada: “Análisis sísmico de un edificio aporticado multifamiliar de 6 niveles adicionando polietileno al concreto, Urbanización los Jardines, Sayán-Huaura-Lima”.
2. Esta encuesta o entrevista tendrá un tiempo aproximado de 10 minutos y se realizará en el ambiente de pabellón B de la institución César Vallejo. Las respuestas al cuestionario o guía de entrevista serán codificadas usando un número de identificación y, por lo tanto, serán anónimas.

Participación voluntaria (principio de autonomía): Puede hacer todas las preguntas para aclarar sus dudas antes de decidir si desea participar o no, y su decisión será respetada. Posterior a la aceptación no desea continuar puede hacerlo sin ningún problema.

Riesgo (principio de No maleficencia): Indicar al participante la existencia que NO existe riesgo o daño al participar en la investigación. Sin embargo, en el caso que existan preguntas que le puedan generar incomodidad. Usted tiene la libertad de responderlas o no.

Beneficios (principio de beneficencia): Se le informará que los resultados de la investigación se le alcanzarán a la institución al término de la investigación. No recibirá ningún beneficio económico ni de ninguna otra índole. El estudio no va a aportar a la salud individual de la persona, sin embargo, los resultados del estudio podrán convertirse en beneficio de la salud pública.

Confidencialidad (principio de justicia): Los datos recolectados deben ser anónimos y no tener ninguna forma de identificar al participante. Garantizamos que la información que usted nos brinde es totalmente Confidencial y no será usada para ningún otro propósito fuera de la investigación. Los datos permanecerán bajo custodia del investigador principal y pasado un tiempo determinado serán eliminados convenientemente.

Problemas o preguntas:

Si tiene preguntas sobre la investigación puede contactar con el Investigador Chuquiyaury Pérez, Yorklin Wilfredo email: pyorklin@gmail.com y Docente asesor Escalante Contreras, Jorge email: joescalantec@ucvvirtual.edu.pe

Consentimiento:

Después de haber leído los propósitos de la investigación autorizo participar en la investigación antes mencionada.

Nombre y apellidos:

Fecha y hora:

Anexo 5: Evaluación por juicio de expertos.

Evaluación por juicio de expertos

Respetado juez: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento de recolección de datos de las pruebas que se realizarán en laboratorio.

La evaluación del instrumento es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente. Agradecemos su valiosa colaboración.

1. Datos generales del juez N°1

Nombre del juez:	Sabrera Calderon, Jonel Senadio			
Grado profesional:	Maestría <input checked="" type="checkbox"/>	Doctor	()	
Área de formación académica:	Estructuras	()	Transporte	()
	Gestión	<input checked="" type="checkbox"/>	Geotecnia	()
Áreas de experiencia profesional:	Gestión, Estructuras.			
Institución donde labora:	Municipalidad distrital de Pachas.			
Tiempo de experiencia profesional en el área:	2 a 4 años	()		
	Más de 5 años	<input checked="" type="checkbox"/>		

2. Propósito de la evaluación:

Validar el contenido del instrumento, por juicio de expertos.

3. Datos de la escala

Nombre de la Prueba:	Evaluación por Juicio de Expertos de los Instrumentos de Recolección de Datos
Autor:	Chuquiyaury Pérez Yorklin Wilfredo
Procedencia:	Ingeniería Civil
Administración:	Yorklin Wilfredo Chuquiyaury Pérez
Tiempo de aplicación:	1 mes y medio
Ámbito de aplicación:	Análisis y Diseño Estructural con aplicación de polietileno al concreto
Significación:	Esta evaluación utiliza el juicio de expertos para evaluar la efectividad y pertinencia de los instrumentos de recolección de datos empleados en las dimensiones de propiedades físicas de los agregados, diseño de mezcla, propiedades mecánicas del concreto con polietileno, cálculo sismorresistente y predimensionamiento de acuerdo a las Reglas Nacionales de Edificación (RNE). El objetivo es garantizar la adecuada recolección y manejo de datos para llevar a cabo el análisis y diseño estructural con polietileno en concreto.

4. Soporte teórico

A continuación, a usted le presento el cuestionario de validación de instrumentos de recolección de datos

Escala/ÁREA	Subescala (dimensiones)	Definición
ADICIÓN DE POLIETILENO AL CONCRETO ARMADO	Propiedades físicas de los agregados	Evalúa las propiedades esenciales de los agregados como la granulometría, el peso unitario, el peso específico y la absorción. Esto se hace utilizando estándares específicos, incluyendo la Norma Técnica Peruana – 399.127.
	Diseño de mezcla	Trata sobre la preparación y composición de la mezcla de concreto, incluyendo la dosificación de los componentes y el reemplazo del polietileno a distintas proporciones (2.5%, 5%, 7.5%, 10%). Utiliza el método del Comité 211 del American Concrete Institute (ACI) para la dosificación.
	Propiedades mecánicas del concreto con polietileno	Investiga la resistencia a la compresión del concreto con polietileno y el peso compactado del concreto en las probetas. Se basa en los estándares ASTM C39 para medir la resistencia a la compresión.
ANÁLISIS ESTRUCTURAL	Calculo sismorresistente	Evalúa la resistencia de las estructuras frente a movimientos sísmicos, considerando aspectos como el estudio de la mecánica de los suelos (Norma E-050), la configuración estructural y el modelado estructural con el software Etabs.

5. Presentación de instrucciones para el juez:

A continuación, a usted le presento el cuestionario de evaluación elaborado por Chuquiyaury Pérez Yorklin Wilfredo en el año 2023 De acuerdo con los ítems indicadores califique cada uno de los ítems según corresponda.

Categoría	Calificación	Indicador
CLARIDAD El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio	El ítem no es claro.
	2. Bajo Nivel	El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de estas.
	3. Moderado nivel	Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem.
	4. Alto nivel	El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.
COHERENCIA El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.	1. totalmente en desacuerdo (no cumple con el criterio)	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión.
	2. Desacuerdo (bajo nivel de acuerdo)	El ítem tiene una relación tangencial /lejana con la dimensión.
	3. Acuerdo (moderado nivel)	El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que se está midiendo.
	4. Totalmente de Acuerdo (alto nivel)	El ítem se encuentra está relacionado con la dimensión que está midiendo.
RELEVANCIA El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido.	1. No cumple con el criterio	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.
	2. Bajo Nivel	El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide éste.
	3. Moderado nivel	El ítem es relativamente importante.
	4. Alto nivel	El ítem es muy relevante y debe ser incluido.

Leer con detenimiento los ítems y calificar en una escala de 1 a 4 su valoración, así como solicitamos brinde sus observaciones que considere pertinente

1. No cumple con el criterio
2. Bajo Nivel
3. Moderado nivel
4. Alto nivel

Dimensiones del instrumento:

- Primera dimensión: **Propiedades físicas de los agregados**
- Objetivos de la Dimensión: Esta dimensión tiene como objetivo medir las características y propiedades físicas esenciales de los agregados que se incorporan en el concreto.

Indicadores	Instrumento	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Granulometría (NTP – 399.127).	CONTENDO DE HUMEDAD NTP – 399.127 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NTP – 400.013	4	3	3	Específica Normativa - - -
Peso unitario.	PESO UNITARIO NTP – 400.017	4	4	4	- - -
Peso específico. Absorción.	PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN. NTP – 400.021	4	4	4	- - -

- Segunda dimensión: **Diseño de mezcla**
- Objetivos de la Dimensión: Esta dimensión mide las propiedades de la mezcla de concreto, particularmente en cuanto a la incorporación de polietileno.

Indicadores	Instrumento	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Dosificación de mezcla de concreto. Dosificación de reemplazo 2.5%, 5%, 7.5% y 10%. Método del comité 211 del ACI.	DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	3	4	4	- -

- Tercera dimensión: **Propiedades mecánicas del concreto con polietileno**
- Objetivos de la Dimensión: El objetivo de la dimensión que se está analizando es determinar cómo la incorporación de polietileno en el concreto altera las propiedades físicas del mismo.

Indicadores	Instrumento	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Resistencia a la compresión (ASTM C39).	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (ASTM C39)	4	4	4	- - -

- Cuarta dimensión: **Calculo sismorresistente**
- Objetivos de la Dimensión: Esta dimensión se encarga de medir y evaluar la capacidad de una estructura para resistir y absorber las fuerzas generadas durante un evento sísmico.

Indicadores	Instrumentos	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Estudio de mecánica de suelos (E-050) Configuración estructural Etabs	CONTENDO DE HUMEDAD NTP - 399.127	4	4	4	_____
	ENSAYO DE LIMITE DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)	3	3	3	_____
	ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM-3080)	4	3	4	_____


 Yanis Saúl Solorzano Calderón
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 195243
 Firma del evaluador
 DNI: 22519590

1. Datos generales del juez N°2

Nombre del juez:	Lino Duran, Jhonny Antonio		
Grado profesional:	Maestría (X)	Doctor	()
Área de formación académica:	Estructuras (X)	Transporte	()
	Gestión (X)	Geotecnia	()
Áreas de experiencia profesional:	Gestión, Estructuras, Geotecnia		
Institución donde labora:			
Tiempo de experiencia profesional en el área:	2 a 4 años	()	
	Más de 5 años	(X)	

Dimensiones del instrumento:

- Primera dimensión: **Propiedades físicas de los agregados**
- Objetivos de la Dimensión: Esta dimensión tiene como objetivo medir las características y propiedades físicas esenciales de los agregados que se incorporan en el concreto.

Indicadores	Instrumento	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Granulometría (NTP - 399.127).	CONTENDO DE HUMEDAD NTP - 399.127 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NTP - 400.013	4	4	4	
Peso unitario.	PESO UNITARIO NTP - 400.017	3	4	4	
Peso específico. Absorción.	PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN, NTP - 400.021	3	3	3	

- Segunda dimensión: **Diseño de mezcla**
- Objetivos de la Dimensión: Esta dimensión mide las propiedades de la mezcla de concreto, particularmente en cuanto a la incorporación de polietileno.

Indicadores	Instrumento	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Dosificación de mezcla de concreto. Dosificación de reemplazo 2.5%, 5%, 7.5% y 10%. Método del comité 211 del ACI.	DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	4	4	3	

- Tercera dimensión: **Propiedades mecánicas del concreto con polietileno**
- Objetivos de la Dimensión: El objetivo de la dimensión que se está analizando es determinar cómo la incorporación de polietileno en el concreto altera las propiedades físicas del mismo.

Indicadores	Instrumento	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Resistencia a la compresión (ASTM C39).	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (ASTM C39)	4	4	4	

- Cuarta dimensión: **Calculo sismorresistente**
- Objetivos de la Dimensión: Esta dimensión se encarga de medir y evaluar la capacidad de una estructura para resistir y absorber las fuerzas generadas durante un evento sísmico.

Indicadores	Instrumentos	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Estudio de mecánica de suelos (E-050) Configuración estructural Etabs	CONTENDO DE HUMEDAD NTP - 399.127	4	4	4	
	ENSAYO DE LIMITE DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)	3	3	4	
	ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM-3080)	4	3	4	- - -



INGENIERO CIVIL
 CIP. 150919

Firma del evaluador
 DNI: 41142473

1. **Datos generales del juez N°3**

Nombre del juez:	Ramos Lujan, Evaristo Luciano		
Grado profesional:	Maestría (X)	Doctor	()
Área de formación académica:	Estructuras ()	Transporte (X)	
	Gestión ()	Geotecnia ()	
Áreas de experiencia profesional:	Transporte, Estructuras, Geotecnia.		
Institución donde labora:	Municipalidad Distrital de Pachas		
Tiempo de experiencia profesional en el área:	2 a 4 años ()	Más de 5 años (X)	

Indicadores	Instrumento	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Granulometría (NTP - 399.127).	CONTENIDO DE HUMEDAD NTP - 399.127 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NTP - 400.013	4	3	3	Especificar Alternativa. - - -
Peso unitario.	PESO UNITARIO NTP - 400.017	4	4	4	- - -
Peso específico. Absorción.	PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN. NTP - 400.021	4	4	4	- - -

- Segunda dimensión: **Diseño de mezcla**
- Objetivos de la Dimensión: Esta dimensión mide las propiedades de la mezcla de concreto, particularmente en cuanto a la incorporación de polietileno.

Indicadores	Instrumento	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Dosificación de mezcla de concreto. Dosificación de reemplazo 2.5%, 5%, 7.5% y 10%. Método del comité 211 del ACL.	DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	3	4	4	- -

- Tercera dimensión: **Propiedades mecánicas del concreto con polietileno**
- Objetivos de la Dimensión: El objetivo de la dimensión que se está analizando es determinar cómo la incorporación de polietileno en el concreto altera las propiedades físicas del mismo.

Indicadores	Instrumento	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Resistencia a la compresión (ASTM C39).	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (ASTM C39)	4	4	4	- - -

- Cuarta dimensión: **Calculo sismorresistente**
- Objetivos de la Dimensión: Esta dimensión se encarga de medir y evaluar la capacidad de una estructura para resistir y absorber las fuerzas generadas durante un evento sísmico.

Indicadores	Instrumentos	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Estudio de mecánica de suelos (E-050) Configuración estructural Etabs	CONTENDO DE HUMEDAD NTP - 399.127	3	4	4	- -
	ENSAYO DE LIMITE DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)	4	4	3	- -
	ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM-3080)	3	3	3	Considerar el ensayo de corte directo Esfuerzo cortante vs Deformación Tangencial.



Enrique Luciano Ramos Luján
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 170463

Firma del evaluador
DNI: 4497153

Anexo 6: Resultado de similitud del programa Turnitin

Análisis sísmico de un edificio aporricado multifamiliar de 6 niveles adicionando polietileno al concreto, Urbanización los Jardines, Sayán-Huaura-Lima.

INFORME DE ORIGINALIDAD

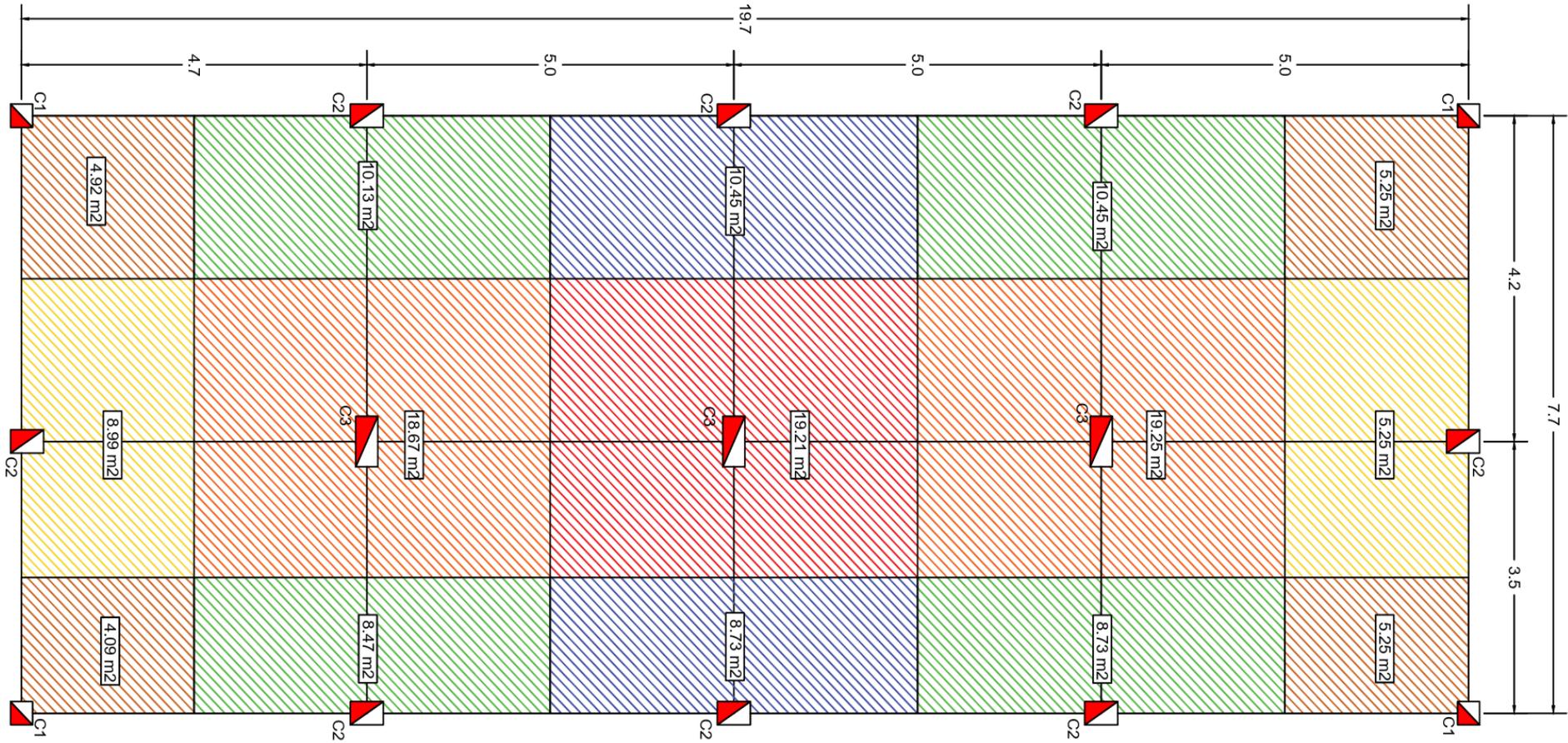


FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	7%
2	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	2%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
4	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1%
5	issuu.com Fuente de Internet	<1%
6	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	<1%
7	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	vsip.info Fuente de Internet	<1%

Fuente: Elaboración propia

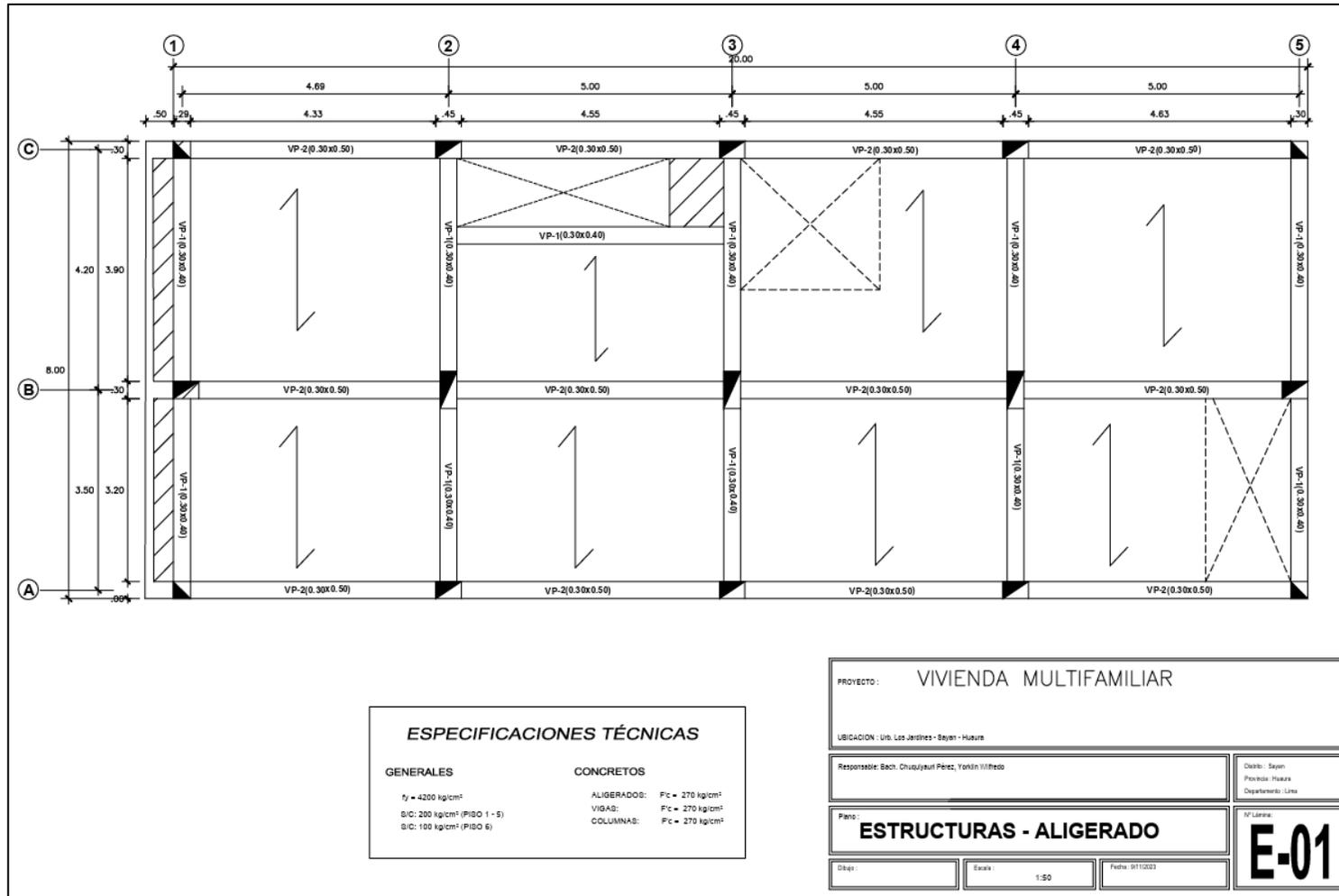
Anexo 7: Áreas tributarias para el predimensionamiento de columnas



Fuente: Elaboración propia.

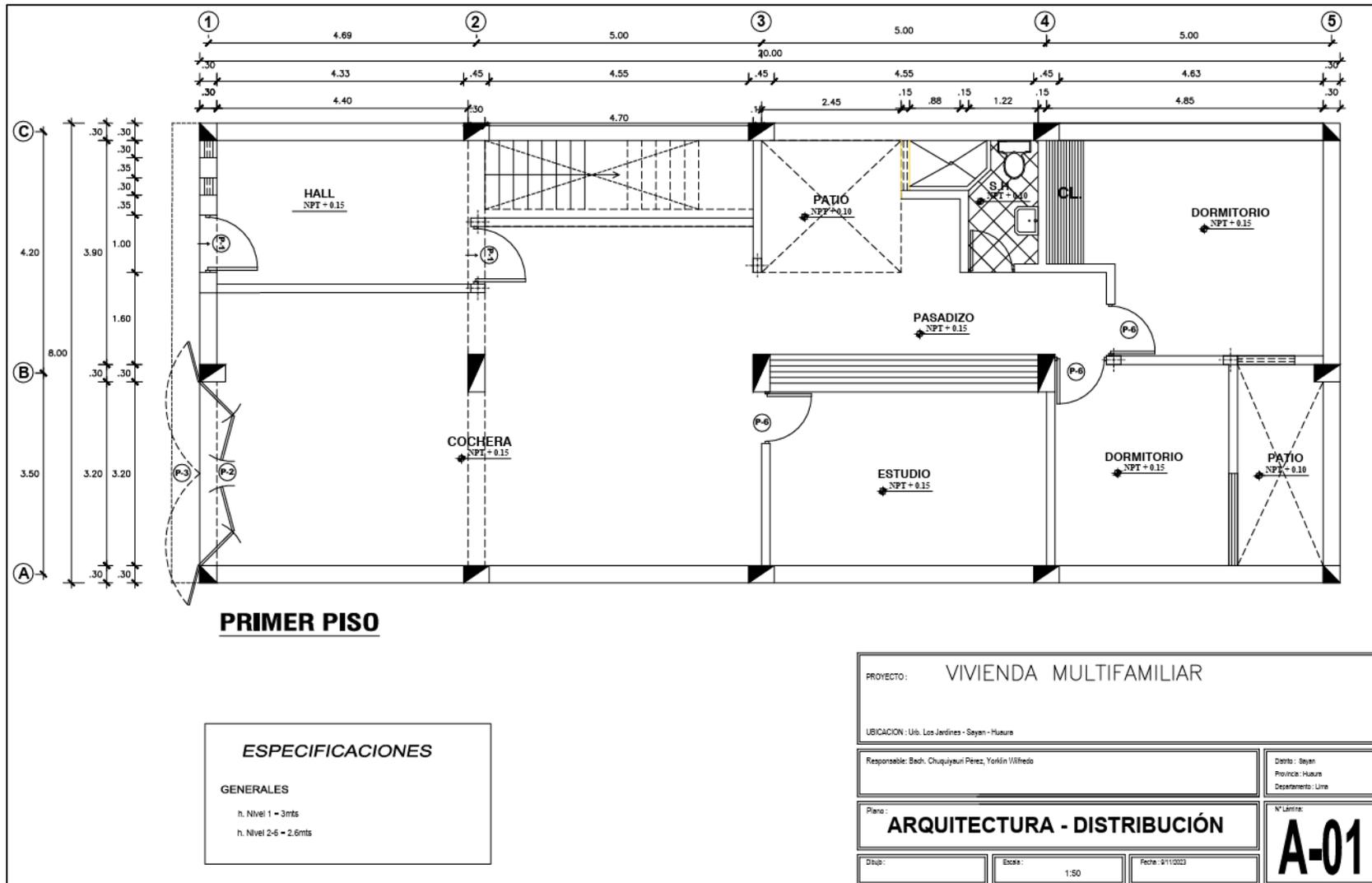
Anexo 8: Planos del proyecto de edificación aportica multifamiliar

Plano de estructuras - Aligerado



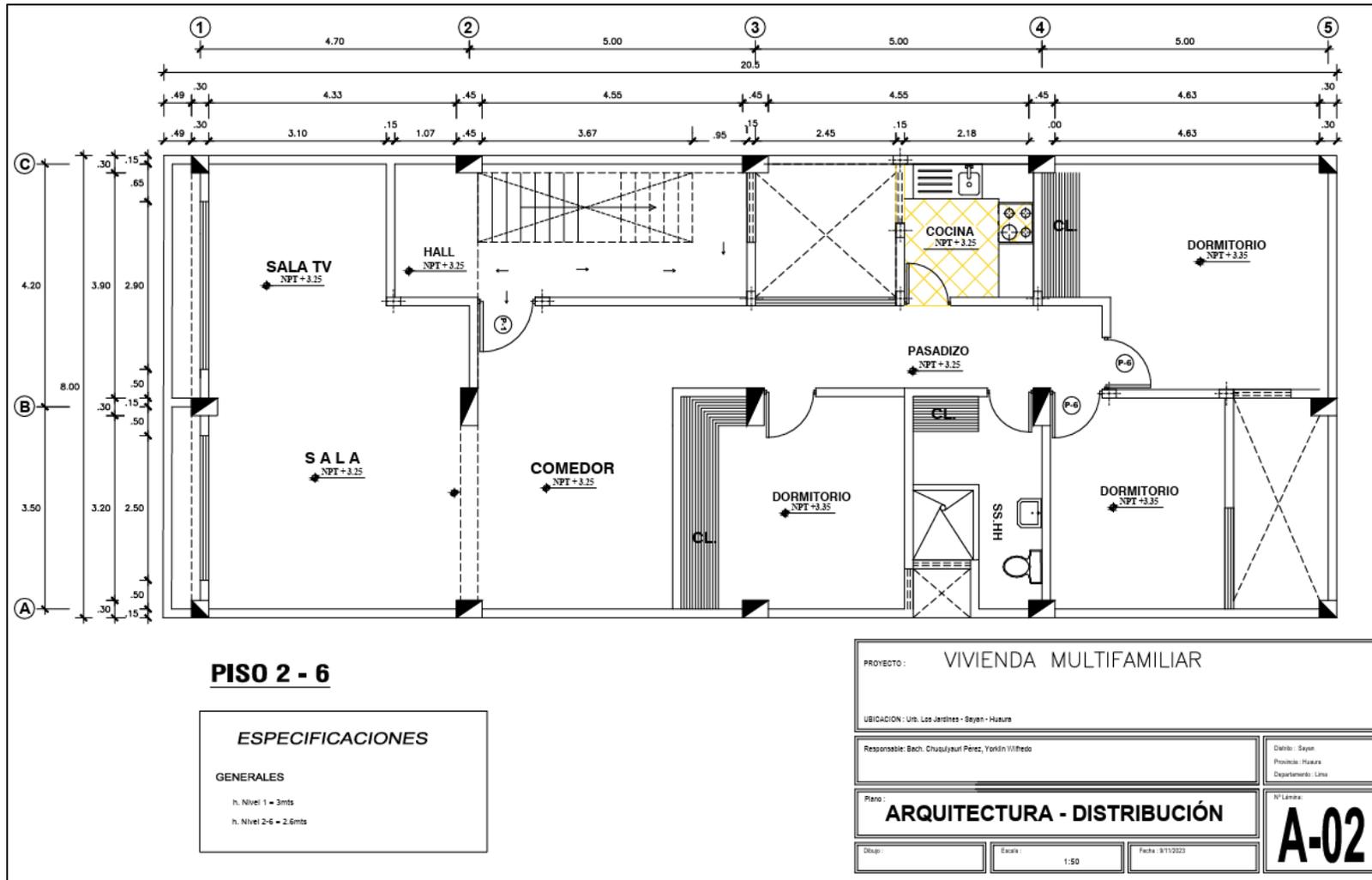
Fuente: Elaboración propia.

Plano de Arquitectura – Distribución (primer nivel)



Fuente: Elaboración propia.

Plano de Arquitectura – Distribución (nivel 2 - 6)



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 9: Patrones de carga sismo estático en dirección X-Y

ETABS Ultimate 19.1.0 - EDIFICACION 6 NIVELES

File Edit View Define Draw Select Assign Analyze Display Design Options Tools Help

3-D View - Displacements (Muerta) [mm] Story Response Plan View - Story1 - Z = 3 (m)

Reports Model Display Tables

- Model
- Project
- Structure Layout
- Properties
- Structural Objects
- Groups
- Loads
- Named Output Ite
- Named Plots

Define Load Patterns

Load	Type	Self Weight Multiplier	Auto Lateral Load
Dead	Dead	1	
Live	Live	0	
SISMOESTATICOX	Seismic	0	User Coefficient
SISMOESTATICOY	Seismic	0	User Coefficient

Click To:

- Add New Load
- Modify Load
- Modify Lateral Load...
- Delete Load

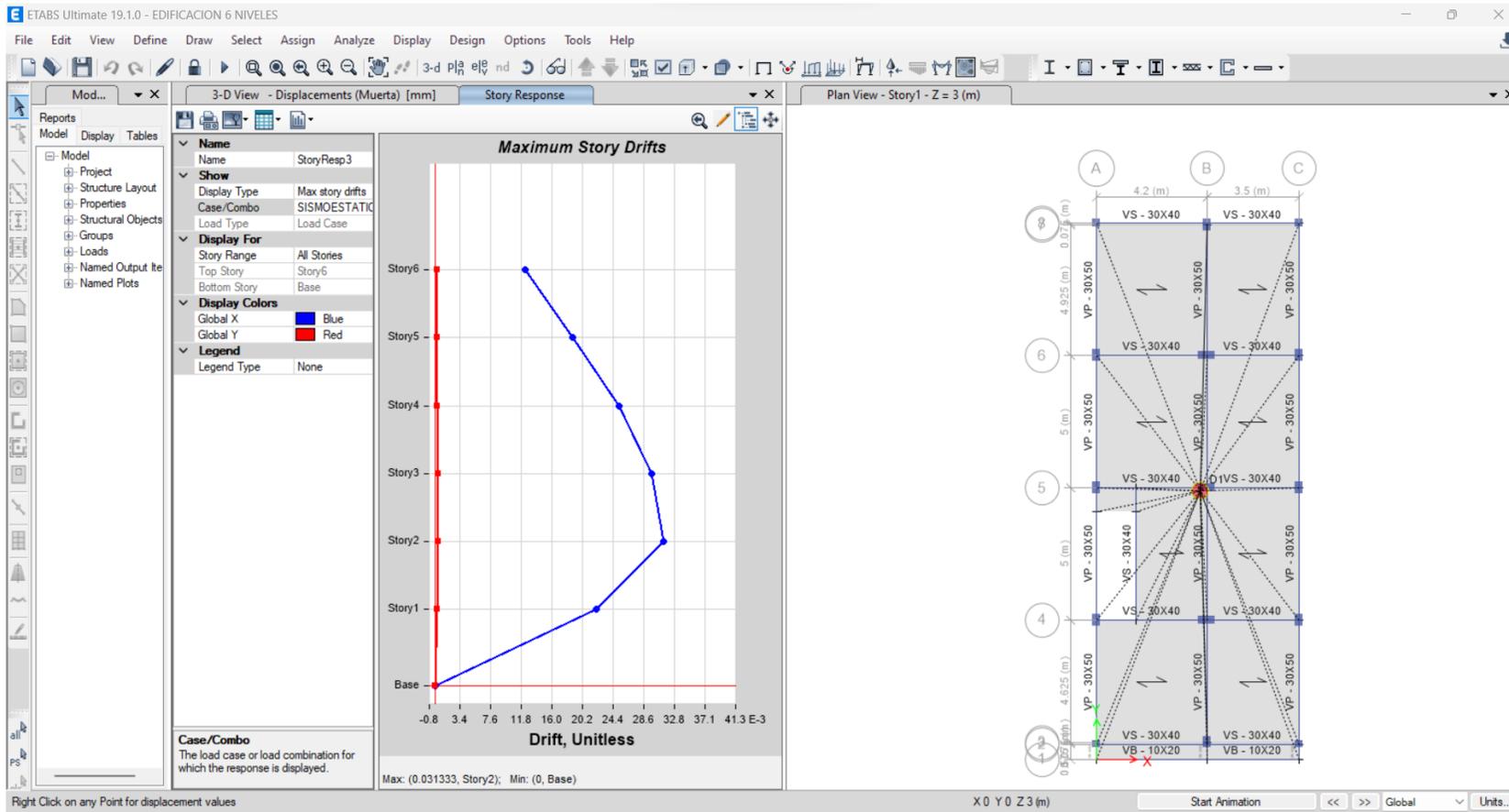
OK Cancel

Right Click on any Point for displacement values

Start Animation << >> Global Units...

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 10: derivas máximas en dirección XX



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 11: Cotización para el ensayo de probetas.



MTL GEOTECNIA
Ruc: 20600375262

FORMATO DE COTIZACIÓN DE ENSAYOS

COT. N° 497-LEM-23

REFERENCIA	Solicitado presencialmente el 26/09/2023
SOLICITANTE	Yorklin Wilfredo Chuquiyaui Pérez - DNI: 74433773
ATENCIÓN	Yorklin Wilfredo Chuquiyaui Pérez
TESIS	"Análisis y diseño estructural de un edificio aporticado multifamiliar 6 niveles adicionando polietileno al concreto armado, Urbanización los Jardines, Sayán-Huaura-Lima"
UBICACIÓN	Sayán - Huaura - Lima - Perú
FECHA	San Martín de Porres, 26 de septiembre de 2023

EJECUCIÓN DE ENSAYOS EN LABORATORIO

ITEM	CONCEPTO	NORMA	UND.	CANT.	PARCIAL	SUBTOTAL
1.0	ENSAYOS EN LABORATORIO DE CONCRETO					
1.1	Diseño de mezcla de concreto 210 kg/cm ² (incluye ensayos físicos. Granulometría, peso unitario, peso específico y absorción)	ACI211	Und	1	S/. 350.00	S/. 350.00
1.2	Elaboración de probetas 4x8pulg (patrón, al 5%, al 7% y al 10.5% de adición de polietileno en reemplazo del agregado fino). Incluye curado y slump.	---	Und	36	S/. 23.00	S/. 828.00
1.3	Compresión de probetas cilíndricas de concreto (7; 14 y 28 días)	ASTM 'C39	Und	36	S/. 15.00	S/. 540.00
1.4	Materiales (agregado fino, agregado grueso y cemento)	--	Und	1	S/. 60.00	S/. 60.00
					SUB TOTAL	S/. 1,778.00

NOTAS / ANOTACIONES:

- Validez de oferta 30 días desde su emisión
- El cliente debe proporcionar la información necesaria para la emisión de los certificados de ensayo
- El ítem 1.4 no incluye adiciones y/o aditivos.
- **Plazo de entrega de certificados de ensayos: 32 días**
- Posterior a la aceptación de la presente propuesta, remitir ORDEN DE SERVICIO al correo administracion@mtlgeotecniasac.com
- La conformidad de servicio se aplicará si el servicio se terminó de efectuar sin observación, queja o reclamo en un periodo de 1 semana de emitido el certificado.

FORMA DE PAGO:

- 50% al inicio
- 50% a la entrega de los certificados

CUENTAS DE PAGO:

CTA CORRIENTE BANCO CONTINENTAL
 AHORROS SOLES: 0011-0752-0200099965
 AHORROS DOLARES: 0011-0200099965-32
 CCI BANCO CONTINENTAL: 011-752-000200099965-32

MTL GEOTECNIA S.A.C
RUC: 20600375262

DANY CCOTO TRUJILLO
GERENTE COMERCIAL

Calle La Madrid N° 264 - Asociación Los Olivos - San Martín de Porres (Alt. Av. Antunez de Mayolo con Av. Universitaria)
 Telf.: (01) 457 2237 RPC 989 349 903
 informes@mtlgeotecniasac.com www.mtlgeotecniasac.com

Fuente: MTL GEOTECNIA S.A.C

Anexo 12: Obtención de polietileno.



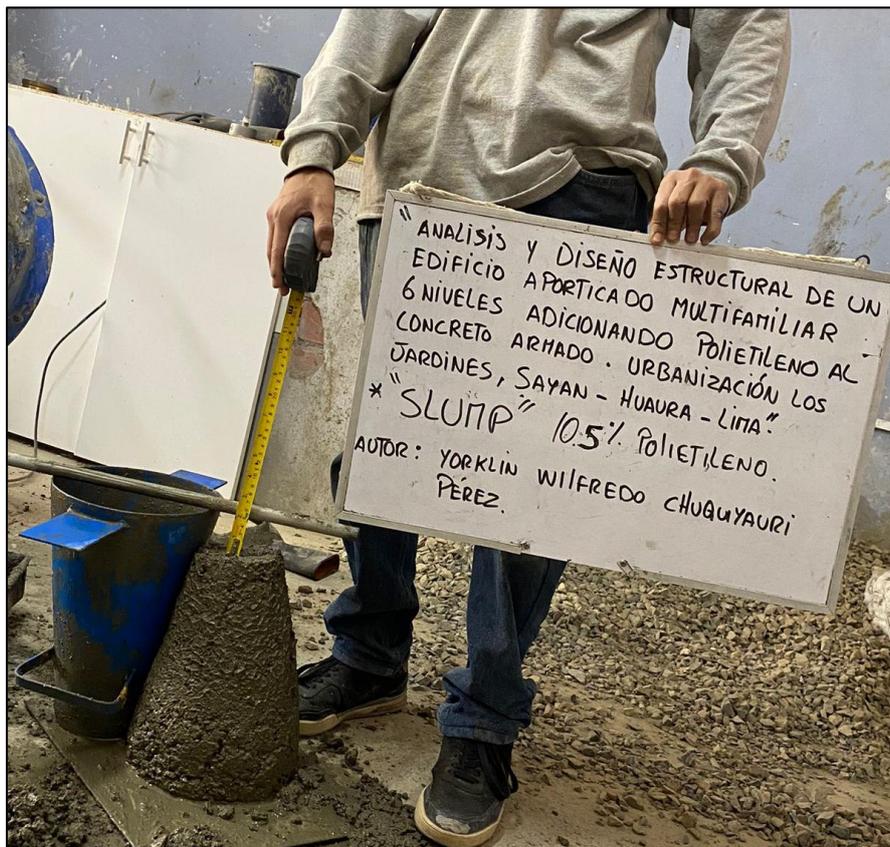
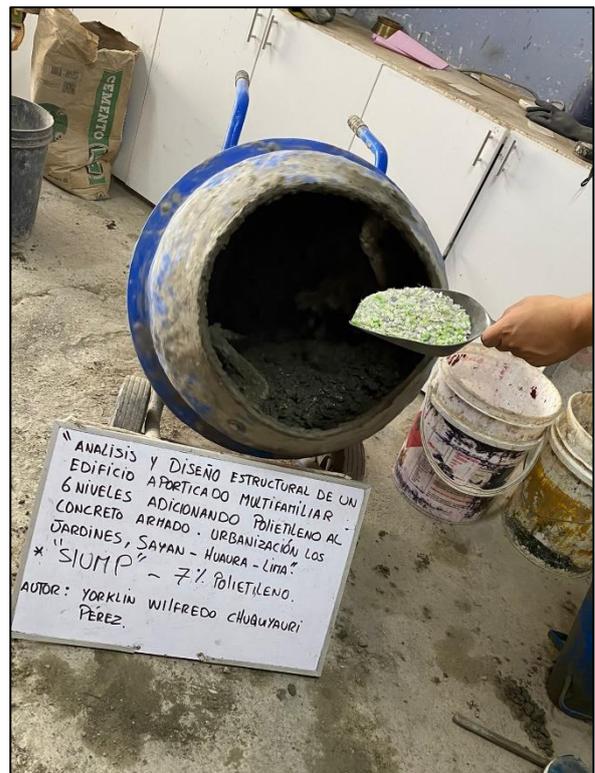
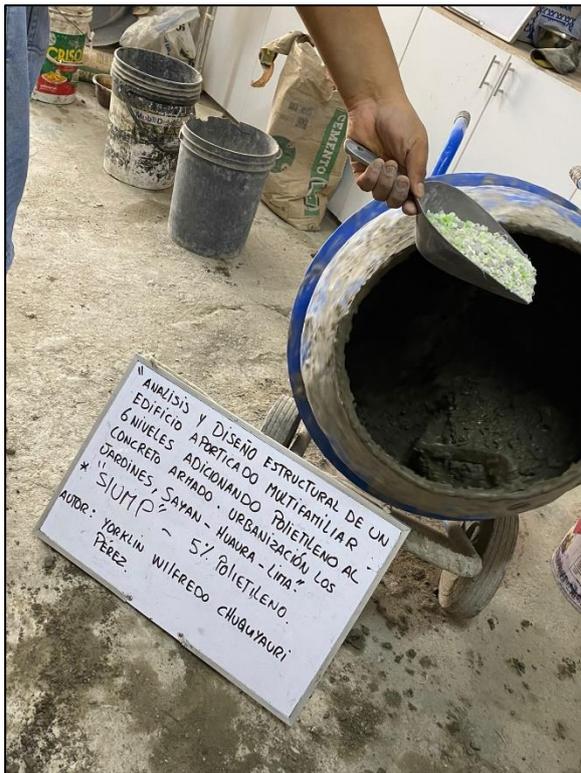
Fuente: Elaboración propia.

Anexo 13: Distribución o peso del polietileno para cada porcentaje de sustitución.



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 14: Ensayo de asentamiento del concreto fresco



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 15: Especimen seleccionado para el ensayo de compresión de 7 días



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 16: Resultados del Estudio de Mecánica de Suelos.

Ensayo Granulométrico por Tamizado ASTM D-422



CORPORACION SUAME S.R.O.
INGENIERIA - CONSTRUCCION - GEOTECNIA - LABORATORIO

Solicitante : YORKLIN WILFREDO CHUQUIYAUARI PÉREZ
 Proyecto : ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO APORTICADO MULTIFAMILIAR 6 NIVELES ADICIONANDO POLIETILENO AL CONCRETO ARMADO, URBANIZACIÓN LOS JARDINES, SAYÁN-HUAURA-LIMA.

Localidad : URBANIZACION LOS JARDINES - C.P. LA VILLA - SAYAN
 Calicata : C - 1 Técnico Laboratorista : LUCIO I. FERNANDEZ MERCEDES
 Pto. Muestreo : Mz. E - Lt. 8 Ing. Responsable : MIGUEL ALFREDO RODRIGUEZ MARTINEZ
 Muestra : M-1 Fecha de Recepción : 25/10/2023
 Profundidad : 2.50 metros Fecha de Entrega : 01/11/2023
 Material : SP N° de Ensayo : 074 - 2023-LAB/MS-CORP. SUAME SAC

ANÁLISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D-422						
Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	Especificación
5"	127.000					H. Natural
4"	101.600					L. Líquido
3"	76.200					L. Plástico
2 1/2"	63.500				100.0	Ind. Plástico
2"	50.800	436.00	3.5	3.5	96.5	Clas. SUCS
1 1/2"	38.100	310.00	2.5	5.9	94.1	Clas. AASHTO
1"	25.400	296.00	2.4	8.3	91.7	
3/4"	19.050	317.00	2.5	10.8	89.2	
1/2"	12.700	436.00	3.5	14.3	85.7	
3/8"	9.525	398.00	3.2	17.4	82.6	
1/4"	6.350	692.00	5.5	22.9	77.1	
Nº4	4.760	458.00	3.6	26.6	73.4	
Nº10	2.000	2665.44	21.2	47.7	52.3	
Nº20	0.840	2816.99	22.4	70.1	29.9	
Nº40	0.420	2279.89	18.1	88.2	11.8	
Nº60	0.250	891.82	7.1	95.3	4.7	
Nº100	0.150	76.76	0.6	95.9	4.1	
Nº200	0.074	196.31	1.6	97.5	2.5	
PASA		318.80	2.5	100.0		

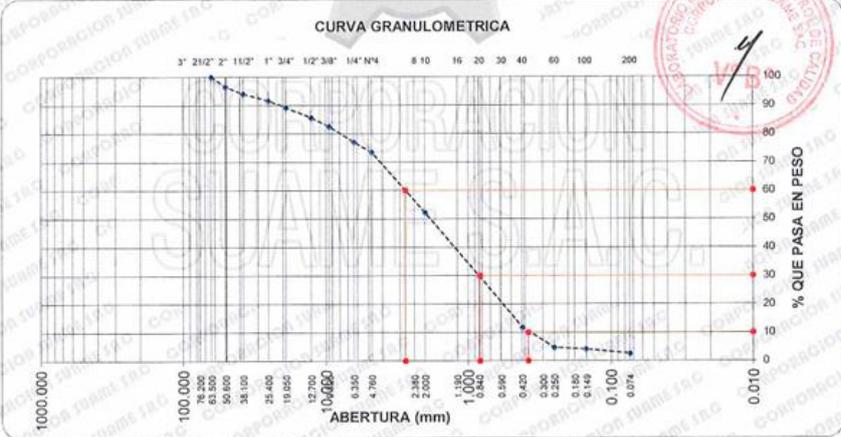
Descripción		Clasificación
H. Natural	6.1	
L. Líquido	0.0	
L. Plástico	NP	
Ind. Plástico	NP	
Clas. SUCS	SP	
Clas. AASHTO	A-1-b (0)	

Características	
T. Máximo	2 1/2"
T. M. Nominal	2"
Grava (%)	26.6
Arena (%)	70.9
Finos (%)	2.5

Datos de Ensayo	
P.M. Húmedo (gr)	12589.0
P.M. Seca (gr)	12270.2
Fracción (gr)	471.0

Método de Compactación - Proctor			
Diametro de Molde	4"	6"	
Método	A	B	C

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES:
 El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.
 Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de CORPORACION SUAME SAC.



LABORATORIO DE SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD
CORPORACION SUAME SAC
TÉCNICO LABORATORISTA



CORPORACION SUAME SAC
LUCIO FERNANDEZ MERCEDES
TÉCNICO



CORPORACION SUAME SAC
MIGUEL ALFREDO RODRIGUEZ MARTINEZ
INGENIERO CIVIL
Reg. C.P. N° 48209

Calle Carlos Manrique N° 420 Urb. El Milagro - Huaura
 Movistar: 956 141 903 - 942 144 930 - Fijo 01 - 4962895
 Email: juanca_xp@hotmail.com

Razon Social: CORPORACION SUAME S.A.C.
 RUC N° 20601762651

Fuente: Laboratorio de Suelos Corporación SUAME

Perfil estratigráfico del suelo (C-1)



CORPORACION SUAME S.A.C.
INGENIERIA – CONSTRUCCION – GEOTECNIA – LABORATORIO

<p>PROYECTO : ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO APORTICADO MULTIFAMILIAR 6 NIVELES ADICIONANDO POLIETILENO AL CONCRETO ARMADO, URBANIZACIÓN LOS JARDINES, SAYÁN-HUAURA-LIMA.</p> <p>Solicitante : YORKLIN WILFREDO CHUQUIYURI PÉREZ</p> <p>Localidad : URBANIZACIÓN LOS JARDINES - C.P. LA VILLA - SAYAN</p> <p>Pto. Muestreo : Mz. E - L1.8</p> <p style="text-align: right;">Profundidad 2.50 metros Fecha de Recepción 25/10/2023</p>	<p>SONDEO:</p> <h1 style="font-size: 2em;">C-1</h1>
<h3>PERFIL ESTRATIGRAFICO</h3>	
<p>EXPLORACION : Caricata REGISTRO POR : LUCIO I. FERNANDEZ MERCEDES TIPO DE EXCAVACION REVISADO POR : MIGUEL ALFREDO RODRIGUEZ MARTINEZ</p>	

Prof.(m)	Muestra	Símbolo		Descripción del Estrato	Clasificación	
		SUCS	AASHTO		SUCS	AASHTO
1.00	M-1			<p>Se encontró un material Arenas pobremente gradadas, arenas gravosas, pocos o ningún fino, con presencia de gravas (angular) 26.5%, con diámetro variable de 3" aproximado, con finos (2,5%), en estado húmedo, de Compacidad Compacto, de plasticidad nula, de coloración marrón claro.</p> <p>(Grava=26,6%, Arena=70,9% y Finos=2,5%) clasificación es SUCS (ASTM D2487) = SP.</p> <p style="text-align: right;">Su TERRENO</p>	SP	A-1-b (0)
2.00						
3.00						
4.00						
5.00						
<p>OBSERVACIONES</p> <p style="text-align: right;">Humedad Natural : 6.1% N.F. (m) : ...</p> <p style="font-size: 0.8em;"> MAB: muestra alterada en bolsa (x) MIB: muestra inalterada en bloque MIT: muestra inalterada en tubo </p>						

📍 Calle Carlos Manrique N° 420 Urb. El Milagro Huaura
 Movistar: 956 141 903 – 942 144 930 – Fijo 01 – 4962895
 ✉ Email: juanca_xp@hotmail.com

Razon Social: **CORPORACION SUAME S.A.C.**
 RUC N° 20601762651

Fuente: Laboratorio de Suelos Corporación SUAME

Ensayo De Contenido de Humedad Calicata C-1 ASTM D-2216



CORPORACION SUAME S.A.C.

INGENIERIA – CONSTRUCCION – GEOTECNIA – LABORATORIO

Solicitante : YORKLIN WILFREDO CHUQUIYAU RI PÉREZ
 Proyecto : ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO APORTIGADO MULTIFAMILIAR 6 NIVELES ADICIONANDO POLIETILENO AL CONCRETO ARMADO, URBANIZACIÓN LOS JARDINES, SAYÁN-HUAURA-LIMA.
 Localidad : URBANIZACION LOS JARDINES - C.P. LA VILLA - SAYAN
 Calicata : C - 1 Técnico Laboralista : LUCIO I. FERNANDEZ MERCEDES
 Pto. Muestreo : Mz. E - Lt. 8 Ing. Responsable : MIGUEL ALFREDO RODRIGUEZ MARTINEZ
 Muestra : M-1 Fecha de Recepción : 25/10/2023
 Profundidad : 2.50 metros Fecha de Entrega : 01/11/2023
 Material : SP N° de Ensayo : 074 - 2023-LAB/MS-CORP. SUAME SAC

CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO - ASTM D-2216

Descripción	N° de Ensayo			Observaciones
	1	2	3	
Número Recipiente (gr)	1	2		
Peso de Tara (gr)				
Peso de la Tara + Peso del Suelo Húmedo (gr)	500.00	100.00		
Peso de la Tara + Peso del Suelo Seco (gr)	471.00	94.24		
Peso del Agua (gr)	29.00	5.76		
Peso del Suelo Seco (gr)	471.0	94.2		
Contenido de Humedad (%)	6.2	6.1		
Contenido de Humedad Promedio (%)	6.1			

OBSERVACIONES :

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante

Prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de CORPORACION SUAME SAC.



CORPORACION SUAME S.A.C.

LUCIO FERNANDEZ MERCEDES
 TECNICO

CORPORACION SUAME S.A.C.

MIGUEL ALFREDO RODRIGUEZ MARTINEZ
 INGENIERO CIVIL
 Reg. INIP, N° 46208



📍 Calle Carlos Manrique N° 420 Urb. El Milagro Huaura
 📞 Movistar: 956 141 903 – 942 144 930 – Fijo 01 – 4962895
 ✉️ Email: juanca_xp@hotmail.com

Razon Social: CORPORACION SUAME S.A.C.
 RUC N° 20601762651

Fuente: Laboratorio de Suelos Corporación SUAME

Peso específico del suelo NTP



CORPORACION SUAME S.A.C.
INGENIERIA – CONSTRUCCION – GEOTECNIA – LABORATORIO

Solicitante : YORKLIN WILFREDO CHUQUIYURI PÉREZ
 Proyecto : ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO APORTICADO MULTIFAMILIAR 6 NIVELES ADICIONANDO POLIETILENO AL CONCRETO ARMADO, URBANIZACIÓN LOS JARDINES, SAYAN-HUAURA-LIMA

Localidad : URBANIZACION LOS JARDINES - C.P. LA VILLA - SAYAN
 Calicata : C - 1
 Pto. Muestreo : Mz. E - Lt. 8
 Muestra : M-1
 Profundidad : 2.50 metros
 Material : SP

Técnico Laboratorista : LUCIO I. FERNANDEZ MERCEDES
 Ing. Responsable : MIGUEL ALFREDO RODRIGUEZ MARTINEZ
 Fecha de Recepción : 25/10/2023
 Fecha de Entrega : 01/11/2023
 N° de Ensayo : 077 - 2023-LAB/MS-CORP. SUAME SAC

PESO ESPECIFICO DEL SUELO - NTP 339.131

N° de Ensayos	1		
1. Numero de la Fiola	5		
2. Capacidad de la Fiola	cm ³	250.000	
3. Peso del Suelo Seco	gr	100.000	
4. Peso de la Fiola + Peso del Suelo Seco + Peso del Agua	gr	404.890	
5. Temperatura	°C	24.30	
6. Peso de la Fiola + Peso del Agua	gr	345.920	
7. Correccion de Temperatura	K	0.99902	
8. Correccion de Densidad	(g/mL)B	0.99723	
9. Peso Especifico del Suelo (Gs)	gr/cm ³	1.438	1.438

OBSERVACIONES:
 El uso de la informacion contenida en este documento es responsabilidad del solicitante



CORPORACION SUAME SAC
 LUCIO FERNANDEZ MERCEDES
 TECNICO LABORATORISTA

CORPORACION SUAME SAC
 MIGUEL ALFREDO RODRIGUEZ MARTINEZ
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 45209



📍 Calle Carlos Manrique N° 420 Urb. El Milagro Huaura
 Movistar: 956 141 903 – 942 144 930 – Fijo 01 – 4962895
 ✉ Email: juanca_xp@hotmail.com

Razon Social: CORPORACION SUAME S.A.C.
 RUC N° 20601762651

Límite de consistencia



CORPORACION SUAME S.A.C.
INGENIERIA – CONSTRUCCION – GEOTECNIA – LABORATORIO

Solicitante : YORKLIN WILFREDO CHUQUIYURI PÉREZ
 Proyecto : ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO APTICADO MULTIFAMILIAR 6 NIVELES ADICIONANDO POLIETILENO AL CONCRETO ARMADO, URBANIZACIÓN LOS JARDINES, SAYAN-HUAURA-LIMA.

Localidad : URBANIZACION LOS JARDINES - C.P. LA VILLA - SAYAN
 Calicata : C - 1
 Pto. Muestreo : Mz. E - Lt. 8
 Muestra : M-1
 Profundidad : 2.50 metros
 Material : SP

Técnico Laboratorista : LUCIO I. FERNANDEZ MERCEDES
 Ing. Responsable : MIGUEL ALFREDO RODRIGUEZ MARTINEZ
 Fecha de Recepción : 25/10/2023
 Fecha de Entrega : 01/11/2023
 N° de Ensayo : 075 - 2023-LAB/MS-CORP. SUAME SAC

LÍMITES DE CONSISTENCIA

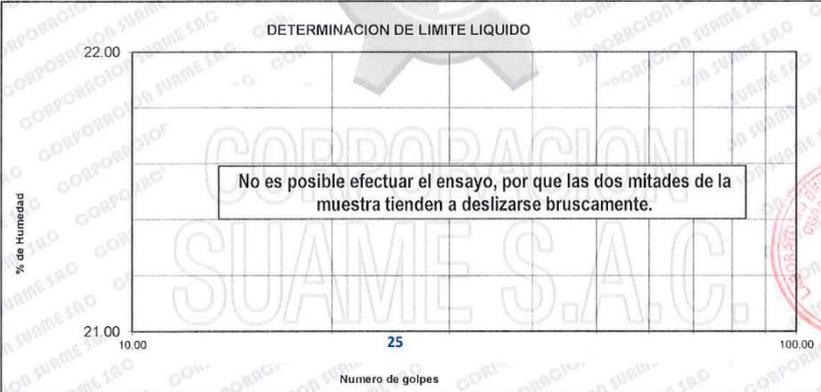
Límite Líquido del Suelo - NTP 339.129

ENSAYO N°	1	2	3	
N° Tarro				
Peso de Tarro + Suelo Húmedo				
Peso de Tarro + Suelo Seco				
Peso de Tarro				
Peso de agua				
Peso de Suelo Seco				
% de Humedad	NP	NP	NP	Limite Líquido
Número de Golpes				0.00

Límite Plástico del Suelo - NTP 339.129

ENSAYO N°	1	2	
N° de Tarro			
Peso de Tarro + Suelo Húmedo			
Peso de Tarro + Suelo Seco			
Peso de Tarro			
Peso de Agua			
Peso de Suelo Seco			Limite Plástico
% de Humedad	NP	NP	NP

DETERMINACION DE LIMITE LIQUIDO



Y-axis: % de Humedad (21.00 to 22.00)
 X-axis: Numero de golpes (10.00 to 100.00)
 Marked value: 25

Resultados	
Limite Líquido	0.00
Limite Plástico	NP
Ind. Plástico	NP

OBSERVACIONES:
 El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante



LUCIO FERNANDEZ MERCEDES
TECNICO LABORATORISTA



MIGUEL ALFREDO RODRIGUEZ MARTINEZ
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 46209

📍 Calle Carlos Manrique N° 420 Urb. El Milagro Húaura
 Movistar: 956 141 903 – 942 144 930 – Fijo 01 – 4962895
 ✉ Email: juanca_xp@hotmail.com

Razon Social: CORPORACION SUAME S.A.C.
RUC N° 20601762651

Ensayo de corte directo ASTM



CORPORACION SUAME S.A.C.

INGENIERIA – CONSTRUCCION – GEOTECNIA – LABORATORIO

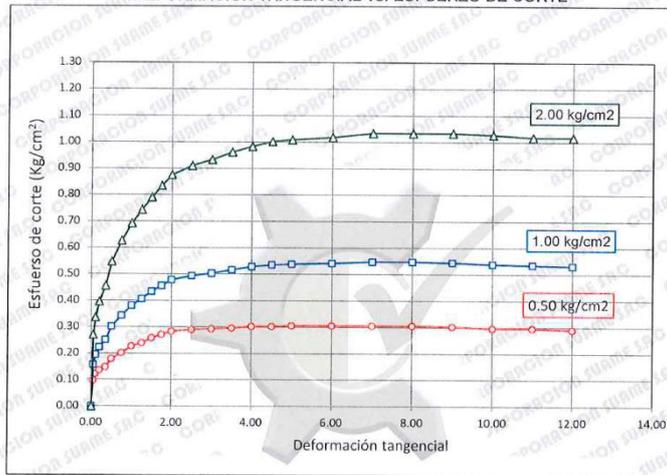
SOLICITANTE : YORKLIN WILFREDO CHUQUIYAURI PÉREZ
 PROYECTO : ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO APORTICADO MULTIFAMILIAR 6 NIVELES ADICIONANDO POLIETILENO AL CONCRETO ARMADO, URBANIZACIÓN LOS JARDINES, SAYAN-HUAURA-LIMA.

UBICACIÓN : URBANIZACION LOS JARDINES - C.P. LA VILLA - SAYAN
 FECHA : 01/11/2023

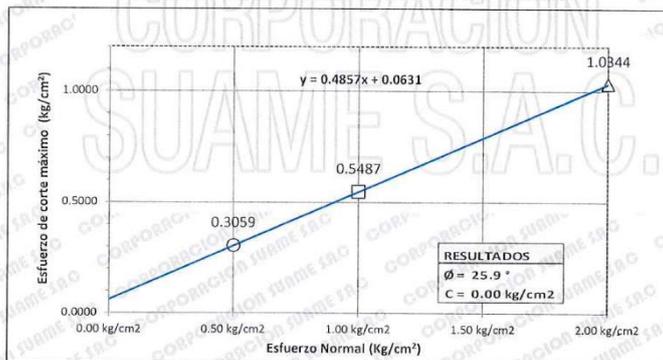
ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D3080

Estado : Remoldeado (material < Tamiz N° 4)
 Calicata : C-1
 Muestra : M-1
 Prof.(m) : 2.50

DEFORMACION TANGENCIAL vs. ESFUERZO DE CORTE



ESFUERZO NORMAL vs. ESFUERZO DE CORTE MÁXIMO



Nota: Muestra remitida e identificada por el Solicitante
 Ejecución: Tec. Lucio I. Fernandez Mercedes
 Revisión: Ing. Miguel Alfredo Rodriguez Martinez

CORPORACION SUAME SAC
 LUCIO FERNANDEZ MERCEDES
 TECNICO LABORATORISTA

CORPORACION SUAME SAC
 MIGUEL ALFREDO RODRIGUEZ MARTINEZ
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.I.P. N° 46209

📍 Calle Carlos Manrique N° 420 Urb. El Milagro - Huaura
 📞 Movistar: 956 141 903 – 942 144 930 – Fijo 01 – 4962895
 ✉️ Email: juanca_xp@hotmail.com

Razon Social: CORPORACION SUAME S.A.C.
 RUC N° 20601762651

Evidencia de calicata C-01



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 17: Resultados de las Características de los agregados Grueso y Agregado fino.

Ensayo Granulométrico del Agregado Grueso



MTL GEOTECNIA
Material Testing Laboratory

(01) 6782806 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima - Perú

informes@mtlgeotecniasac.com
 www.mtlgeotecniasac.com





LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

CERTIFICADO DE ENSAYO
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO

Código	FOR-PR-LAB-AG-001.01
Revisión	3
Aprobado	CC-MTL
Fecha	14/09/2021

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
ASTM C136

TESIS: "Análisis y diseño estructural de un edificio aporticado multifamiliar 5 niveles adicionando polietileno al concreto armado, Urbanización Los Jardines, Soyón-Huaura-Lima"
AUTOR: Yorkin Wilfredo Chuquiyauri Pérez
UBICACIÓN: Urbanización Los Jardines, Soyón-Huaura-Lima
Cantera: Trapiche
Material: Agregado Grueso
N° Muestra: M-02
Ensayado por: Mirilla Flores
Fecha de ensayo: 25/09/2021

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PARA AGREGADO GRUESO
ASTM C136

A) CONDICIONES DE ENSAYO:

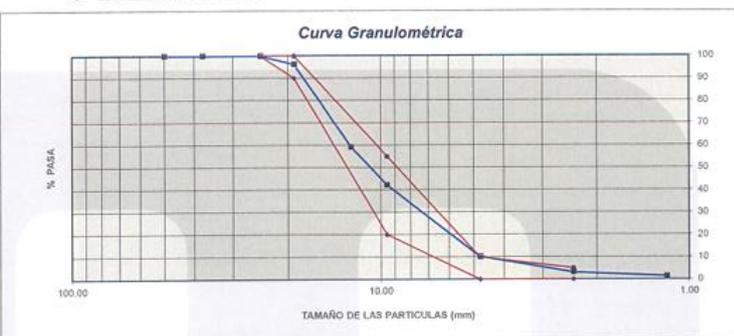
Método de preparación de muestra: Seco a horno
 Método de tamizado: Manual

B) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO:

Peso inicial húmedo: 5126.2 gr. Contenido de Humedad: 0.40 %
 Peso inicial seco: 5105.6 gr. Tamaño máximo nominal: 3/4"
 Módulo de finura: 6.43

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES (ASTM C33)	
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	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"	24.90	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/4"	19.05	194.5	3.8	3.8	96.2	90	100
1/2"	12.50	1687.2	37.0	40.8	59.2		
3/8"	9.53	871.5	17.1	57.8	42.2	20	85
N° 04	4.75	1632.5	32.0	89.8	10.2	0	10
N° 08	2.38	360.2	7.1	96.9	3.1	0	5
N° 16	1.18	87.5	1.7	98.6	1.4		
FONDO		72.40	1.4	100.0	0.0		

C) CURVA GRANULOMÉTRICA:



OBSERVACIONES:
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por:  Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por:  CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA
--	---	---

Peso Unitario para Agregados Gruesos



(01) 6782806 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima - Perú

informes@mtlgeotecniasac.com
 www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO UNITARIO PARA AGREGADOS	Código	FOR-PR-LAB-AG-002.01
		Revisión	3
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	22/06/2021
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO ASTM C29			

TESIS : "Análisis y diseño estructural de un edificio aporticado multifamiliar 6 niveles adicionando polietileno al concreto armado, Urbanización los Jardines, Sayán-Huaura-Lima"
AUTOR : Yorklin Wilfredo Chuquiyauni Pérez
UBICACIÓN : Urbanización los Jardines, Sayán-Huaura-Lima

Cantera : Trapiche
Material : Agregado grueso
N° Muestra : M-01

Ensayado por: Mirolla Flores
Fecha de ensayo: 25/09/2023

PESO UNITARIO PARA AGREGADOS
ASTM C29

A) PESO UNITARIO COMPACTADO:

Método utilizado: Método A (PUC, TMV-1 1/2")
Recipiente utilizado: R1 (Pequeño)

Punto N°		P - 1	P - 2	P - 3	
1	Peso de la Muestra + Recipiente	kg	6.85	6.87	6.83
2	Peso del Recipiente	kg	2.36	2.36	2.36
3	Peso de la Muestra	kg	4.50	4.51	4.48
4	Volumen del Molde	m ³	0.00276	0.00276	0.00276
5	Peso Unitario Compactado	kg/m ³	1629.71	1634.42	1622.46

PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m³)	1629
--	-------------

B) PESO UNITARIO SUELTO:

Método utilizado: Método C (PUS)
Recipiente utilizado: R1 (Pequeño)

Punto N°		P - 1	P - 2	P - 3	
1	Peso de la Muestra + Recipiente	kg	6.45	6.40	6.38
2	Peso del Recipiente	kg	2.36	2.36	2.36
3	Peso de la Muestra	kg	4.10	4.04	4.03
4	Volumen del Molde	m ³	0.00276	0.00276	0.00276
5	Peso Unitario Compactado	kg/m ³	1484.78	1463.41	1459.42

PESO UNITARIO SUELTO (kg/m³)	1469
--	-------------

OBSERVACIONES:
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por: Jefe de Laboratorio	Revisado por: Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por: Control de Calidad MTL GEOTECNIA
---	--	---

Peso Especifico y Absorción para Agregados Gruesos



MTL GEOTECNIA
Material Testing Laboratory

(01) 6782806 / 989 349 903
Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima - Perú

informes@mtlgeotecniasac.com
www.mtlgeotecniasac.com



SGS



UKAS
MANAGEMENT
SYSTEMS
0005

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Código</td><td>FOR-PR-LAB-AG-002.01</td></tr> <tr><td>Revisión</td><td>2</td></tr> <tr><td>Aprobado</td><td>CC-MTL</td></tr> <tr><td>Fecha</td><td>22/06/2021</td></tr> </table>	Código	FOR-PR-LAB-AG-002.01	Revisión	2	Aprobado	CC-MTL	Fecha	22/06/2021
Código	FOR-PR-LAB-AG-002.01									
Revisión	2									
Aprobado	CC-MTL									
Fecha	22/06/2021									
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO ASTM C127										
<p>TESIS : "Análisis y diseño estructural de un edificio aporticado multifamiliar 6 niveles adicionando poliestireno al concreto armado, Urbanización los Jardines. : Sayán-Huaura-Lima"</p> <p>AUTOR : Yorkén Wiltredo Chuquiyaqui Pérez</p> <p>UBICACIÓN : Urbanización los Jardines, Sayán-Huaura-Lima</p>										
<p>Cantera : Trapiche</p> <p>Material : Agregado grueso</p> <p>N° Muestra : M-01</p>		<p>Ensayado por: Mirella Flores</p> <p>Fecha de ensayo: 25/09/2023</p>								
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN PARA AGREGADOS GRUESOS ASTM C127										

A) INFORMACIÓN DE LABORATORIO:

Punto N°	P - 1
----------	-------

1	Peso de la Muestra Sumergida Canastilla	gr	1905.00
2	Peso de la Muestra Saturada Superficialmente Seca	gr	3038.00
3	Peso de la Muestra Seca	gr	3017.00
4	Peso específico de Masa (SSS)	gr/cc	2.68
5	Peso específico de Masa (OD)	gr/cc	2.66
6	Peso específico de Masa (Aparente)	gr/cc	2.71
7)	Absorción	%	0.7

B) GRAVEDAD ESPECÍFICA:

PESO ESPECÍFICO DE MASA S S S	gr/cc	2.68
PESO ESPECÍFICO DE MASA AL HORNO SECO	gr/cc	2.66
PESO ESPECÍFICO DE MASA APARENTE	gr/cc	2.71

C) ABSORCIÓN DE AGUA:

ABSORCIÓN (%)	0.70
---------------	------

OBSERVACIONES:
* Prohíbida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

<p>Elaborado por:</p> 	<p>Revisado por:</p>  <p>Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741</p>	<p>Aprobado por:</p> 
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Fuente: Laboratorio de Suelos MTL GEOTECNIA

Peso Unitario para Agregado Fino



(01) 6782806 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima - Perú

informes@mtlgeotecniasac.com
 www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO UNITARIO PARA AGREGADOS	Código	FOR-PR-LAB-AG-002.01
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	22/06/2021
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO ASTM C29			

TESIS : "Análisis y diseño estructural de un edificio aparcado multifamiliar 6 niveles adicionando polietileno al concreto armado, Urbanización los Jardines, Sayán-Huaura-Lima"
AUTOR : Yordán Wilfredo Chuquiyauri Pérez
UBICACIÓN : Urbanización los Jardines, Sayán-Huaura-Lima
Cantera : Trapiche
Material : Agregado fino
N° Muestra : M-02
Ensayado por: Mirella Flores
Fecha de ensayo: 25/09/2023

PESO UNITARIO PARA AGREGADOS
ASTM C29

A) PESO UNITARIO COMPACTADO:

Método utilizado Método A (PUC, TMN<1 1/2")
Recipiente utilizado R1 (Pequeño)

Punto N°		P - 1	P - 2	P - 3	
1	Peso de la Muestra + Recipiente	kg	7.24	7.29	7.27
2	Peso del Recipiente	kg	2.36	2.36	2.36
3	Peso de la Muestra	kg	4.89	4.93	4.92
4	Volumen del Molde	m ³	0.00276	0.00276	0.00276
5	Peso Unitario Compactado	kg/m ³	1771.01	1786.95	1781.88

PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m³)	1780
--	-------------

B) PESO UNITARIO SUELTO:

Método utilizado Método C (PUS)
Recipiente utilizado R1 (Pequeño)

Punto N°		P - 1	P - 2	P - 3	
1	Peso de la Muestra + Recipiente	kg	6.71	6.67	6.72
2	Peso del Recipiente	kg	2.36	2.36	2.36
3	Peso de la Muestra	kg	4.36	4.32	4.37
4	Volumen del Molde	m ³	0.00276	0.00276	0.00276
5	Peso Unitario Compactado	kg/m ³	1578.26	1564.49	1581.52

PESO UNITARIO SUELTO (kg/m³)	1575
--	-------------

OBSERVACIONES:
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

 Jefe de Laboratorio	 MTL GEOTECNIA S.C. Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 MTL GEOTECNIA S.C. CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA
-------------------------	---	---

Peso Específico y Absorción para Agregados Gruesos



MTL GEOTECNIA
Material Testing Laboratory

(01) 6782806 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima - Perú

informes@mtlgeotecniasac.com
 www.mtlgeotecniasac.com





LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Código</td><td>FOR-PR-LAB-AG-004.01</td></tr> <tr><td>Revisión</td><td>2</td></tr> <tr><td>Aprobado</td><td>CC-MTL</td></tr> <tr><td>Fecha</td><td>22/08/2023</td></tr> </table>	Código	FOR-PR-LAB-AG-004.01	Revisión	2	Aprobado	CC-MTL	Fecha	22/08/2023
Código	FOR-PR-LAB-AG-004.01									
Revisión	2									
Aprobado	CC-MTL									
Fecha	22/08/2023									
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO ASTM C128										
<p>TESIS : "Análisis y diseño estructural de un edificio aporticado multifamiliar 6 niveles adicionando polietileno al concreto armado, Urbanización los Jardines, Sayán-Huaura-Lima"</p> <p>AUTORES : Yorkán Wilfredo Chuquiyaupi Pérez</p> <p>UBICACIÓN : Urbanización los Jardines, Sayán-Huaura-Lima</p>										
<p>Cantera : Trapiche</p> <p>Material : Agregado fino</p> <p>N° Muestra : M-02</p> <p style="text-align: right;">Ensayado por: Mirella Flores Fecha de ensayo: 26/08/2023</p>										
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN PARA AGREGADOS FINOS ASTM C128										

A) INFORMACIÓN DE LABORATORIO:

Punto N°	P - 1
1) Peso de Muestra Seca	gr 492.10
2) Peso de Fiola + Agua	gr 647.20
3) Peso de Fiola + Muestra SSS + Agua	gr 961.80
4) Peso de Muestra SSS	gr 500.00
8) Peso Específico de la Masa (SSS)	gr/cc 2.70
9) Peso Específico de la Masa (OD)	gr/cc 2.65
10) Peso Específico de la Masa (Aparente)	gr/cc 2.77
11) Absorción	% 1.6

B) PESO ESPECÍFICO:

PESO ESPECÍFICO DE MASA S.S.S	gr/cc	2.70
PESO ESPECÍFICO DE MASA HORNO SECO	gr/cc	2.65
PESO ESPECÍFICO DE MASA APARENTE	gr/cc	2.77

C) ABSORCIÓN DE AGUA:

ABSORCIÓN (%)	1.65
---------------	------

OBSERVACIONES:
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por:  Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por:  CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA
--	---	---

Fuente: Laboratorio de Suelos MTL GEOTECNIA

Diseño Patrón - f'c 210 kg/cm²



(01) 6782806 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima - Perú

informes@mtlgeotecniasac.com
 www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO	Código	FOR-LAB-CO-001
	DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2020

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO ACI 211

REFERENCIA :-
 AUTOR : Yorklin Wilfredo Chuquiyauni Pérez
 TESIS : "Análisis y diseño estructural de un edificio aporticado multifamiliar 6 niveles adicionando polietileno al concreto armado, Urbanización los Jardines, Sayán-Huaura-Lima"
 UBICACION : Urbanización los Jardines, Sayán-Huaura-Lima Fecha de ensayo: 27/09/2023

DISEÑO PATRÓN - 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 - ARENA	2.65	3.09	1.62	1.65	1575	1780
AGREGADO GRUESO - HUSO B7	2.66	6.43	0.40	0.70	1469	1629

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE						
A) VALORES DE DISEÑO						
1	ASENTAMIENTO			3 - 4	pasg	
2	TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL			3/4"		
3	RELACION AGUA CEMENTO			0.52		
4	AGUA			227.22		
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			2.0		
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.36		
B) ANALISIS DE DISEÑO						
	FACTOR CEMENTO		368.39	Kg/m ³	6.7	Bts/m ³
	Volumen absoluto del cemento			0.1181	m ³ /m ³	
	Volumen absoluto del Agua			0.2272	m ³ /m ³	
	Volumen absoluto del Aire			0.0200	m ³ /m ³	0.365
	VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS					
	Volumen absoluto del Agregado fino			0.2728	m ³ /m ³	0.635
	Volumen absoluto del Agregado grueso			0.3619	m ³ /m ³	1.000
	SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS					
C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO						
	CEMENTO			368	Kg/m ³	
	AGUA			227	L/m ³	
	AGREGADO FINO			723	Kg/m ³	
	AGREGADO GRUESO			963	Kg/m ³	
	PESO DE MEZCLA			2281	Kg/m ³	
D) CORRECCION POR HUMEDAD						
	AGREGADO FINO HUMEDO			734.6	Kg/m ³	
	AGREGADO GRUESO HUMEDO			966.6	Kg/m ³	
E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS						
	AGREGADO FINO			0.03	Lts/m ³	
	AGREGADO GRUESO			0.30	Lts/m ³	
	AGUA DE MEZCLA CORREGIDA			3.1	Lts/m ³	
				230.3	Lts/m ³	
F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO						
	CEMENTO			368	Kg/m ³	
	AGUA			230	Lts/m ³	
	AGREGADO FINO			735	Kg/m ³	
	AGREGADO GRUESO			967	Kg/m ³	
	PESO DE MEZCLA			2300	Kg/m ³	
G) CANTIDAD DE MATERIALES (18 lt.)						
	CEMENTO			6.63	Kg	
	AGUA			4.15	Lts	
	AGREGADO FINO			13.22	Kg	
	AGREGADO GRUESO			17.40	Kg	
PROPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)			PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)			
C	1.0		C	1.0		
A.F	1.99		A.F	1.90		
A.G	2.62		A.G	2.68		
H2o	26.6		H2o	26.6		

Elaborado por: Jefe de Laboratorio	Revisado por: Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por: CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA
---	--	---

Fuente: Laboratorio de Suelos MTL GEOTECNIA

Diseño con Adición del 5% de Polietileno - f'c 210 kg/cm²



MTL GEOTECNIA
Material Testing Laboratory

(01) 6782806 / 989 349 903
Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima - Perú

informes@mtlgeotecniasac.com
www.mtlgeotecniasac.com



SGS



UKAS
MANAGEMENT
SYSTEMS
0005

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 :-	Fecha de ensayo: 27/09/2023
AUTOR : Yorklin Wilfredo Chuquiayauri Pérez	
TESIS : "Análisis y diseño estructural de un edificio aporticado multifamiliar 6 niveles adicionando polietileno al concreto armado, Urbanización los Jardines, Sayán-Huaura-Lima"	
UBICACIÓN : Urbanización los Jardines, Sayán-Huaura-Lima	

DISEÑO 5% POLIETILENO - Fc 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 - ARENA	2.65	3.09	1.62	1.65	1575	1780
AGREGADO GRUESO - HUSO 67	2.66	6.43	0.40	0.70	1469	1629

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE

A)	VALORES DE DISEÑO					
	1 ASENTAMIENTO			3 - 4		pulg
	2 TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL			3/4"		
	3 RELACION AGUA CEMENTO			0.62		
	4 AGUA			227.22		
	5 TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			2.0		
	6 VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.39		
B)	ANÁLISIS DE DISEÑO					
	FACTOR CEMENTO	368.39		Kg/m ³	8.7	Blts/m ³
	Volumen absoluto del cemento			0.1181	m ³ /m ³	
	Volumen absoluto del Agua			0.2272	m ³ /m ³	
	Volumen absoluto del Aire			0.0200	m ³ /m ³	0.365
	VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS					
	Volumen absoluto del Agregado fino			0.2728	m ³ /m ³	0.635
	Volumen absoluto del Agregado grueso			0.3619	m ³ /m ³	
	SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS					1.000
C)	CANTIDAD DE MATERIALES m ³ POR EN PESO SECO					
	CEMENTO			368	Kg/m ³	
	AGUA			227	Lts/m ³	
	AGREGADO FINO			687	Kg/m ³	
	AGREGADO GRUESO			963	Kg/m ³	
	POLIETILENO (5% en reemplazo del peso del agregado fino)			36.1	Kg/m ³	
	PESO DE MEZCLA			2281	Kg/m ³	
D)	CORRECCIÓN POR HUMEDAD					
	AGREGADO FINO HUMEDO			697.8	Kg/m ³	
	AGREGADO GRUESO HUMEDO			966.6	Kg/m ³	
E)	CONTRIBUCIÓN DE AGUA DE LOS AGREGADOS					
	AGREGADO FINO			%	Lts/m ³	
	AGREGADO GRUESO			0.03	0.2	
				0.30	2.9	
	AGUA DE MEZCLA CORREGIDA				3.1	Lts/m ³
					230.3	
F)	CANTIDAD DE MATERIALES m ³ POR EN PESO HUMEDO					
	CEMENTO			368	Kg/m ³	
	AGUA			230	Lts/m ³	
	AGREGADO FINO			698	Kg/m ³	
	AGREGADO GRUESO			967	Kg/m ³	
	POLIETILENO (5% en reemplazo del peso del agregado fino)			36.1	Kg/m ³	
	PESO DE MEZCLA			2299	Kg/m ³	
G)	CANTIDAD DE MATERIALES (18 lt.)					
	CEMENTO			6.63	Kg	
	AGUA			4.15	Lts	
	AGREGADO FINO			12.58	Kg	
	AGREGADO GRUESO			17.40	Kg	
	POLIETILENO (5% en reemplazo del peso del agregado fino)			650.6	g	
	PROPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)					PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)
	C	1.0				C
	A.F	1.89				A.F
	A.G	2.62				A.G
	H2o	26.6				H2o
						1.0
						1.80
						2.68
						26.6

Elaborado por: 	Revisado por:  Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	Aprobado por:  CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Fuente: Laboratorio de Suelos MTL GEOTECNIA

Diseño con Adición del 7% de Polietileno - f'c 210 kg/cm²



MTL GEOTECNIA
Material Testing Laboratory

(01) 6782806 / 989 349 903
Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima - Perú

informes@mtlgeotecniasac.com
www.mtlgeotecniasac.com



SGS



UKAS
MANAGEMENT
SYSTEMS
0005

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 :- AUTOR : Yorklin Willredo Chuquiyaupi Pérez TESIS : "Análisis y diseño estructural de un edificio aporticado multifamiliar 6 niveles adicionando polietileno al concreto armado, Urbanización los Jardines, Sayán-Huaura-Lima" UBICACION : Urbanización los Jardines, Sayán-Huaura-Lima	Fecha de ensayo: 27/09/2023
---	------------------------------------

DISEÑO 7% POLIETILENO - f'c 210 kg/cm ²						
MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MÓDULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m ³	P. UNITARIO C. Kg/m ³
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - ARENA	2.65	3.09	1.62	1.65	1575	1780
AGREGADO GRUESO - HUSO 67	2.66	6.43	0.40	0.70	1469	1629

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE

A)	VALORES DE DISEÑO						
	1 ASENTAMIENTO		3 - 4	pulg			
	2 TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL		3/4"				
	3 RELACION AGUA CEMENTO		0.62				
	4 AGUA		227.22				
	5 TOTAL DE AIRE ATRAPADO %		2.0				
	6 VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO		0.36				
B)	ANÁLISIS DE DISEÑO						
	FACTOR CEMENTO		368.39	Kg/m ³	8.7	Blts/m ³	
	Volumen absoluto del cemento			0.1181	m ³ /m ³		
	Volumen absoluto del Agua			0.2272	m ³ /m ³		
	Volumen absoluto del Aire			0.0200	m ³ /m ³	0.365	
	VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS						
	Volumen absoluto del Agregado fino			0.2728	m ³ /m ³	0.635	
	Volumen absoluto del Agregado grueso			0.3619	m ³ /m ³		
	SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS					1.000	
C)	CANTIDAD DE MATERIALES m ³ POR EN PESO SECO						
	CEMENTO		368	Kg/m ³			
	AGUA		227	L/m ³			
	AGREGADO FINO		672	Kg/m ³			
	AGREGADO GRUESO		663	Kg/m ³			
	POLIETILENO (7% en reemplazo del peso del agregado fino)		50.6	Kg/m ³			
	PESO DE MEZCLA		2281	Kg/m ³			
D)	CORRECCION POR HUMEDAD						
	AGREGADO FINO HUMEDO		663.1	Kg/m ³			
	AGREGADO GRUESO HUMEDO		966.6	Kg/m ³			
E)	CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS				Lts/m ³		
	AGREGADO FINO		0.03		0.2		
	AGREGADO GRUESO		0.30		2.9		
	AGUA DE MEZCLA CORREGIDA				3.1	Lts/m ³	
					230.3		
F)	CANTIDAD DE MATERIALES m ³ POR EN PESO HUMEDO						
	CEMENTO		368	Kg/m ³			
	AGUA		230	Lts/m ³			
	AGREGADO FINO		663	Kg/m ³			
	AGREGADO GRUESO		967	Kg/m ³			
	POLIETILENO (7% en reemplazo del peso del agregado fino)		50.6	Kg/m ³			
	PESO DE MEZCLA		2299	Kg/m ³			
G)	CANTIDAD DE MATERIALES (18 lt.)						
	CEMENTO		6.63	Kg			
	AGUA		4.15	Lts			
	AGREGADO FINO		12.30	Kg			
	AGREGADO GRUESO		17.40	Kg			
	POLIETILENO (7% en reemplazo del peso del agregado fino)		910.8	g			
	PROPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)					PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)	
	C	1.0				C	1.0
	A.F	1.85				A.F	1.77
	A.G	2.62				A.G	2.68
	H2o	26.6				H2o	26.6

Elaborado por: 	Revisado por:  Gilder García Vizman INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	Aprobado por:  CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Fuente: Laboratorio de Suelos MTL GEOTECNIA

Diseño con Adición del 10.5% de Polietileno - f'c 210 kg/cm²

 MTL GEOTECNIA <small>Material Testing Laboratory</small>	(01) 6782806 / 989 349 903 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos, San Martín de Porres - Lima - Perú	informes@mtlgeotecniasac.com www.mtlgeotecniasac.com	 SGS	 UKAS MANAGEMENT SYSTEMS 0005
---	--	---	---	--

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 : -
AUTOR : Yorklin Wilfredo Chuquiyaupi Pérez
TESIS : "Análisis y diseño estructural de un edificio aporticado multifamiliar 6 niveles adicionando polietileno al concreto armado, Urbanización los Jardines, Sayán-Huaura-Lima"
UBICACIÓN : Urbanización los Jardines, Sayán-Huaura-Lima Fecha de ensayo: 27/09/2023

DISEÑO 10.5% POLIETILENO - f'c 210 kg/cm ²							
MATERIAL	PESO ESPECÍFICO g/cc	MÓDULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m ³	P. UNITARIO C. Kg/m ³	
CEMENTO SOL TIPO I	3.12						
AGREGADO FINO - ARENA	2.65	3.09	1.62	1.65	1575	1780	
AGREGADO GRUESO - HUSO 67	2.66	6.43	0.40	0.70	1469	1629	

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE

A)	VALORES DE DISEÑO						
	1 ASENTAMIENTO			3 - 4	pulg		
	2 TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL			3/4"			
	3 RELACION AGUA CEMENTO			0.62			
	4 AGUA			227.22			
	5 TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			2.0			
	6 VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.36			
B)	ANÁLISIS DE DISEÑO						
	FACTOR CEMENTO		388.39	Kg/m ³	8.7	Bits/m ³	
	Volumen absoluto del cemento			0.1181	m ³ /m ³		
	Volumen absoluto del Agua			0.2272	m ³ /m ³		
	Volumen absoluto del Aire			0.0200	m ³ /m ³		
	VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS						
	Volumen absoluto del Agregado fino			0.2728	m ³ /m ³	0.365	
	Volumen absoluto del Agregado grueso			0.3619	m ³ /m ³		
	SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS					1.000	
C)	CANTIDAD DE MATERIALES m ³ POR EN PESO SECO						
	CEMENTO			368	Kg/m ³		
	AGUA			227	Litros/m ³		
	AGREGADO FINO			647	Kg/m ³		
	AGREGADO GRUESO			983	Kg/m ³		
	POLIETILENO (10.5% en reemplazo del peso del agregado fino)			75.9	Kg/m ³		
D)	PESO DE MEZCLA			2281	Kg/m ³		
	CORRECCION POR HUMEDAD						
	AGREGADO FINO HUMEDO			657.4	Kg/m ³		
	AGREGADO GRUESO HUMEDO			966.6	Kg/m ³		
E)	CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS			%	Lts/m ³		
	AGREGADO FINO			0.03	0.2		
	AGREGADO GRUESO			0.30	2.9		
	AGUA DE MEZCLA CORREGIDA				3.1	Lts/m ³	
					230.3		
F)	CANTIDAD DE MATERIALES m ³ POR EN PESO HUMEDO						
	CEMENTO			368	Kg/m ³		
	AGUA			230	Lts/m ³		
	AGREGADO FINO			657	Kg/m ³		
	AGREGADO GRUESO			967	Kg/m ³		
	POLIETILENO (10.5% en reemplazo del peso del agregado fino)			75.9	Kg/m ³		
	PESO DE MEZCLA			2299	Kg/m ³		
G)	CANTIDAD DE MATERIALES (18 lL)						
	CEMENTO			6.63	Kg		
	AGUA			4.15	Lts		
	AGREGADO FINO			11.83	Kg		
	AGREGADO GRUESO			17.40	Kg		
	POLIETILENO (10.5% en reemplazo del peso del agregado fino)			1366.2	g		
	PROPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)					PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)	
	C	1.0				C	1.0
	A.F	1.78				A.F	1.70
	A.G	2.92				A.G	2.68
	H2o	26.6				H2o	26.6

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por:  Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL OIP N° 269741 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por:  CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA
--	--	---

Fuente: Laboratorio de Suelos MTL GEOTECNIA

Ensayo de Asentamiento del Concreto Fresco



(01) 6782806 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima - Perú

informes@mtlgeotecniasac.com
 www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ASENTAMIENTO DEL CONCRETO FRESCO	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2018

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS ASTM C143

REFERENCIA	: Datos de laboratorio	
AUTOR	: Yorkín Wilfredo Chuquiyauri Pérez	
TESIS	: "Análisis y diseño estructural de un edificio aporticado multifamiliar 6 niveles adicionando polietileno al concreto armado, Urbanización los Jardines, Sayán-Huaura-Lima"	
UBICACION	: Lima - Perú	Fecha de mezclas: 27/09/2023

ENSAYO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO FRESCO		
MUESTRA	SLUMP PULG.	PROMEDIO PULG.
PATRÓN	4	4

ENSAYO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO FRESCO		
MUESTRA	SLUMP PULG.	PROMEDIO PULG.
5% POLIETILENO	3 1/2	3 1/2

ENSAYO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO FRESCO		
MUESTRA	SLUMP PULG.	PROMEDIO PULG.
7% POLIETILENO	2 3/4	2 3/4

ENSAYO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO FRESCO		
MUESTRA	SLUMP PULG.	PROMEDIO PULG.
10.5% POLIETILENO	2	2

OBSERVACIONES:

- * El ensayo fue realizado haciendo uso del Cono de Abrams
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por: 	Revisado por: Gilder García Guzman INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	Aprobado por: CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Fuente: Laboratorio de Suelos MTL GEOTECNIA

Anexo 18: Resultados del ensayo de resistencia a la compresión del concreto

Resultados del Ensayo de la Resistencia a la Compresión a los 7 días



MTL GEOTECNIA
Material Testing Laboratory

(01) 6782806 / 989 349 903
Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima - Perú

informes@mtlgeotecniasac.com
www.mtlgeotecniasac.com



SGS



UKAS
MANAGEMENT
SYSTEMS
0005

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS DE CONCRETO CILÍNDRICO	Código: FCR.LAB.2001-001.01	3
		Aprobado: CC-MTL	
		Fecha: 28/01/2023	

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
ASTM C39 - NTP 339.034

TESIS	Análisis y diseño estructural de un edificio aporticado multifamiliar 8 niveles adicionando polietileno al concreto armado, Urbanización los Jardines, Sayán-Huaura-Lima		
AUTOR	Yordin Wilfredo Chuguyauri Pérez		
UBICACIÓN	Urbanización los Jardines, Sayán-Huaura-Lima		
Cantera	Trapike		
Material	Probetas de concreto de 10 cm x 20 cm		Ensayado por: Mirella Flores
N° Muestra	Indicado		Fecha de ensayo: 04/10/2023

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
ASTM C39 - NTP 339.034

A) INFORMACIÓN GENERAL:

Tipo de muestra: Moldeado

Desulfatado: -

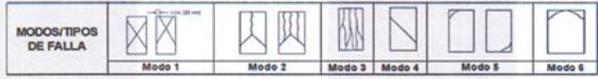
Resistencia de Diseño: 210 kgf/cm²

Velocidad de carga: 2.55 kgf/cm²s

B) ENSAYO DE COMPRESIÓN:

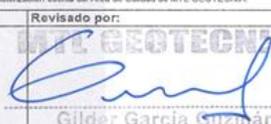
IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VADADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	L/D	ÁREA, cm ²	FUERZA MÁXIMA, kgf	Modo de falla (1 a 6)	F.C. (L/D)	ESFUERZO, kgf/cm ²	Fc Diseño, kgf/cm ²	% Fc
PATRÓN	27/09/2023	4/10/2023	7	2.0	78.5	12613.7	6	1.00	160.6	210	76.5
PATRÓN	27/09/2023	4/10/2023	7	2.0	78.5	11777.5	6	1.00	150.0	210	71.4
PATRÓN	27/09/2023	4/10/2023	7	2.0	78.5	12246.6	5	1.00	155.9	210	74.3
POLIETILENO 5%	27/09/2023	4/10/2023	7	2.0	78.5	14428.8	6	1.00	183.7	210	87.5
POLIETILENO 5%	27/09/2023	4/10/2023	7	2.0	78.5	13418.3	6	1.00	170.9	210	81.4
POLIETILENO 5%	27/09/2023	4/10/2023	7	2.0	78.5	13735.4	3	1.00	174.9	210	83.3
POLIETILENO 7%	27/09/2023	4/10/2023	7	2.0	78.5	12419.9	3	1.00	158.1	210	75.3
POLIETILENO 7%	27/09/2023	4/10/2023	7	2.0	78.5	12307.8	6	1.00	156.7	210	74.6
POLIETILENO 7%	27/09/2023	4/10/2023	7	2.0	78.5	12950.2	5	1.00	164.9	210	78.5
POLIETILENO 10.5%	27/09/2023	4/10/2023	7	2.0	78.5	11502.2	6	1.00	146.5	210	69.7
POLIETILENO 10.5%	27/09/2023	4/10/2023	7	2.0	78.5	13623.2	5	1.00	173.5	210	82.6
POLIETILENO 10.5%	27/09/2023	4/10/2023	7	2.0	78.5	11961.1	5	1.00	152.3	210	72.5

MODOS/TIPOS DE FALLA



Modo 1 Modo 2 Modo 3 Modo 4 Modo 5 Modo 6

OBSERVACIONES:
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

<p>Elaborado por:</p>  <p>Jefe de Laboratorio</p>	<p>Revisado por:</p>  <p>Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 298741</p> <p>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</p>	<p>Aprobado por:</p>  <p>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</p>
--	--	---

Fuente: Laboratorio de Suelos MTL GEOTECNIA

Resultados del Ensayo de la Resistencia a la Compresión a los 14 días



MTL GEOTECNIA
Material Testing Laboratory

(01) 6782806 / 989 349 903
Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima - Perú

informes@mtlgeotecniasac.com
www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS DE CONCRETO CILÍNDRICO	Código: FOR-LAB-CON-001.01	3
		Aprobado: CC-MTL	34010923
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO ASTM C39 - NTP 339.034			

TESIS: Análisis y diseño estructural de un edificio deportivo multifamiliar 6 niveles adosado preesférico al concreto armado, Urbanización los Jardines, Sayán-Huaura-Lima

AUTOR: Yován Wilfredo Chuguyeurú Pérez

UBICACIÓN: Urbanización los Jardines, Sayán-Huaura-Lima

Cantera: Trapiche

Material: Probetas de concreto de 10 cm x 20 cm

N° Muestra: Indicado

Ensayado por: Mirella Flores
Fecha de ensayo: 11/10/2023

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
ASTM C39 - NTP 339.034

A) INFORMACIÓN GENERAL:

Tipo de ensayo: Moldeado

Designación: -

Resistencia de Diseño: 210 kgf/cm²

Velocidad de carga: 2.55 kgf/cm²/s

B) ENSAYO DE COMPRESIÓN:

IDENTIFICACION DE EFECTORES	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	LD	AREA cm ²	FUERZA ROTURA kgf	Modo de falla (1 al 6)	F.C. S.R.	ESFUERZO kgf/cm ²	Pc Diseño kgf/cm ²	% Fx
PATRÓN	27/09/2023	11/10/2023	14	2.0	78.5	16325.4	6	1.00	207.9	210	99.0
PATRÓN	27/09/2023	11/10/2023	14	2.0	78.5	17202.3	6	1.00	219.0	210	104.3
PATRÓN	27/09/2023	11/10/2023	14	2.0	78.5	18048.7	6	1.00	229.8	210	109.4
POLIETILENO 5%	27/09/2023	11/10/2023	14	2.0	78.5	17192.1	5	1.00	218.9	210	104.2
POLIETILENO 5%	27/09/2023	11/10/2023	14	2.0	78.5	16172.4	5	1.00	205.9	210	98.1
POLIETILENO 5%	27/09/2023	11/10/2023	14	2.0	78.5	17569.4	5	1.00	223.7	210	106.5
POLIETILENO 7%	27/09/2023	11/10/2023	14	2.0	78.5	17426.7	5	1.00	221.9	210	105.7
POLIETILENO 7%	27/09/2023	11/10/2023	14	2.0	78.5	14938.6	5	1.00	190.2	210	90.6
POLIETILENO 7%	27/09/2023	11/10/2023	14	2.0	78.5	16060.3	5	1.00	204.5	210	97.4
POLIETILENO 10.5%	27/09/2023	11/10/2023	14	2.0	78.5	14663.3	5	1.00	186.7	210	88.9
POLIETILENO 10.5%	27/09/2023	11/10/2023	14	2.0	78.5	16101.1	5	1.00	205.0	210	97.6
POLIETILENO 10.5%	27/09/2023	11/10/2023	14	2.0	78.5	17232.9	5	1.00	219.4	210	104.5

MODOS/TIPOS DE FALLA

					
Modo 1	Modo 2	Modo 3	Modo 4	Modo 5	Modo 6

OBSERVACIONES:
* Prohíbese la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por:  Glider García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 293741 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por:  CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA
--	---	--

Fuente: Laboratorio de Suelos MTL GEOTECNIA

Resultados del Ensayo de la Resistencia a la Compresión a los 28 días



(01) 6782806 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima - Perú

informes@mtlgeotecniasac.com
 www.mtlgeotecniasac.com



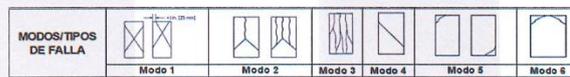
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS DE CONCRETO CILINDRICO	Código: FOR-LAB-CON-001.01
		Revisión: 3
		Aprobado: CC-MTL
		Fecha: 26/01/2022
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO ASTM C39 - NTP 339.034		
TESIS : "Análisis y diseño estructural de un edificio aparcado: multifamiliar 6 niveles adicionando polietileno al concreto armado. Urbanización los Jardines, Sayán-Huaura-Lima" AUTOR : Yulán Wilfredo Churruarín Pérez UBICACIÓN : Urbanización los Jardines, Sayán-Huaura-Lima		
Cantera : Trapiche	Material : Probetas de concreto de 10 cm x 20 cm	Ensayado por: Miroslav Florus
Nº Muestra : Indicado		Fecha de ensayo: 25/10/2023
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ASTM C39 - NTP 339.034		

A) INFORMACIÓN GENERAL:

Tipo de muestra: Moldeado
 Desulfuración: -
 Resistencia de Diseño: 210 kgf/cm²
 Velocidad de carga: 2.55 kgf/cm²/s

B) ENSAYO DE COMPRESIÓN:

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	L/D	ÁREA cm ²	FUERZA MÁXIMA kgf	Modo de falla (1 al 6)	F _c (kN)	ESFUERZO kg/cm ²	F _c Diseño kg/cm ²	% F _c
PATRÓN	27/09/2023	25/10/2023	28	2.0	78.5	18670.7	5	1.00	237.7	210	113.2
PATRÓN	27/09/2023	25/10/2023	28	2.0	78.5	18293.4	6	1.00	232.9	210	110.9
PATRÓN	27/09/2023	25/10/2023	28	2.0	78.5	20149.3	5	1.00	266.5	210	122.2
POLIETILENO 5%	27/09/2023	25/10/2023	28	2.0	78.5	19792.4	5	1.00	252.0	210	120.0
POLIETILENO 5%	27/09/2023	25/10/2023	28	2.0	78.5	21761.1	5	1.00	277.1	210	131.9
POLIETILENO 5%	27/09/2023	25/10/2023	28	2.0	78.5	22014.7	5	1.00	280.3	210	133.5
POLIETILENO 7%	27/09/2023	25/10/2023	28	2.0	78.5	19680.2	5	1.00	250.6	210	119.3
POLIETILENO 7%	27/09/2023	25/10/2023	28	2.0	78.5	19129.6	5	1.00	243.6	210	116.0
POLIETILENO 7%	27/09/2023	25/10/2023	28	2.0	78.5	19853.6	5	1.00	252.8	210	120.4
POLIETILENO 10.5%	27/09/2023	25/10/2023	28	2.0	78.5	17559.2	6	1.00	223.6	210	106.5
POLIETILENO 10.5%	27/09/2023	25/10/2023	28	2.0	78.5	18262.8	5	1.00	232.5	210	110.7
POLIETILENO 10.5%	27/09/2023	25/10/2023	28	2.0	78.5	18507.6	5	1.00	235.6	210	112.2



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

Anexo 19: Certificados de calibración de equipos empleados en la investigación

Certificado de calibración de Prensa Hidráulica



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
NTP ISO / IEC 17025:2017



Certificado de Calibración

TC - 02503 - 2023

Proforma : 17896A Fecha de emisión: 2023-02-09 Página : 1 de 2

Solicitante : MTL GEOTECNIA S.A.C.
Dirección : Cal.La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos Lima-Lima-San Martín De Porres

Instrumento de medición : PRENSA HIDRÁULICA
Marca : UTEST
Modelo : UTC-4722.FPR
N° de Serie : 19/002539
Alcance de indicación : 2000 kN
Resolución : 0,1 kN
Procedencia : TURQUÍA
Identificación : No Indica
Ubicación : Laboratorio
Fecha de Calibración : 2023-02-07

Lugar de calibración
Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

Método de calibración
La calibración se efectuó por comparación directa tomando como referencia la norma UNE-EN ISO 7500-1:2018 (Maquinas de ensayo de tracción/Compresión). Calibración y Verificación del sistema de medida de fuerza.

Condiciones de calibración

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	26,1 °C	26 °C
Humedad Relativa	50,1 %HR	51,1 %HR

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.

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 de acuerdo al uso.

Los resultados en el presente documento 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.

Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316

Certificado : TC - 02503 - 2023

Página : 2 de 2

Trazabilidad

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de AEP TRANSDUCERS	Celda 3 MN	LAT 093 9623F
Patrón de Referencia del DM-INACAL	Manómetro Digital 0 bar a 700 bar Clase de Exactitud 0,05	LFP-C-064-2022 Mayo 2022

Resultados de calibración

RESULTADOS							
INDICACIÓN DEL EQUIPO BAJO CALIBRACIÓN		INDICACIÓN DEL PATRÓN		ERROR		INCERTIDUMBRE	
%	kN	%	kN	%	kN	%	kN
0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2,6	52,5	2,5	49,72	0,14	2,78	0,04	0,72
5,2	103,9	5,0	100,13	0,19	3,77	0,04	0,75
10,0	200,6	9,9	197,41	0,16	3,19	0,04	0,79
15,1	301,6	15,1	301,16	0,02	0,44	0,04	0,80
20,5	410,2	20,6	411,49	0,06	-1,29	0,04	0,83
25,1	502,3	25,3	505,83	0,18	-3,53	0,05	0,95
30,0	600,9	30,3	606,15	0,26	-5,25	0,06	1,20
34,6	691,2	34,9	698,63	0,37	-7,43	0,07	1,42
39,6	792,6	40,1	801,30	0,44	-8,70	0,09	1,82
44,5	889,1	44,9	897,41	0,42	-8,31	0,10	1,93
100,5	2009,2	100,0	2000,21	0,45	8,99	0,14	2,74

Observaciones

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

Incertidumbre expandida U

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO

Certificado de calibración de Balanza



Laboratorio PP

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



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-763-2023

Página: 1 de 3

Expediente : 246-2023
Fecha de Emisión : 2023-08-16

1. Solicitante : MTL GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : CALLA MADRID NRO. 264 ASC. LOS OLIVOS - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

2. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : Denver Instrument Company

Modelo : AA-250

Número de Serie : B032845

Alcance de Indicación : 250 g

División de Escala de Verificación (e) : 1 mg

División de Escala Real (d) : 0,1 mg

Procedencia : USA

Identificación : MYE-LAB-BPQ-01.01

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : ÁREA DE QUÍMICOS

Fecha de Calibración : 2023-08-14

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

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

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

3. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

4. Lugar de Calibración

ÁREA DE QUÍMICOS de MTL GEOTECNIA S.A.C.
CALLA MADRID NRO. 264 ASC. LOS OLIVOS - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA



PT-05.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

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

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

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



Laboratorio PP

Punto de Precisión SAC

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



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-763-2023

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	22,4	22,5
Humedad Relativa	64,0	64,0

6. Trazabilidad

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud E2)	PE22-C-1004-2022

7. Observaciones

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 249,9814 g para una carga de 250,0000 g

El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud I, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

De acuerdo con lo indicado por el cliente, la temperatura local varía de 19 °C a 25 °C.

La incertidumbre reportada en el presente certificado de calibración no incluye la contribución a la incertidumbre por deriva de la balanza.

8. Resultados de Medición

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

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1 ^m 125,00000 g			Carga L2 ^m 249,99994 g			
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	
1	125,0052	0,0	5,2	250,0096	0,0	9,7	
2	125,0047	0,0	4,7	250,0087	0,0	8,8	
3	125,0048	0,0	4,8	250,0088	0,0	8,9	
4	125,0044	0,0	4,4	250,0091	0,0	9,2	
5	125,0045	0,0	4,5	250,0094	0,0	9,5	
6	125,0048	0,0	4,8	250,0083	0,0	8,4	
7	125,0045	0,0	4,5	250,0080	0,0	8,1	
8	125,0045	0,0	4,5	250,0081	0,0	8,2	
9	125,0047	0,0	4,7	250,0085	0,0	8,6	
10	125,0046	0,0	4,6	250,0085	0,0	8,6	
Diferencia Máxima			0,8				1,6
Error máximo permitido ±			2 mg	±			3 mg



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

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

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

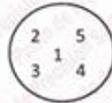
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



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



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-763-2023
 Página: 3 de 3



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E_e				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	I (g)	ΔL (mg)	E_o (mg)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	E_c (mg)
1	0,01000	0,0101	0,0	0,1	79,99998	80,0039	0,0	3,9	3,8
2		0,0113	0,0	1,3		80,0043	0,0	4,3	3,0
3		0,0116	0,0	1,6		80,0045	0,0	4,5	2,9
4		0,0100	0,0	0,0		80,0051	0,0	5,1	5,1
5		0,0104	0,0	0,4		80,0032	0,0	3,2	2,8
Error máximo permitido : \pm 2 mg									

(*) valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				\pm emp (mg)
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	E_c (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	E_c (mg)	
0,01000	0,0111	0,0	1,1						
0,05000	0,0515	0,0	1,5	0,4	0,0517	0,0	1,7	0,6	1
0,50000	0,5020	0,0	2,0	0,9	0,5018	0,0	1,8	0,7	1
2,00001	2,0017	0,0	1,7	0,6	2,0019	0,0	1,9	0,8	1
10,00001	10,0020	0,0	2,0	0,9	10,0023	0,0	2,3	1,2	1
20,00001	20,0025	0,0	2,5	1,4	20,0019	0,0	1,9	0,8	1
49,99997	50,0043	0,0	4,3	3,2	50,0047	0,0	4,7	3,6	1
99,99999	100,0066	0,0	6,6	5,5	100,0069	0,0	6,9	5,8	2
149,99996	150,0065	0,0	8,5	7,4	150,0082	0,0	8,2	7,1	2
199,99997	200,0066	0,0	6,6	7,5	200,0088	0,0	8,8	7,7	2
249,99994	250,0010	0,0	1,1	0,0	250,0010	0,0	1,1	0,0	3

e.m.p. error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 3,45 \times 10^{-5} \times R$$

Incertidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{3,16 \times 10^{-1} \text{ mg}^2 + 3,29 \times 10^{-10} \times R^2}$$

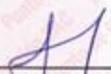
R: Lectura de la balanza ΔL : Carga Incrementada E: Error encontrado E_o : Error en cero E_c : Error corregido

R: en mg

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02


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

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

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

Fuente: Laboratorio de Suelos MTL GEOTECNIA

Certificado de calibración de Balanza



Laboratorio PP

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



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-762-2023

Página: 1 de 3

Expediente : 246-2023
Fecha de Emisión : 2023-08-16

1. Solicitante : MTL GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : CALLA MADRID NRO. 264 ASC. LOS OLIVOS - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

2. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : OHAUS

Modelo : NO INDICA

Número de Serie : NO INDICA

Alcance de Indicación : 30 000 g

División de Escala de Verificación (e) : 1 g

División de Escala Real (d) : 1 g

Procedencia : NO INDICA

Identificación : TC-06131-2022

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2023-08-14

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

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

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

3. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de MTL GEOTECNIA S.A.C.
CALLA MADRID NRO. 264 ASC. LOS OLIVOS - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

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

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

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



Laboratorio PP

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



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-762-2023

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	26,9	27,0
Humedad Relativa	55,2	55,2

6. Trazabilidad

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE23-C-0134-2023
	Pesa (exactitud F2)	1AM-0771-2023
	Pesa (exactitud F2)	1AM-0772-2023
	Pesa (exactitud F2)	1AM-0773-2023

7. Observaciones

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 30 005 g para una carga de 30 000 g

El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

De acuerdo con lo indicado por el cliente, la temperatura local varía de 24 °C a 30 °C.

La incertidumbre reportada en el presente certificado de calibración no incluye la contribución a la incertidumbre por deriva de la balanza.

8. Resultados de Medición

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

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 15 000,1 g	Inicial		Final		
		Temp. (°C)	27,0	Temp. (°C)	26,9	
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15 000	0,6	-0,2	30 000	0,5	-0,1
2	15 000	0,8	-0,4	30 000	0,7	-0,3
3	15 000	0,5	-0,1	30 000	0,9	-0,5
4	15 000	0,7	-0,3	30 000	0,8	-0,4
5	15 000	0,6	-0,2	30 000	0,6	-0,2
6	15 000	0,9	-0,5	30 000	0,5	-0,1
7	15 000	0,8	-0,4	30 000	0,7	-0,3
8	15 000	0,7	-0,3	30 000	0,9	-0,5
9	15 000	0,5	-0,1	30 001	0,8	0,6
10	15 000	0,6	-0,2	30 000	0,6	-0,2
Diferencia Máxima			0,4			1,1
Error máximo permitido	±	2 g		±	3 g	



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

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

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

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



Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión	2021/11/15
Solicitante	CORPORACION SUAME S.A.C.
Dirección	CAL. CARLOS MANRIQUE NRO. 420 LIMA - HUAURA - HUAURA
Instrumento de medición	COPA CASAGRANDE
Identificación	1671-241-2021
Marca	LVA
Modelo	NO INDICA
Serie	001-2013
Mecanismo	Manual
Ranurador	BRONCE
Procedencia	PERÚ

Laboratorio de Suelos y Concreto

Ubicación	
Lugar de calibración	Laboratorio de INGEOLAB & CONSULTORIA S.A.C.
Fecha de calibración	2021/11/15

Método/Procedimiento de calibración

La calibración se efectuó por comparación directa tomando como referencia el procedimiento PC-012 5ta. Ed., "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey", del Instituto Nacional de la Calidad - INACAL y la Norma del MTC 110.

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

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

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

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

ARSOU GROUP S.A.C.

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



ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Luis Arvelo Carlica

Fuente: Laboratorio de Suelos Corporación SUAME



Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión	2021/11/15
Solicitante	CORPORACION SUAME S.A.C.
Dirección	CAL. CARLOS MANRIQUE NRO. 420 LIMA - HUAURA - HUAURA
Instrumento de medición	BALANZA
Identificación	1665-241-2021
Intervalo de indicación	600 g
División de escala	0.01 g
Resolución	0.01 g
Clase de verificación (e)	0.01 g
Tipo de indicación	Digital
Marca / Fabricante	OHAUS
Modelo	TAJ602
N° de serie	B309084473
Procedencia	USA
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
Lugar de calibración	Laboratorio de INGEOLAB & CONSULTORIA S.A.C.
Fecha de calibración	2021/11/15

Método/Procedimiento de calibración

"Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII" (PC-001) del SNM-INDECOPI, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metrológica Peruana "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático (NMP 003:2009)

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

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

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

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



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

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica

Fuente: Laboratorio de Suelos Corporación SUAME



Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión	2021/11/15
Solicitante	CORPORACION SUAME S.A.C.
Dirección	CAL. CARLOS MANRIQUE NRO. 420 LIMA - HUAURA - HUAURA
Instrumento de medición	HORNO MUFLA
Identificación	1672-241-2021
Marca	FURNACE
Modelo	2.5-10
Serie	180133
Cámara	8 Litros
Alcance	0 °C a 1000 °C
Punto de Operación	400 °C ± 20 °C
Procedencia	PERÚ
Lugar de calibración	Laboratorio de INGEOLAB & CONSULTORIA S.A.C.
Fecha de calibración	2021/11/15

Método/Procedimiento de calibración

- SNM – PC-018 2da Ed. 2009 – Procedimiento para la calibración de medios isoterms con aire como medio termostático. INACAL.
- ASTM D 2216, MTC E 108 – Método de ensayo para determinar el contenido de humedad del suelo.

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

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

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

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



ARSOU GROUP S.A.C.

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

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA