



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Influencia de la adición de plástico reciclado en la resistencia a la
compresión de un concreto permeable en pavimentos, f'c 280
kg/cm², Trujillo, 2023

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTORES:

Briceño Diaz, Eddy Santiago (orcid.org/0000-0002-2746-9736)
Rodriguez Obeso, Helen Yohana (orcid.org/0000-0002-9253-408X)

ASESOR:

Mg. Cabanillas Agreda, Carlos Alberto (orcid.org/0000-0003-4269-949X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

TRUJILLO - PERÚ

2023

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación lo dedicamos a Dios y a nuestros padres por ser la inspiración y el apoyo incondicional durante este proceso; al docente, por brindar la sapiencia con el fin de tener éxito en nuestra vida académica.

Los Autores

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a la bendición de Dios por la fortaleza en los momentos de dificultad, por guiarnos a lo largo de nuestra existencia.

A nuestros padres por ser promotores de nuestros sueños y confiar en las expectativas que nos hemos trazado a lo largo de este camino.

También hacemos llegar el agradecimiento al MsC. Cabanillas Agreda, Carlos Alberto, quien gracias a su compromiso y paciencia compartiendo sus conocimientos hace que hoy sea posible el presente trabajo de investigación.

Finalmente, a nuestra alma mater por impartir el sentido humanista en nuestra labor académica y el compromiso de formarnos como profesionales líderes.



Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, CABANILLAS AGREDA CARLOS ALBERTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Influencia de la adición de plástico reciclado en la resistencia a la compresión de un concreto permeable en pavimentos, f'c 280 kg/cm², Trujillo, 2023", cuyos autores son BRICEÑO DIAZ EDDY SANTIAGO, RODRIGUEZ OBESO HELEN YOHANA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 18.00%, 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.

TRUJILLO, 14 de Noviembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
CABANILLAS AGREDA CARLOS ALBERTO DNI: 80247224 ORCID: 0000-0003-4269-949X	Firmado electrónicamente por: CCABANILLASA el 26-12-2023 20:25:51

Código documento Trilce: TRI - 0654468



Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, BRICEÑO DIAZ EDDY SANTIAGO, RODRIGUEZ OBESO HELEN YOHANA estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Influencia de la adición de plástico reciclado en la resistencia a la compresión de un concreto permeable en pavimentos, f'c 280 kg/cm², Trujillo, 2023", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido 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 asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
HELEN YOHANA RODRIGUEZ OBESO DNI: 73446309 ORCID: 0000-0002-9253-408X	Firmado electrónicamente por: RODRIGUEZHE el 14-11-2023 20:33:42
EDDY SANTIAGO BRICEÑO DIAZ DNI: 70385886 ORCID: 0000-0002-2746-9736	Firmado electrónicamente por: EBRICENODI24 el 14-11-2023 20:30:43

Código documento Trilce: TRI - 0654477

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR.....	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE LOS AUTORES.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	13
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	13
3.2. Variables y operacionalización.....	13
3.3. Población, muestra y muestreo.....	13
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	14
3.5. Procedimientos.....	14
3.6. Método de análisis de datos.....	27
3.7. Aspectos éticos.....	27
IV. RESULTADOS.....	28
4.1. Caracterización de los agregados.....	28
4.2. Propiedades físicas de los agregados.....	30
4.3. Diseño de Mezclas – Método ACI 522R-10.....	30
4.4. Resistencia a la Compresión.....	35
4.5. Permeabilidad.....	39
V. DISCUSIÓN.....	42
VI. CONCLUSIONES.....	45
VII. RECOMENDACIONES.....	46
REFERENCIAS.....	47
ANEXOS.....	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Datos técnicos del PET</i>	11
Tabla 2. <i>Cantidad en unidades de espécimen para ensayos</i>	14
Tabla 3. <i>Análisis granulométrico del agregado grueso</i>	28
Tabla 4. <i>Características del agregado grueso</i>	29
Tabla 5. <i>Propiedades físicas de los agregados</i>	30
Tabla 6. <i>Criterios de diseño para la mezcla</i>	30
Tabla 7. <i>Diseño de mezcla patrón</i>	31
Tabla 8. <i>Diseño de mezcla con 0,25 % de PET</i>	31
Tabla 9. <i>Diseño de mezcla con 0,30 % de PET</i>	32
Tabla 10. <i>Diseño de mezcla con 0,35 % de PET</i>	32
Tabla 11. <i>Dosificación para la mezcla patrón</i>	33
Tabla 12. <i>Dosificación para Muestra con 0,25 % de PET</i>	33
Tabla 13. <i>Dosificación para Muestra con 0,30 % de PET</i>	34
Tabla 14. <i>Dosificación para Muestra con 0,35% de PET</i>	34
Tabla 15. <i>Muestra patrón a 7,14 y 28 días de edad</i>	35
Tabla 16. <i>Muestra + 0,25 % de PET a 7,14 y 28 días de edad</i>	36
Tabla 17. <i>Muestra + 0,30 % de PET a 7,14 y 28 días de edad</i>	37
Tabla 18. <i>Muestra + 0,35 % de PET a 7,14 y 28 días de edad</i>	38
Tabla 19. <i>Coeficiente de permeabilidad de las muestras</i>	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Concreto Permeable</i>	8
Figura 2. <i>Materiales para la elaboración de concreto permeable</i>	10
Figura 3. <i>Máquina de ensayo a compresión</i>	11
Figura 4. <i>Permeámetro</i>	12
Figura 5. <i>Asentamiento Slump</i>	17
Figura 6. <i>Prensa semi-automática</i>	18
Figura 7. <i>Permeámetro casero</i>	19
Figura 8. <i>Esfuerzo a la Compresión vs Porcentaje de Vacíos</i>	22
Figura 9. <i>Porcentaje de Contenido de vacíos vs Porcentaje de Contenido de Pasta</i>	23
Figura 10. <i>Curva granulométrica</i>	29
Figura 11. <i>Resistencia a la Compresión</i>	39
Figura 12. <i>Coefficiente de Permeabilidad a 28 días de edad</i>	41

RESUMEN

La presente investigación consistió en determinar las propiedades de un hormigón permeable de $f'c$ 280 kg/cm² agregándole 0,25 %, 0,30 % y 0,35% de plástico reciclado triturado en su dosificación. Asimismo, se trabajó con materiales que no están incorporadas en las normas peruanas por ende la metodología de esta investigación fue de tipo aplicada y de diseño experimental. Esta investigación se trabajó con 48 especímenes de concreto las cuales fueron distribuidas 12 para la muestra patrón y 12 para cada una de las adiciones de plástico. Los resultados de nuestra investigación fueron a los 28 días lo cuales adicionando plástico reciclado al 0,35 % hubo mejor resistencia a la compresión que las otras; por otro lado, para la permeabilidad, se obtiene que con la mínima adición de plástico se obtienen mejores valores. En conclusión, la incorporación de plástico triturado a la dosificación de un hormigón permeable tiene mucha influencia en la permeabilidad y resistencia a la compresión, ya que si necesitaríamos aumentar la resistencia se debe aumentar el plástico reciclado, pero si se desea mejorar la permeabilidad, se debe disminuir la cantidad de plástico en su dosificación ya que este material actúa inversamente proporcional en las propiedades.

Palabras clave: Concreto permeable, permeabilidad, plástico reciclado y resistencia a la compresión.

ABSTRACT

The present investigation consisted of determining the properties (compressive strength and permeability) of a permeable concrete of $f'c$ 280 kg/cm² by adding 0.25%, 0.30% and 0.35% of crushed recycled plastic in its dosage. The methodology used was applied and of experimental design, since we worked with materials that are not included in the Peruvian standards. This research was carried out with 48 concrete specimens, 12 of which were distributed for the standard sample and 12 for each of the plastic additions. The results of our research were that adding 0.35% recycled plastic improves the compressive strength at 28 days than the others; on the other hand, for permeability, it is obtained that with the minimum addition of plastic better values are obtained. In conclusion, the addition of shredded recycled plastic to the dosage of a permeable concrete does have a significant influence on the compressive strength and permeability; if a better strength is desired, the recycled plastic should be increased, but if permeability is to be improved, the amount of plastic in the dosage should be decreased, since this material acts inversely proportional to the properties.

Keywords: Permeable concrete, recycled plastic, compressive strength and permeability.

I. INTRODUCCIÓN

En esta era moderna la industria de la construcción está a cargo del desarrollo sostenible y las soluciones ambientales siendo estos imperativos cruciales para que esta industria funcione de la mejor manera sin tener tantas consecuencias negativas. Además, en estos tiempos existen una exploración de innovadoras técnicas de construcción las cuales tienen que ir de acuerdo a la búsqueda por el mantenimiento de los recursos naturales y la reducción de residuos plásticos, en esta área el mayor interés es la incorporación de del plástico netamente reciclado para producir un concreto poroso o permeable.

Hay diferentes elementos de nuestro alrededor que están causando un gran impacto ambiental, por lo tanto, nace la necesidad de utilizar diferentes técnicas en la construcción, como la incorporación de plástico en el concreto. La mayoría de concedores, en los últimos años, han incorporado diferentes elementos en la construcción (Lara, Guerrero y Altamirano, 2020).

El uso del concreto permeable nació en los años 1945 y 1950, aplicándose como capa de rodadura en vías terrestres. Así mismo ya para los años 70 se intentó brindar seguridad al usuario además por las condiciones meteorológicas se dio mejor fluidez de tránsito. Unos de los primeros países en utilizar este concreto fue Japón, el cual realizó los ensayos respectivos de concreto permeable aplicado en una capa de rodadura, descubriéndose que este tenía propiedades acústicas (Medina, 2020).

En el continente europeo el reporte de residuos plásticos fue de 288 millones de toneladas, pero solo el 20 % de este han sido reciclados, a pesar de que este es el más utilizado en el mundo, teniendo en cuenta que tiene una difícil degradación, costando su descomposición de 100 a 1000 años (Meza y Siddique, 2019). Así mismo, en Brasil, una gran cantidad de residuos plásticos son arrojados en vertederos de baja calidad, por lo que para un mejor control son incinerados apoyando así a los vertederos y paralelo permiten la generación de energía (Da Silva, Dos Santos, Mensah, Gonçalves y Barros, 2020).

Por otro lado, en Bogotá, el aumento de urbanizaciones, remodelaciones o ampliaciones de zonas urbanas están generando muchas zonas impermeables, en lo cual se tiene un mayor escurrimiento en la superficie, es decir que si la ciudad sigue creciendo no se podrán evacuar las aguas pluviales. Asimismo, también el aumento de producción de residuos en la construcción y demolición trae consigo un efecto en el medio ambiente (Ulloa, Uribe y Paz,2017).

En Costa Rica el aumento de escorrentía en las zonas bajas se debe al uso del suelo en las zonas más pobladas teniendo como consecuencia un mal estado de vías ya que estas también cuentan con una baja capacidad hidráulica. El uso de concreto permeable sería una solución para este tipo de problemas, teniendo en cuenta que se deberá evaluar las características que este tiene, principalmente su resistencia a la compresión, recomendando un uso correcto de aditivos (Medina, 2020).

En Lima existen muchos asentamientos humanos los cuales albergan a gran cantidad de pobladores, teniendo un alto índice de reciclaje, pero no una buena calidad de vida, es decir deficiencia de proyectos de construcción civil. (Reyes, 2018). Asimismo, en Ancash la consecuencia del fenómeno del niño dejó graves lesiones, uno de ellos fue la Panamericana Norte con varios tramos dañados, la carpeta asfáltica deteriorada resumiendo así en 1 900 kilómetros de vías malogradas. La región de Ancash mayormente cuenta con pavimento convencional el cual no ayuda a este tipo de situaciones (Castillo y Trujillo, 2019).

En la ciudad de Trujillo, Perú, como en muchas otras partes del mundo, el pavimento de calles y carreteras desempeña un papel esencial en la infraestructura urbana. Sin embargo, la construcción tradicional de pavimentos de concreto a menudo involucra el uso intensivo de recursos naturales y genera una cantidad significativa de residuos. Teniendo en cuenta que la ciudad primaveral cuenta con alto índice de plástico desechable, siendo este reciclado por personas que viven en los sectores con menos recursos, del cual muchas familias sobreviven de ello. Entonces se puede decir que la adición de plástico reciclado al concreto permeable no solo promete abordar estos desafíos ambientales, sino también lograr alcanzar el bienestar de las personas.

Por consiguiente, se planteó la siguiente pregunta general: ¿Cuál es la influencia de la adición de plástico reciclado en la resistencia a la compresión de un concreto permeable en pavimentos, $f'c$ 280 kg/cm^2 , Trujillo, 2023? De tal forma, se planteó los problemas específicos: ¿Cuál es la caracterización de los agregados (propiedades físicas y químicas) en la influencia de la adición de plástico reciclado en la resistencia a la compresión de un concreto permeable en pavimentos, $f'c$ 280 kg/cm^2 , Trujillo, 2023?, ¿Cuál es el diseño de mezcla de la influencia de la adición de plástico reciclado en la resistencia a la compresión de un concreto permeable en pavimentos, $f'c$ 280 kg/cm^2 , Trujillo, 2023? ¿Cuáles son los porcentajes de plástico que se va utilizar para elaborar probetas de concreto de 4" de diámetro por 8" de altura? ¿Cuál será el coeficiente de permeabilidad del concreto propuesto?

Esta investigación se justifica, de manera que el creciente problema global de la contaminación plástica viene afectando el clima, alterando las estaciones del año. La introducción de plástico reciclado en pavimentos de concreto permeable en Trujillo no solo puede ayudar a abordar esta problemática, sino también impulsar la sostenibilidad en la construcción. Además, analizando más afondo cómo esta incorporación tiene un efecto en la resistencia a la compresión del concreto, aportaremos de manera considerable en la calidad de las infraestructuras construidas con estos materiales. Asimismo, la mayor parte de las vías de Trujillo quedaron afectadas por el fenómeno del niño, lo cual esta sería una propuesta de solución para los pobladores y así mejorar los pavimentos y dar seguridad vial.

Asimismo, se *justifica teóricamente* ya que se basa en información extraída de tesis, revistas y artículos científicos los cuales van a permitir un estudio sobre un pavimento permeable incorporándose plástico para así apoyar al desarrollo vial del país y al mismo tiempo cuidar al medio ambiente.

De igual manera, se *justifica de manera práctica*, resaltando que habría un impacto considerable en la industria de la construcción y en la toma de decisiones prácticas al realizar este estudio. Esto podría traducirse en la reducción de costos en proyectos de pavimentación, al mismo tiempo que se beneficia a la sociedad en general al abordar problemas ambientales. Además, es crucial acentuar que los resultados de esta investigación podrían influir en la creación o revisión de

regulaciones y normativas relacionadas con la incorporación de plástico reciclado en concretos permeables, lo que tendría un impacto a largo plazo en la industria.

Se tiene la *justificación metodológica*, se describe con detalle cómo se realizará la investigación. Esto incluye la selección de muestras representativas de concreto permeable con plástico reciclado y la realización de pruebas de laboratorio especializadas para evaluar con precisión la resistencia a la compresión. Asimismo estaría englobando el análisis de datos (aplicación de estadísticas y la presentación gráfica de resultados) los cuales facilitan una comprensión exhaustiva de la variación en la resistencia a la compresión como resultado de la incorporación de plástico reciclado.

Esta investigación se *justifica socialmente* debido a que lo que se quiere es respaldar el bienestar de los residentes de la ciudad de Trujillo, ya que este concreto a estudiar tiene un alto grado de permeabilidad debido a sus vacíos y puede ser usado en zonas donde se acumule bastante agua en épocas de lluvias. En cuanto a la *justificación técnica*, se da sobre los aportes de nuestros resultados obtenidos y como es que fue diseñado el concreto permeable para las futuras investigaciones. Finalmente, en cuanto a la *justificación económica*, analizamos todos los gastos de los materiales en la elaboración del concreto permeable y este sería una mejor alternativa ya que hay una reducción de estos.

Por consiguiente, se tiene como **objetivo general**: Determinar la influencia de la adición de plástico reciclado en la resistencia a la compresión de un concreto permeable en pavimentos, f'c 280 kg/cm², Trujillo, 2023. Este estudio abordará aspectos técnicos, medioambientales y económicos de esta innovadora mezcla de materiales. Además, también se plantearon los siguientes **objetivos específicos**: Realizar la caracterización de los agregados (propiedades físicas y químicas) en la influencia de la adición de plástico reciclado en la resistencia a la compresión de un concreto permeable en pavimentos, f'c 280 kg/cm². Realizar el diseño de mezcla de la influencia de la adición de plástico reciclado en la resistencia a la compresión de un concreto permeable en pavimentos, f'c 280 kg/cm². Elaborar probetas de 4" x 8" con adición de 0,25 %, 0,30 % y 0,35 % de plástico reciclado. Determinar el coeficiente de permeabilidad del concreto permeable.

II. MARCO TEÓRICO

Pillaca (2019) en su investigación realizada en Lima, tiene como propósito elaborar un concreto permeable agregando fibras de plástico con el fin de ampliar la resistencia y el volumen de agua que filtra el concreto. La metodología de esta investigación es científica ya que propone una pregunta y busca dar soluciones y es de tipo aplicada ya que se basa en investigaciones ya existentes. Esta investigación concluye que para una resistencia a la compresión agregando el 4 % de fibras de plástico nos da mejor resistencia que agregando 8 % y 12 %. Además que esa mezcla mencionada, da una resistencia de 189 kg/cm² en cambio la prueba patrón llega a 175 kg/cm².

Trujillo (2020) en su tesis elaborada en Trujillo, tiene como finalidad disponer el efecto de la muestra empleando PET reciclado para determinar la resistencia del pavimento. La metodología en que se elaboró este estudio es de tipo aplicada y experimental. Los datos que se alcanzaron fueron que la resistencia del espécimen aplicando el 5 % de PET fue de 186,78 kg/cm² en 28 días, mientras que la de 10% se pudo observar que su resistencia disminuye hasta un 177,39 kg/cm², y por último, aplicando el 15 % de plástico PET a la muestra, se obtiene una cifra muy por debajo de la requerida, dándonos un resultado aproximado de 147,22 kg/cm². Se concluye que agregando a la muestra patrón plástico PET al 5 % se obtiene mejor una resistencia a la compresión que agregando 10 % o 15 % de la misma.

Solorzano (2021) en su investigación realizada en Chiclayo, tiene como objetivo encontrar si afecta positivamente el plástico PET al concreto permeable en su resistencia a la compresión y flexión de un pavimento. La metodología que se usó en esta investigación es de tipo aplicada y experimental. En esta investigación, al concreto permeable donde se le agregó plástico PET al 2 % obtuvo resistencia de 282,78 kg/cm², mientras que al 3 % se obtuvo 283,64 kg/cm² y al 4 % un 281,03 kg/cm². Se concluye que para que el concreto tenga mejor resistencia la compresión es factible agregar plástico PET al 3 %, para la flexión y permeabilidad se da mejor agregando un 4 % de plástico PET.

Castillo y Trujillo (2019) en su investigación realizada en Chimbote, tiene como principal objetivo diseñar una mezcla de concreto permeable para pavimentación agregando plástico reciclado en un 0,075 %, 0,100 % y 0,125 % a la muestra. Su metodología que emplearon es aplicada y experimental. Los resultados obtenidos fueron que con la adición de plástico a un 0.075 % en la muestra, se alcanzó una resistencia a la compresión de 179,83 kg/cm² en 28 días; para la muestra con adición de 0,100 %, se obtuvo 172,08 kg/cm²; mientras que en la de 0,125 % se obtuvo un total de 152,58 kg/cm². Se concluye que para la muestra agregando el plástico reciclado a 0,075 %, se tiene una mejor resistencia buscada inicialmente que es la de 175 kg/cm².

Singh, Sampath y Biligiri (2020) se orientan en aspectos de sostenibilidad del concreto permeable, dándole así una visión más actualizada sobre las características mecánicas e hidráulicas. En su estudio hay una examinación sobre el diseño de mezcla y también un análisis sobre los materiales reciclados añadidos al concreto en estudio viendo así los efectos que traen al ser realizados. Además, especifican técnicas para la rehabilitación de la cantidad de infiltración en las zonas superficiales del concreto permeable que han sido obturadas e investigan la hechura de los poros en la permeabilidad. En su trabajo destaca investigaciones que abarcan la perdurabilidad de los pavimentos permeables resaltando así investigaciones hechas en campo y focalizadas en su diseño. Además, resalta la importancia que tienen los pavimentos permeables en la reducción del impacto ambiental de una obra construida, la reducción del efecto invernadero local y también la mitigación de la escorrentía. Finalmente reconocen que el fin para evolucionar en el desarrollo de los pavimentos sostenibles se debe mejorar las propiedades del material esto sería para entornos urbanos consolidados.

Xiao (2023), se enfocó buscando un factor para analizar el efecto de los factores como la realización entre la pasta de cemento y los agregados, tamaño de los agregados, coeficiente de pavimentación suelta, características mecánicas y permeabilidad del concreto. En su investigación realizó una simulación numérica basada en el método de modelado de elementos discretos de flujo de partículas. En los resultados muestra que para un menor coeficiente de permeabilidad del concreto permeable es el agregado de tamaño único el cual da mayor resistencia

a la comprensión y tracción. Asimismo, un 50 % de agregados de 5-10 mm y un 50% de agregados de 10-15 mm serían los indicados para un coeficiente de permeabilidad adecuado. También al analizar la relación pasta- agregado se vio que, al aumentar esta relación, también aumenta la resistencia a la comprensión, pero disminuye la permeabilidad. Asimismo, menciona que un factor significativo sería el coeficiente de pavimentación suelta porque trae un impacto en la permeabilidad del concreto permeable, ya que, al aumentar este coeficiente habría una mayor resistencia a la comprensión, pero también una menor permeabilidad.

Grandez (2018) en su investigación con metodología de tipo aplicada y experimental que se realizó en Lima, tiene como objetivo analizar cómo actúan las trizas de material reciclado en las propiedades mecánicas del concreto, siendo una solución para utilizar menos materia prima en el concreto ya que será reemplazada por plástico reciclado. Asimismo, se reemplazó el agregado fino por fibras de plástico de la marca Sprite en los porcentajes 0,4 %, 0,5 %, 0,6 % del volumen del agregado, para una resistencia de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$. Los resultados que se obtuvieron fueron favorables ya que la resistencia a la comprensión se incrementó hasta un 12,33 % concluyendo así que se puede utilizar el plástico en cantidades pequeñas para mayor resistencia.

Bautista (2018) en su investigación llevada a cabo en Lima explica sobre un diseño de pavimento rígido permeable, donde esta tiene el fin de evacuar aguas de la lluvia a través de la misma. Además, realizó varios diseños de concreto variando los porcentajes de vacíos y utilizando diferentes proporciones de agregado fino. Sus resultados fueron óptimos ya que todos cumplieron con la Norma CE. 010 – Pavimentos Urbanos, para esto se utilizó 30 probetas para resistencia a la comprensión y flexión, además todos estos estuvieron en el rango tanto de permeabilidad como una resistencia a la comprensión de $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ y módulo de rotura 37 kg/cm^2 .

Dos Santos y Rojas (2020), explica que el **Método ACI 522R-10**, se divide en 8 etapas los cuales se basan tanto en los agregados, cantidad de agua y cemento, teniendo así la determinación del peso de agregado, el ajuste al estado de saturado superficialmente seco (SSS), la cuantificación del volumen de pasta, el cálculo de la cantidad de cemento, determinación del volumen de agua y sólido, efectuar la

cantidad de vacíos y el ensayo. La finalidad de este método es llegar a un equilibrio entre vacíos, trabajabilidad, resistencia y cantidad de pasta. Así mismo para la dosificación de un concreto permeable se utiliza la densidad seca de los agregados. Además, según estudios realizados la relación entre volumen seco de agregado en una unidad de volumen de concreto puede ser usada como parámetro de diseño de un concreto permeable (p.520).

Para Jato (2019) un **concreto permeable** es básicamente semejante al concreto convencional, pero a diferencia que este emplea menos porción de cemento y el porcentaje de agregado fino es el mínimo o nulo, esto con el fin de que sus espacios queden vacíos. La normativa que presenta es el ACI 522R-10, la cual toma como guía a la norma ASTM para la verificación de calidad de un concreto permeable. (p.33).



Figura 1. *Concreto Permeable*

Para Arana y Portugués (2022) el concreto permeable cuenta con vacíos que abarcan desde 15 % a 40 %, este material se aplica generalmente para estacionamientos, pisos, tráfico ligero, losas deportivas, parques, etc. Las ventajas que tiene trabajar con este material es que evita que el agua se estanque en las superficies, impide la saturación de los sistemas de drenaje en las épocas de lluvia y lo más importante es que a las personas les facilita transitar por las calles y ciclovías. Las desventajas más comunes es que con el paso del tiempo los poros o vacíos que tiene el concreto permeable se van tapando lo que hace que su función

principal disminuya y otra desventaja es que solo aplica a zonas para peatones o tráfico ligero.

Reyes y Torres (2018), para la elaboración de un concreto poroso, el objetivo de la dosificación es tener un material con una granulometría que la mayor cantidad de agregado sea grueso para así su dimensión sea apropiada para los poros, para así tener una buena circulación del agua dentro del material. Además, la porosidad debe ser 15 a 20 % y el rango para la penetración de 1×10^{-4} m/s mínimo. Asimismo, para la resistencia, la relación de a/c se puede usar valores más bajos, ya que estos harán que la resistencia obtenida de forma transversal sea diferente a un concreto convencional, y muy seguidamente los superan. Para un diseño de mezcla debe componerse entre la porosidad y la resistencia a la desintegración.

Los materiales usados para la elaboración del concreto permeable según el ACI 522R-10 son los siguientes:

Para Pomalaza (2021), define al **cemento** como un material muy fino que está compuesto de la mezcla de silicato y aluminato de calcio, que se obtienen cuando la arcilla, cal y arena se someten a altas temperaturas. Además, este material es un aglomerante hidráulico, debido a que es reaccionante al ser mezclado con agua. El cemento se clasifica según su composición, uso y la resistencia que se desea alcanzar:

- Cemento Portland Tipo I, que es generalmente usado para las construcciones de viviendas, pavimentos y otras actividades donde no se especifica el tipo de cemento a usar.
- Cemento Portland Tipo II, que es usado para construcciones donde el nivel de sulfato y calor de hidratación es más elevado que otras construcciones.
- Cemento Portland Tipo III, este tipo de material es parecido al de Tipo I, la única diferencia es que está diseñado para lograr su resistencia máxima mucho más rápido.
- Cemento Portland Tipo IV, se emplea básicamente en las construcciones la cual se necesite bajar el calor de hidratación debido a las altas temperaturas,

este tipo de material necesita mucho más tiempo en comparación de los otros tipos de cemento para lograr alcanzar su resistencia máxima.

- Cemento Portland Tipo V, se emplea en obras donde el nivel de sulfato presentado es altamente elevado.

El **agregado grueso** está compuesto por gravas o piedras chancadas, con la condición que debe ser retenido partiendo del tamiz N°4, según nos especifica la Norma ASTM C33. Para diseño de mezclas para concreto permeable este material debe estar generalmente entre la grava de 3/4" a 3/8".

El **agua** es un material esencial para la elaboración del concreto permeable ya que su función es darle la trabajabilidad a la mezcla, además para el diseño en relación agua cemento. El agua debe ser de preferencia potable, libre de partículas de suciedad o sales ya que afectará a las propiedades del concreto.

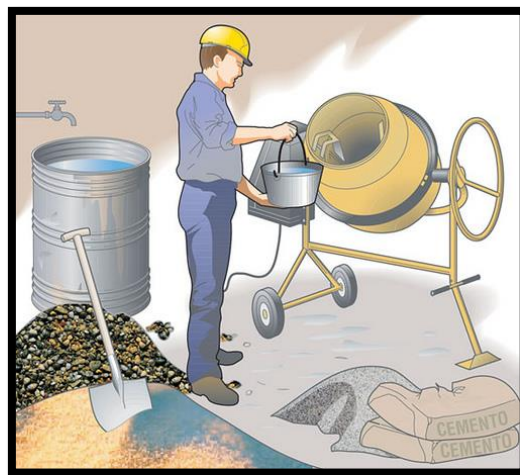


Figura 2. *Materiales para realizar un concreto permeable*

El **tereftalato de polietileno** o también llamado PET, es un material que más se usa cotidianamente y se encuentra básicamente en los envases de plástico, este material tiene como características que es resistente a esfuerzos permanentes, resistencia al desgaste y buen aislante de la humedad (Piñeros y Herrera, 2018). El PET se caracteriza por pertenecer al grupo de los termoplásticos y es fabricado con derivados provenientes del petróleo, agua y gas. Este material es resistente a

microorganismos, esto se debe a que cuenta con un punto de fusión elevado (Alvarez y Sosa, 2020).

Tabla 1. Datos técnicos del PET

PROPIEDADES	UNIDAD	VALOR
Densidad	g/cm ³	134 - 139
Resist. Tensión	Mpa	59 - 72
Resist. Compresión	Mpa	76 - 128
Resist. al calor	°C	80 - 120

Fuente: Industria del Plástico "Richardson&Lokensongard"

Las propiedades del concreto permeable según el ACI 522R-10 son los siguientes:

La **Resistencia a la compresión** según el ACI 522R-10, nos muestra cual sería el esfuerzo máximo que logra aguantar el concreto cuando se somete a fuerzas verticales. Existen factores que pueden afectar el ensayo tales como la mala compactación, tamaño de agregados, aditivos o la relación agua cemento.



Figura 3. Máquina de ensayo a compresión

La **permeabilidad** según el ACI 522R-10, es la capacidad de filtrar agua u otro líquido a través del concreto, la velocidad de infiltración está relacionada directamente con su porosidad, y esta debe tener un valor mínimo de 15 %

aproximadamente para poder lograr una infiltración óptima. El aparato que sirve para determinar la permeabilidad es el permeámetro, este objeto es efectivo para poder decretar el coeficiente de permeabilidad.



Figura 4. *Permeámetro*

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

Esta investigación es de tipo aplicada, porque se busca que el diseño de concreto permeable tenga una mejora en sus propiedades añadiéndole plástico reciclado en su dosificación.

3.1.2. Diseño de investigación

El diseño de la investigación es cuantitativo experimental, ya que se va examinar y recopilarán información de las muestras del diseño de concreto permeable agregándole 0,25 %, 0,30 % y 0,35 % de plástico PET para sus estudios respectivos.

3.2. Variables y operacionalización

La investigación tiene las siguientes variables:

- Variable dependiente, resistencia a la compresión
- Variable independiente, Plásticos PET

Matriz de Operacionalización de Variables, **Ver Anexo 1**

Matriz de Consistencia, **Ver Anexo 2**

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población

La población abarca 48 especímenes de concreto permeable y sus dimensiones son 4" de diámetro x 8" de altura, realizadas con agregado grueso, cemento, agua y con adición de plástico PET.

3.3.2. Muestra

Las muestras que se realizaron en esta investigación son, 12 probetas de concreto 280 kg/cm² para la muestra patrón, 12 probetas agregando plástico reciclado a un 0,25 %, 12 probetas agregando 0,30 % y 12 probetas agregando un 0,35 %.

Tabla 2. Cantidad en unidades de espécimen para ensayos

Propiedades	Muestra Patrón			M + 0,25 % PET			M + 0,30 % PET			M + 0,35 % PET		
	7 d	14 d	28 d	7 d	14 d	28 d	7 d	14 d	28 d	7 d	14 d	28 d
Resistencia a la compresión	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Permeabilidad	-	-	3	-	-	3	-	-	3	-	-	3

3.3.3. Muestreo

El muestreo es de tipo no probabilístico porque la elección se basa en las características de la investigación.

3.3.4. Unidad de análisis

La unidad de análisis para este estudio fueron 48 probetas cilíndricas de 4" de diámetro por 8" de altura.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas de Investigación

La técnica para esta investigación se usará por medio de la observación experimental no participativa directa, porque se obtendrán los datos de los ensayos en los laboratorios con los instrumentos normados que nos sirven para medir las variables.

3.4.2. Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos empleados para esta investigación fueron guías de observaciones, fichas de recolección de datos, libreta de apuntes, las probetas elaboradas en el laboratorio, máquina de compresión hidráulica.

3.5. Procedimientos

3.5.1. Trabajo de Campo

En la obtención de materiales como el agregado grueso, este se extrajo de la cantera Jaén, ubicada en Huanchaco, Trujillo, La Libertad.

3.5.2. Trabajo de Laboratorio

3.5.2.1. Caracterización de los agregados

Análisis granulométrico de agregados gruesos (NTP 400.12)

En esta prueba se realizó en primer lugar el secado del agregado grueso en un horno a una temperatura de 110°C por 24 horas, luego se ordenó los tamices de acuerdo a su tamaño de abertura, en este caso utilizamos las mallas de (4", 3 ½", 3", 2 ½", 2", 1 ½", 1", ¾", ½", ⅜", N°4, N°8, N°16, Plato). En segundo lugar, la muestra fue colocada en la malla con abertura más grade, para después ser tamizado manualmente por un tiempo aproximado de 10 minutos. Al terminar se retiran los tamices uno por uno, para luego proceder a pesar lo que se retuvo en cada tamiz. Finalmente se realizó una comparación entre el peso total del material y el peso inicial.

Método de ensayo de Contenido de humedad (NTP 339.185)

En este ensayo lo que se hizo en primer lugar fue la técnica del cuarteo, la que consiste en que el material de muestra se divida en 4 partes y de las cuales tomaremos como muestra 3 partes representativas. Luego se llevó a una balanza digital de laboratorio de alta precisión para pesar las 3 muestras que se colocaron en un recipiente de aluminio. Seguidamente se coloca en el horno en un tiempo de 24 horas, este tiene que estar a una temperatura de 110°C. Finalmente, se retiró la muestra para luego ser pesada y registrarse los datos obtenidos.

Peso específico y absorción de agregado grueso (NTP 400.021)

En este ensayo se usaron las muestras de grava que quedan desde la malla de 4" hasta la malla N°4, luego se procedió a lavar la muestra para quitar las partículas de polvo u otras impurezas que contienen. Posteriormente, la muestra fue sumergida en agua por 24 horas, al culminar las horas establecidas se procedió a quitar el agua del recipiente para luego ser secada con un trapo. El peso de la muestra saturada en el aire, se halla colocando la muestra en un recipiente metálico y pesándolo en una balanza hidrostática. A diferencia del peso de la muestra sumergida en agua, esta es colgada en un gancho y sumergida totalmente en agua. Asimismo, para

hallar el peso de muestra seca, se llevó el material al horno durante 24 horas durante 110°C para poder registrar el peso del material seco.

Peso unitario y vacío de agregados (NTP 400.017)

En este ensayo se determinó mediante 2 procesos, la primera consiste en determinar el peso unitario de la muestra en estado suelto, para esto se pesó y encontró el volumen del recipiente; después se llenó con material y se enraso con la varilla; por último se pesó el recipiente con material incluido.

Para el segundo proceso, donde consiste en determinar el peso unitario compactado, se realizó llenando de material la tercera parte del recipiente; después se apisonó la muestra con 25 golpes; en la segunda capa se llenó hasta los 2/3 del recipiente y se volvió a apisonar con 25 golpes, y en la última capa se relleno el recipiente hasta que rebasa para apisonar por última vez con 25 golpes más, luego se procedió a pesar el recipiente con la muestra compactada y se registró esos datos.

3.5.2.2. Elaboración de probetas de concreto permeable

Los siguientes materiales fueron utilizados para realizar una muestra de concreto permeable:

- Agregado grueso
- Cemento Portland Tipo I
- Agua
- Polietileno (PET)

Para el mezclado, se colocó en la mezcladora el agregado grueso y un poco de agua y se puso a girar por 1 minuto aproximadamente, al término de ese tiempo, agregar el agua restante junto con el cemento y seguir girando unos 3 minutos. Luego se agregó el plástico y se dejó girar 2 minutos más para terminar así con la mezcla final. Al terminar con la mezcla se puso el termómetro para determinar si la temperatura está en el rango establecido, los resultados de la temperatura de nuestra mezcla varían entre 24 a 25 °C.

Al finalizar el proceso de medición de temperatura, se realizó la prueba del

Cono de Abrams para determinar cuánto es el asentamiento de nuestra mezcla, el procedimiento resulta en colocar concreto en 1/3 parte del cono para luego dar 25 golpes con la varilla compactadora, se repitió el mismo proceso en los 2/3 y cuando está lleno. Luego se retira el cono de Abrams cuidadosamente y se procedió a tomar medida del asentamiento colocando la varilla encima del cono, así como nos detalla la figura 3. El resultado de este proceso teniendo en consideración que es un concreto permeable es de 0" en todas sus mezclas.



Figura 5. *Asentamiento Slump*

3.5.2.3. Propiedades físicas y mecánicas

Resistencia a la Compresión (NTP 339.034)

Para este procedimiento se hizo al instante que las muestras se retiren del lugar donde se pusieron para ser curadas, esto se hizo con la finalidad de que los especímenes no pierdan su humedad. Se limpió la base donde se colocó el bloque inferior de apoyo, esto se hizo para que no quede desnivelado y así afecte nuestra resistencia a la compresión deseada, luego se colocó el espécimen y el apoyo superior. Posteriormente, se realiza una verificación donde el indicador de carga se muestre en cero, para después aplicar la carga. Esta debe ser a una velocidad controlada y no debe topar con impacto para evitar la carga de choque, al romperse o fracturarse el espécimen se pasó a registrar la carga máxima que soporta.



Figura 6. Prensa Semi automática

Permeabilidad

Para la elaboración del permeámetro casero se emplearon los siguientes materiales para su elaboración:

- Tubo PVC de 4"
- Tubo PVC de 2"
- Codo PVC de 4"
- Codo PVC de 2"
- Unión PVC de 2"
- Reducción PVC de 4" a 2"
- Pegamento PVC
- Válvula de paso
- Abrazadera de 4"
- Abrazadera con 2 orejas de 2"
- Rollo film
- Pernos
- Base de madera

Para su procedimiento fue basado de la norma ACI 522R-10, donde se cortaron los tubos de 4" y 2", luego se pegaron con el pegamento PVC los codos, reducciones y la válvula de paso para formar el permeámetro, para

finalizar se aseguró con pernos a la base de madera.

El funcionamiento de este ensayo consiste en verter agua potable por el extremo del tubo de 4" con la válvula de paso abierta hasta su llenado total con agua por el lado del tubo de 2". Luego se cierra la válvula de paso para continuar llenando totalmente el tubo de 4" con la probeta ya colocada tal como se muestra en la figura 7. Posteriormente, se calculará el tiempo que demora en salir el agua filtrada a través de la probeta de concreto permeable.



Figura 7. Permeámetro casero

3.5.3. Trabajo de Gabinete

3.5.3.1. Caracterización de los agregados

Análisis granulométrico de agregados gruesos (NTP 400.12)

Se calculó mediante hojas de Excel el porcentaje retenido parcial, acumulado que pasa por cada tamiz.

Se procedió a calcular el módulo de finura con la siguiente fórmula:

$$Mf = \left(\frac{\text{Tamiz } N^{\circ}(100 + 50 + 30 + 16 + 8 + 4 + 3/8" + 3/4" + 1 \ 1/2")}{100} \right) \dots (1)$$

Se calculó la curva granulométrica con la ayuda del Excel donde se insertaron los datos.

Contenido de humedad de los agregados (NTP 339.185)

Se calculó mediante hojas de Excel donde se reemplaza los datos en la

siguiente fórmula:

$$P = \frac{100(W - D)}{D} \dots (2)$$

Donde:

P = Porcentaje del contenido de humedad

W = Muestra del agregado húmedo

D = Muestra del agregado seco

Se calculó el peso del agua con la siguiente fórmula:

$$P = Ph - Ps \dots (3)$$

Donde:

P = Peso del agua

Ph = Peso del agregado húmedo

Ps = Peso del agregado seco

Peso específico y absorción de agregado grueso (NTP 400.021)

Se calculó el Peso Específico de Masa (Pem) mediante la siguiente fórmula:

$$Pem = \frac{A}{B - C} \dots (4)$$

Se calculó el Peso Específico de Masa Saturada con Superficie Seca (PeSSS) mediante la siguiente fórmula:

$$PeSSS = \frac{B}{B - C} \dots (5)$$

Se calculó el Peso Específico Aparente (Pea) mediante la siguiente fórmula:

$$Pem = \frac{A}{A - C} \dots (6)$$

Se calculó la absorción (%) mediante la siguiente fórmula:

$$\% = \left(\frac{B - A}{A} \right) * 100 \dots (7)$$

Donde:

A = Peso en aire de la muestra seca

B = Peso en aire de la muestra saturada seca

C = Peso sumergido en agua de la muestra saturada

Peso unitario y vacío de agregados (NTP 400.017)

Se calculó el Peso Unitario Húmedo (Puh) mediante la siguiente fórmula:

$$Puh = \frac{G - T}{V} \dots (8)$$

Donde:

G = Peso total del suelo + peso del recipiente

T = Peso del recipiente

V = Volumen del recipiente

Se calculó el Peso Unitario Seco (Pus) mediante la siguiente fórmula:

$$Pus = \frac{Puh}{\left(1 + \frac{\%}{100}\right)} \dots (9)$$

Donde:

Puh = Peso Unitario Húmedo

% = Contenido de humedad

Se calculó el Contenido de Vacíos (%Vacíos) mediante la siguiente fórmula:

$$\%Vacíos = 100 \left(\frac{Pem - Pus}{Pem} \right) \dots (10)$$

Donde:

Pem = Peso Específico de la masa

Pus = Peso Unitario Seco

3.5.3.2. Diseño de Mezclas (ACI 522R-10)

Determinación de porcentaje de vacíos

En esta etapa se calculó mediante la figura 8, donde nos señala que debemos tener en cuenta la resistencia a la compresión para poder determinar el porcentaje de vacíos para nuestra mezcla.

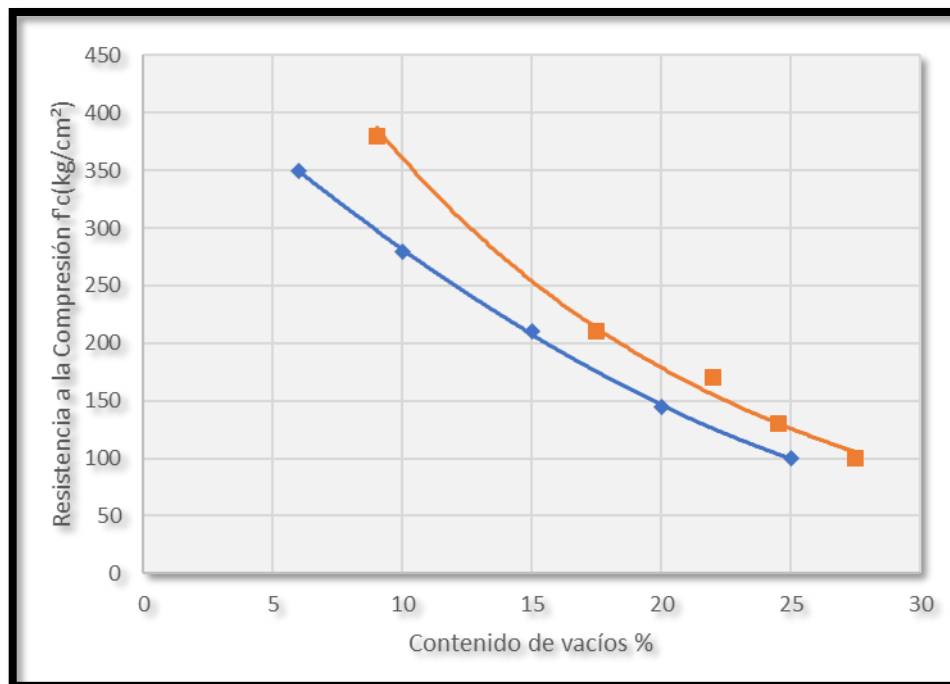


Figura 8. Esfuerzo a la Compresión vs Porcentaje de Vacíos

Determinación de relación Agua – Cemento (a/c)

La relación de a/c está comprendida en un rango de 0.26 y 0.45 según el Método ACI 522 R-10 para concretos permeables.

Obtención del volumen de pasta

Se calculó mediante la figura 9, donde usaremos la curva de bien compactada para obtener nuestro volumen de pasta, teniendo como dato nuestro porcentaje de contenido de vacíos

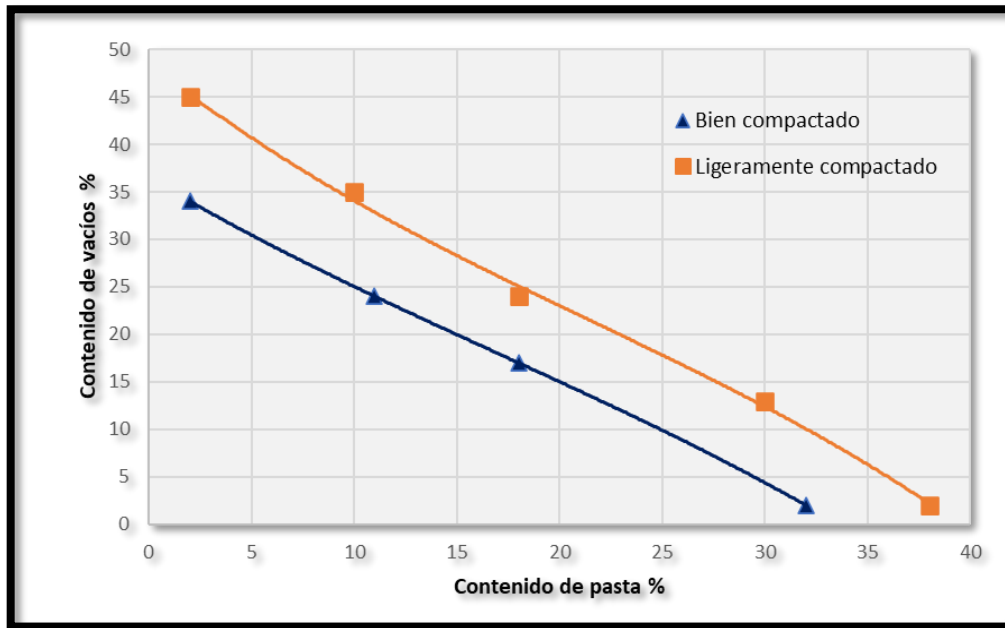


Figura 9. Porcentaje de Contenido de vacíos vs Porcentaje de Contenido de Pasta

Determinación de la cantidad de Materiales

En este proceso se determinó la cantidad de cemento y agua que abarca en 1 metro cúbico de concreto permeable.

Se calculó el Volumen de Pasta (V_p) mediante la siguiente fórmula:

$$V_p = V_c + V_a = \frac{c}{PEc} + \frac{a}{PEa} \dots (11)$$

Donde:

V_c = Volumen de cemento

V_a = Volumen de agua

c = Peso del cemento

a = Peso del agua

PEc = Peso específico del cemento

PEa = Peso específico del agua

Cálculo de Volúmenes Absolutos

En este proceso se determinó la cantidad en volumen de todos los agregados mediante la siguiente fórmula:

$$V_{agr} = 1 - V_p \dots (12)$$

Donde:

$$V_{agr} = \text{Volumen del agregado}$$

$$V_p = \text{Volumen de pasta}$$

Cálculo de Contenido de Agregado Grueso

En este proceso se determinó la cantidad en peso del agregado grueso mediante la fórmula siguiente:

$$\text{Cantidad de } A^{\circ}G^{\circ} = V_{A^{\circ}G^{\circ}} \times PU \dots (13)$$

Donde:

$$V_{A^{\circ}G^{\circ}} = \text{Volumen del agregado grueso}$$

$$PU = \text{Peso Unitario del agregado grueso}$$

Cálculo de la Corrección por Humedad de los Agregados

En este proceso es necesario ajustar la cantidad del agregado que se emplea en la mezcla, ya que los mismos agregados cuentan con humedad natural. Por eso se determinó el peso del agregado grueso corregido con la fórmula siguiente:

$$A^{\circ}G^{\circ} \text{ corregido} = \text{Peso } A^{\circ}G^{\circ} \times \left(1 + \frac{\omega_0 \%}{100} \right) \dots (14)$$

Donde:

$$\text{Peso } A^{\circ}G^{\circ} = \text{Peso del agregado grueso}$$

$$\omega_0 \% = \text{Contenido de Humedad}$$

Cálculo de aportes de agua a la mezcla y agua neta

En este proceso de aportes de agua a la mezcla, se calculó la cantidad de agua que se reducirá a la mezcla mediante la siguiente fórmula:

$$AportesAgua = Peso A^{\circ}G^{\circ} \times \left(\frac{\% \omega o - \% abs}{100} \right) \dots (15)$$

Donde:

$\% \omega o =$ Porcentaje de Contenido de Humedad

$\% abs =$ Porcentaje de Absorción

$PA^{\circ}G^{\circ} =$ Peso del agregado grueso

En este proceso de agua neta, se calculó el agua que se usará mediante la siguiente fórmula:

$$Agua neta = VUagua - AportesAgua \dots (16)$$

Donde:

$VUagua =$ Volumen Unitario del agua

3.5.3.3. Propiedades físicas y mecánicas

Cálculo de la Resistencia a la Compresión (NTP 339.034)

Para este cálculo se necesitó los datos que se obtuvieron en el trabajo de campo, la cual la prensa nos arrojó los valores de la resistencia a la compresión en Kilo Newton (kN) y el primer paso de nuestro trabajo es convertirla en kg. En este proceso de conversión, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$1 \text{ kN} = 102 \text{ kg}$$

Para el segundo paso para la obtención de la resistencia a la compresión, se dividirá la carga en kilogramos entre la sección de nuestra probeta de concreto permeable. En este proceso, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Resist. Compresión} = \frac{\text{Carga (kg)}}{\text{Seccion(cm}^2\text{)}} \dots\dots (17)$$

Para el tercer y último se obtendrá el porcentaje de diseño, la cual es el porcentaje que alcanza nuestra resistencia respecto a la resistencia inicial dispuesta. En este proceso, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\%diseño = \left(\frac{\text{Resistencia obtenida}}{\text{Resistencia propuesta}} \right) \times 100 \dots\dots (18)$$

Cálculo del coeficiente de permeabilidad

Para este cálculo vamos a determinar el coeficiente de permeabilidad (k), que se calcula teniendo como datos el área de entrada del permeámetro; el área de la muestra, en este caso el espécimen de concreto permeable; la altura de la muestra; alturas piezométricas y el tiempo aproximado que demora en filtrar el agua por el espécimen de concreto.

Para este proceso de determinar el coeficiente de permeabilidad, se calcula con la siguiente formula:

$$k = \frac{a \text{ (cm}^2\text{)} \times L \text{ (cm)} \times \text{Ln} \left(\frac{h_2}{h_1} \right)}{A \text{ (cm}^2\text{)} \times t \text{ (s)}} \dots\dots (19)$$

Donde:

a = área de entrada de agua

A = área de la muestra

t = tiempo de salida de agua

L = altura de muestra

3.6. Método de análisis de datos

3.6.1. Análisis descriptivo

En este método se recopiló los datos que se obtuvieron en el trabajo de laboratorio y gabinete tales como el análisis granulométrico, contenido de humedad, peso específico, peso unitario, vacío de agregados, resistencia a la compresión y permeabilidad. Esto se hizo para organizar, graficar, tabular y describir los resultados de manera ordenada y concisa.

3.6.2. Análisis cuantitativo

Los datos se establecieron mediante escalas de medición, donde se presentó el manejo de cuadros estadísticos para la resistencia a la compresión y permeabilidad. El análisis estadístico nos sirvió para la recolección de información, interpretación y verificación de los datos.

3.7. Aspectos éticos

El fin de esta investigación es asegurar la realización de una investigación sólida que produzca resultados y datos fiables. En todo momento, se mantendrá el respeto hacia los investigadores mencionados en la información y se cumplirán rigurosamente las normativas establecidas por la Universidad según su Resolución N° 062-2023-VI-UCV para su ejecución. Los instrumentos utilizados en esta investigación están debidamente calibrados según norma (**Ver anexo 3**).

Nos comprometemos a mantener una actitud íntegra y honesta en todo el proceso de investigación, siguiendo los estándares de calidad de la normativa ISO 690. Nuestra prioridad es garantizar la integridad y la reputación de todos los autores mencionados en este trabajo, sin causar ningún perjuicio.

IV. RESULTADOS

4.1. Caracterización de los agregados

Tabla 3. Análisis granulométrico del agregado grueso

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Requisito de % que Pasa
4 plg	100,00	0,00	0,00	0,00	100,00	
3 1/2 plg	90,00	0,00	0,00	0,00	100,00	
3 plg	76,20	0,00	0,00	0,00	100,00	
2 1/2 plg	63,50	0,00	0,00	0,00	100,00	
2 plg	50,60	0,00	0,00	0,00	100,00	
1 1/2 plg	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00	
1 plg	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00 - 100,00
3/4 plg	19,05	110,40	4,42	4,42	95,58	90,00 - 100,00
1/2 plg	12,70	1 450,70	58,03	62,44	37,56	
3/8 plg	9,53	490,90	19,64	82,08	17,92	20,00 - 55,00
No4	4,18	336,50	13,46	95,54	4,46	0,00 - 10,00
No8	2,36	90,70	3,63	99,17	0,83	0,00 - 5,00
No16	1,18	20,80	0,83	100,00	0,00	
PLATO		0,00	0,00	100,00	0,00	
Total		2 500,00	100,00			

En la tabla 3, se observa la distribución de los tamaños del agregado grueso obtenida de la cantera Jaén, asimismo, el Peso retenido y el Porcentaje que pasa por cada tamiz establecido. En la figura 10 se grafica la curva granulométrica, donde nos indica que cumple con los parámetros que establece la norma para la elaboración de concreto permeable

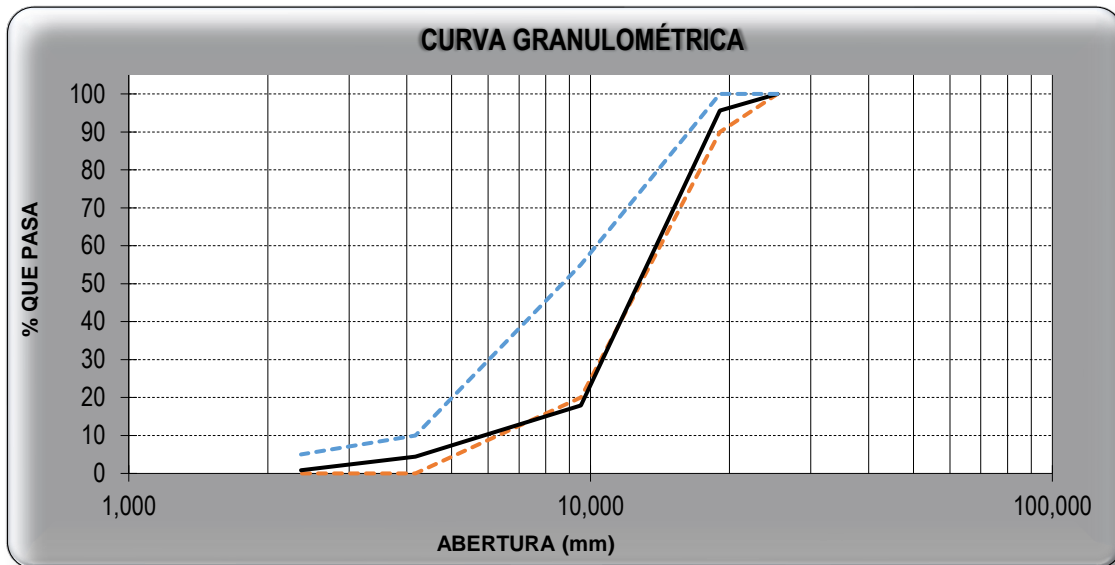


Figura 10. Curva granulométrica

Tabla 4. Características del agregado grueso

MUESTRAS	CONTENIDO DE HUMEDAD	PESO ESPECIFICO	ABSORCIÓN	PESO UNITARIO	
				(Suelto)	(Compactado)
M - 1	0,98%	2,37	2,13%	1,604	1,761
M - 2	0,84%	2,43	2,08%	1,607	1,757
M - 3	1,26%				
PROMEDIO	1,03%	2,40	2,11%	1,606 g/cm³	1,759 g/cm³

Como se puede observar en la tabla 4, el promedio de las muestras para el contenido de humedad, dando un total de 1,03%; para el peso específico, 2,40; para la absorción, 2,11 %, para el peso unitario del agregado grueso con el método suelto, 1,606 g/cm³ y para el método compactado, un total de 1,759 g/cm³.

4.2. Propiedades físicas de los agregados

Tabla 5. Propiedades físicas de los agregados

PROPIEDADES	AGREGADO GRUESO	CEMENTO	AGUA
Peso específico (gr/cm ³)	2,40	3,11	1,00
Tamaño Máximo Nominal	3/4 pulg.	-	-
Peso Unitario (kg/m ³)	2 400,00	3 110	1 000
Peso Unitario Suelto (kg/m ³)	1 605,60	-	-
Peso Unitario Compactado (kg/m ³)	1 758,99	-	-
Humedad (%)	1,03	-	-
Absorción (%)	2,11	-	-
Módulo de Finura	6,81	-	-

En la tabla mostrada, se puede observar que el agregado grueso muestra un peso específico de 2,40 g/cm³, mientras que para el cemento se tiene un peso específico de 3,11 g/cm³ y 1 g/cm³ para el agua. El tamaño máximo nominal del agregado grueso es de ¾", su módulo de finura es de 6,81 y su peso unitario es de 2 400 kg/m³ mientras que para el cemento su peso unitario es de 3 110 kg/m³ y para el agua de 1 000 kg/m³. El agregado grueso tiene una humedad de 1,03 % y una absorción de 2,11%. Para ver el detalle de los cálculos, **Ver anexo 4.**

4.3. Diseño de Mezclas – Método ACI 522R-10

4.3.1. Criterios de diseño para la elaboración de concreto permeable

Tabla 6. Criterios de diseño para la mezcla

DATOS DE LOS MATERIALES	
Relación agua - cemento	0,35
Porcentaje de vacíos	10%
Volumen de pasta	25%

Como se puede observar, los criterios que utilizamos para la elaboración de la mezcla de concreto permeable que fueron referenciados de la norma ACI 522R-10. La relación de a/c que utilizamos para nuestro concreto permeable fue de 0,35 con un porcentaje de vacíos de 10% y con un 25% de volumen de pasta.

4.3.2. Proporciones de diseño

Tabla 7. *Diseño de mezcla patrón*

MEZCLA PATRÓN		
Materiales	Peso (kg)	Volumen
Cemento	372,28	1
Agregado Grueso	1576	4,23
Agua	147,15	16,80

En la tabla 7, se puede observar que para la elaboración de 1 metro cúbico de concreto para la muestra patrón, se empleó 372,28 kg de cemento, 1 576,0 kg de agregado grueso y 147,15 kg de agua.

Tabla 8. *Diseño de mezcla con 0,25 % de PET*

MEZCLA PATRÓN + 0,25 % PET		
Materiales	Peso (kg)	Volumen
Cemento	372,28	1
Agregado Grueso	1572,07	4,22
Agua	147,15	16,80
PET	3,93	0,010557

En la tabla mostrada, se puede apreciar que para la elaboración de 1 metro cúbico de concreto para la muestra adicionando 0,25 % de plástico reciclado, se empleó 372,28 kg de cemento, 1 572,07 kg de agregado grueso, 147,15 kg de agua y 3,93 kg de plástico.

Tabla 9. *Diseño de mezcla con 0,30 % de PET*

MEZCLA PATRÓN + 0,30 % PET		
Materiales	Peso (kg)	Volumen
Cemento	372,28	1
Agregado Grueso	1571,29	4,22
Agua	147,15	16,80
PET	4,71	0,012662

Se puede observar en la tabla 9, que para la elaboración de 1 metro cúbico de concreto para la muestra adicionando 0,30 % de plástico reciclado, se empleó 372,28 kg de cemento, 1 571,29 kg de agregado grueso, 147,15 kg de agua y 4,71 kg de plástico.

Tabla 10. *Diseño de mezcla con 0,35 % de PET*

MEZCLA PATRÓN + 0,35 % PET		
Materiales	Peso (kg)	Volumen
Cemento	372,28	1
Agregado Grueso	1570,50	4,22
Agua	147,15	16,80
PET	5,50	0,014765

En la tabla 10, se puede apreciar que para la elaboración de 1 metro cúbico de concreto para la muestra adicionando 0,35 % de plástico reciclado, se empleó 372,28 kg de cemento, 1 570,50 kg de agregado grueso, 147,15 kg de agua y 5,50 kg de plástico.

4.3.3. Dosificación para la elaboración de la mezcla

Tabla 11. *Dosificación para la mezcla patrón*

MEZCLA PATRÓN	
Materiales	Peso (kg)
Cemento	8,463
Agregado Grueso	35,829
Agua	3,968

En la tabla 11, se observa que para la elaboración de 12 probetas con 15 % de desperdicio del concreto permeable para la muestra patrón, se utilizó 8,463 kg de cemento tipo I, 35,829 kg de agregado grueso y 3,968 kilos de agua.

Tabla 12. *Dosificación para Muestra con 0,25 % de PET*

MEZCLA PATRÓN + 0,25 % PET	
Materiales	Peso (kg)
Cemento	8,463
Agregado Grueso	35,709
Agua	3,968
PET	0,121

Como se puede apreciar en la tabla, para la elaboración de 12 probetas con 15 % de desperdicio del concreto permeable para la muestra patrón adicionando 0,25 % de plástico reciclado, se utilizó 8,463 kg de cemento tipo I, 35,709 kg de agregado grueso, 3,968 kilos de agua y 0,121 kilos de plástico.

Tabla 13. *Dosificación para Muestra con 0,30 % de PET*

MEZCLA PATRÓN + 0,30 % PET	
Materiales	Peso (kg)
Cemento	8,463
Agregado Grueso	35,684
Agua	3,968
PET	0,145

En la tabla 13, se puede observar que para la elaboración de 12 probetas con 15 % de desperdicio del concreto permeable para la muestra patrón adicionando 0,30 % de plástico reciclado, se utilizó 8,463 kg de cemento tipo I, 35,684 kg de agregado grueso, 3,968 kilos de agua y 0,145 kilos de plástico.

Tabla 14. *Dosificación para Muestra con 0,35% de PET*

MEZCLA PATRÓN + 0,35 % PET	
Materiales	Peso (kg)
Cemento	8,463
Agregado Grueso	35,660
Agua	3,968
PET	0,169

Se puede observar en la presente tabla que para la elaboración de 12 probetas con 15 % de desperdicio del concreto permeable para la muestra patrón adicionando 0,35 % de plástico reciclado, se utilizó 8,463 kg de cemento tipo I, 35,660 kg de agregado grueso, 3,968 kilos de agua y 0,169 kilos de plástico.

4.4. Resistencia a la Compresión

4.4.1. Muestra patrón

Tabla 15. Muestra patrón a 7,14 y 28 días de edad

Nº de Testigo	Edad (días)	Carga (kg)	Sección (cm ²)	Resistencia (Kg/cm ²)	Promedio
01	7	5 874,58	81,07	72,46	88,84
02	7	6 654,67	81,07	82,08	
03	7	9 077,51	81,07	111,97	
04	14	7 665,21	81,07	94,55	102,87
05	14	9 167,25	81,07	113,07	
06	14	8 188,32	81,07	101,00	
07	28	10 548,96	81,07	130,12	139,94
08	28	11 849,10	81,07	146,15	
09	28	11 638,02	81,07	143,55	

En la tabla 15, se observa los resultados de las resistencias de la muestra patrón, a 7,14 y 28 días de curado. Para los 7 primeros días, la resistencia promedio nos dio un total de 88,84 kg/cm²; en los 14 días, un promedio de 102,87 kg/cm² y para los 28 días se obtuvo un promedio total de 139,94 kg/cm².

4.4.2. Muestra + 0,25 % de PET

Tabla 16. Muestra + 0,25 % de PET a 7,14 y 28 días de edad

Nº de Testigo	Edad (días)	Carga (kg)	Sección (cm ²)	Resistencia (Kg/cm ²)	Promedio
10	7	7 523,46	81,07	92,80	73,81
11	7	4 252,22	81,07	52,45	
12	7	6 175,40	81,07	76,17	
13	14	4 646,85	81,07	57,32	65,93
14	14	5 929,65	81,07	73,14	
15	14	5 459,56	81,07	67,34	
16	28	8 246,44	81,07	101,72	101,05
17	28	7 567,31	81,07	93,34	
18	28	8 763,44	81,07	108,09	

En la presente tabla, se observa los resultados de las resistencias de la muestra patrón, a 7,14 y 28 días de curado. Para los 7 primeros días, la resistencia promedio nos dio un total de 73,81 kg/cm²; en los 14 días, un promedio de 65,93 kg/cm² y para los 28 días se obtuvo un promedio total de 101,0 kg/cm².

4.4.3. Muestra patrón + 0,30 % de PET

Tabla 17. Muestra + 0,30 % de PET a 7, 14 y 28 días de edad

Nº de Testigo	Edad (días)	Carga (kg)	Sección (cm ²)	Resistencia (Kg/cm ²)	Promedio
19	7	6 202,93	81,07	76,51	89,02
20	7	8 655,35	81,07	106,76	
21	7	6 793,35	81,07	83,79	
22	14	7 711,09	81,07	95,11	97,15
23	14	8 077,17	81,07	99,63	
24	14	7 839,58	81,07	96,70	
25	28	9 234,55	81,07	113,90	112,86
26	28	9 456,85	81,07	116,65	
27	28	8 759,36	81,07	108,04	

Como se puede apreciar en la tabla 17, los resultados de las resistencias de la muestra patrón, a 7, 14 y 28 días de curado. Para los 7 primeros días, la resistencia promedio nos dio un total de 89,02 kg/cm²; en los 14 días, un promedio de 97,15 kg/cm² y para los 28 días se obtuvo un promedio total de 112,86 kg/cm².

4.4.4. Muestra patrón + 0,35 % de PET

Tabla 18. Muestra + 0,35 % de PET a 7, 14 y 28 días de edad

Nº de Testigo	Edad (días)	Carga (kg)	Sección (cm ²)	Resistencia (Kg/cm ²)	Promedio
28	7	3 369,14	81,07	41,56	69,66
29	7	8 436,11	81,07	104,06	
30	7	5 136,31	81,07	63,35	
31	14	6 813,74	81,07	84,04	89,66
32	14	7 859,97	81,07	96,95	
33	14	7 132,91	81,07	87,98	
34	28	9 369,15	81,07	115,56	114,67
35	28	9 659,77	81,07	119,15	
36	28	8 861,33	81,07	109,30	

En la tabla 18, se observa los resultados de las resistencias de la muestra patrón, a 7, 14 y 28 días de curado. Para los 7 primeros días, la resistencia promedio nos dio un total de 69,66 kg/cm²; en los 14 días, un promedio de 89,66 kg/cm² y para los 28 días se obtuvo un promedio total de 114,67 kg/cm².

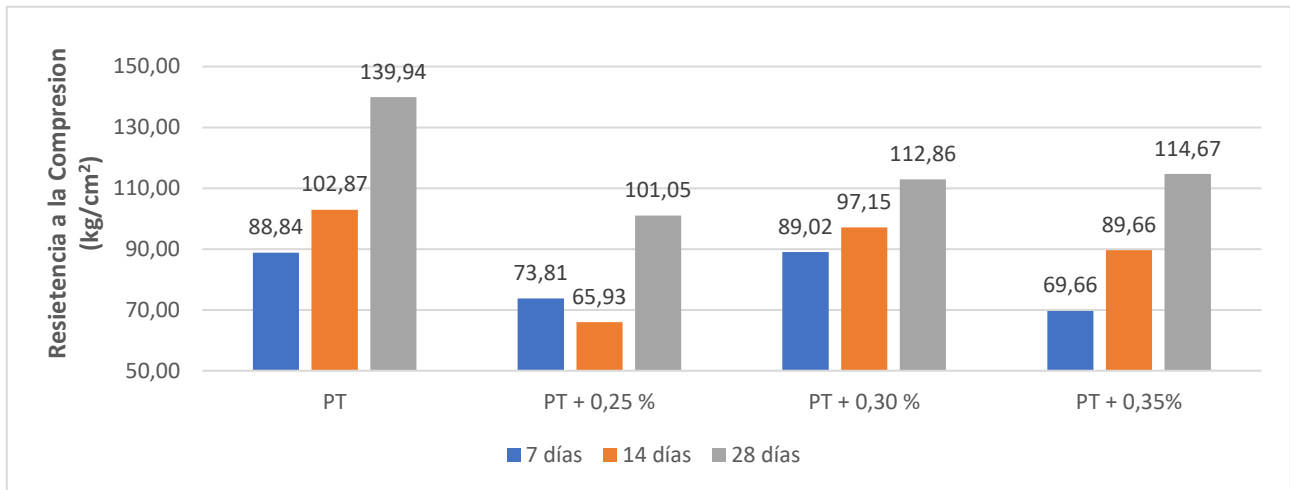


Figura 11. Resistencia a la Compresión

En la figura 11, se puede apreciar los resultados de las gráficas extraídas del Excel de las resistencias de la muestra patrón, muestra +0,25 %, +0,30 % y +0,35 % de plástico reciclado. En la figura nos detalla que la mayor resistencia alcanzada se dio en la muestra patrón a 28 días de edad.

4.5. Permeabilidad

Para poder calcular el coeficiente de permeabilidad, se procesaron 3 muestras de concreto permeable por cada diseño, donde fueron repetidas 2 veces para obtener mejor precisión para determinar el coeficiente k.

En la tabla 19, nos detalla los coeficientes de permeabilidad de cada muestra elaborada, tanto para la muestra patrón, como para los que tiene adición de plástico reciclado. Para la muestra patrón se obtuvo un coeficiente de permeabilidad promedio de 0,76 cm/s; mientras que para la muestra con adición de 0,25 % de plástico, se obtuvo un promedio de 0,73 cm/s; para la muestra con 0,30 % de plástico, nos dio un promedio de 0,71 cm/s y para la muestra con 0,35 % de plástico, se determinó un coeficiente total aproximado de 0,69 cm/s.

Tabla 19. Coeficiente de permeabilidad de las muestras

Diseño	Nº de Testigo	Rep.	Tiempo (segundos)	L (cm)	Área (cm ²)	área (cm ²)	h1 (cm)	h2 (cm)	k (cm/s)	k promedio (cm/s)
Muestra patrón	37	1	40,78	20,32	81,07	81,07	12,0	2,5	0,7816	0,76
		2	41,25	20,32	81,07	81,07	12,0	2,5	0,7727	
	38	1	41,89	20,32	81,07	81,07	12,0	2,5	0,7609	
		2	42,54	20,32	81,07	81,07	12,0	2,5	0,7493	
	39	1	42,95	20,32	81,07	81,07	12,0	2,5	0,7421	
		2	43,15	20,32	81,07	81,07	12,0	2,5	0,7387	
Muestra +0,25 % de PET	40	1	42,56	20,32	81,07	81,07	12,0	2,5	0,7489	0,73
		2	43,20	20,32	81,07	81,07	12,0	2,5	0,7378	
	41	1	43,10	20,32	81,07	81,07	12,0	2,5	0,7395	
		2	45,35	20,32	81,07	81,07	12,0	2,5	0,7029	
	42	1	42,86	20,32	81,07	81,07	12,0	2,5	0,7437	
		2	44,68	20,32	81,07	81,07	12,0	2,5	0,7134	
Muestra +0,30 % de PET	43	1	43,65	20,32	81,07	81,07	12	2,5	0,7302	0,71
		2	44,68	20,32	81,07	81,07	12	2,5	0,7134	
	44	1	45,35	20,32	81,07	81,07	12	2,5	0,7029	
		2	45,64	20,32	81,07	81,07	12	2,5	0,6984	
	45	1	43,98	20,32	81,07	81,07	12	2,5	0,7247	
		2	44,87	20,32	81,07	81,07	12	2,5	0,7104	
Muestra +0,35 % de PET	46	1	44,78	20,32	81,07	81,07	12	2,5	0,7118	0,69
		2	45,94	20,32	81,07	81,07	12	2,5	0,6938	
	47	1	47,54	20,32	81,07	81,07	12	2,5	0,6705	
		2	46,52	20,32	81,07	81,07	12	2,5	0,6852	
	48	1	45,84	20,32	81,07	81,07	12	2,5	0,6953	
		2	46,59	20,32	81,07	81,07	12	2,5	0,6841	

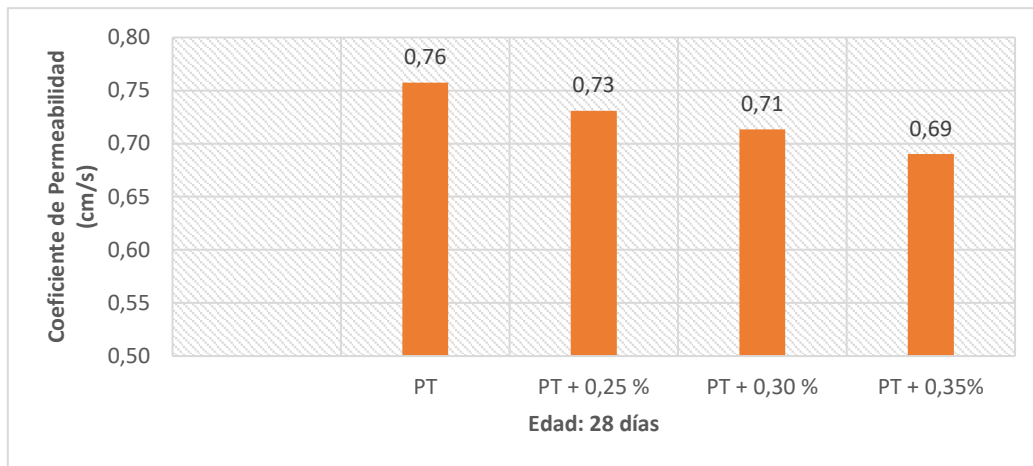


Figura 12. *Coeficiente de Permeabilidad a 28 días de edad*

En la figura 12, se puede apreciar los resultados de las gráficas extraídas del Excel de los coeficientes de permeabilidad de la muestra patrón, muestra +0,25 %, +0,30 % y +0,35 % de plástico reciclado. En la figura nos detalla que la muestra que tiene mejor permeabilidad es la muestra patrón sin adición de plástico reciclado en su dosificación.

V. DISCUSIÓN

Respecto al objetivo general, determinar la influencia de la adición de plástico reciclado en la resistencia a la compresión de un concreto permeable. Los resultados nos muestran que la adición de plástico reciclado en la dosificación influye de manera positiva en la resistencia a la compresión pero ligeramente negativa en la permeabilidad. Nuestra investigación es respaldada por Pillaca (2019), quien señala que la presencia de plástico en la mezcla mejora la resistencia a la compresión del concreto a 28 días de edad.

Respecto a nuestro primer objetivo específico, realizar la caracterización de los agregados (propiedades físicas y químicas) en la influencia de la adición de plástico reciclado en la resistencia a la compresión de un concreto permeable. Los resultados obtenidos tenemos que para Pastor y Reyes (2022) en su investigación que trata sobre las propiedades físicas del concreto permeable, en la granulometría de su agregado grueso obtuvo un tamaño máximo de 1" y tamaño máximo nominal de $\frac{3}{4}$ " Asimismo, para el peso específico, los autores obtuvieron una estimación de $2,72 \text{ gr/cm}^3$ mientras que en nuestra investigación se calculó un valor de $2,40 \text{ gr/cm}^3$. En el peso unitario del agregado grueso, para Pastor y Reyes obtuvieron un valor de $1,578 \text{ gr/cm}^3$ para el peso suelto y $1,770 \text{ gr/cm}^3$ para el peso compactado, en comparación a nuestra investigación que se calculó valores de $1,606 \text{ gr/cm}^3$ y $1,759 \text{ gr/cm}^3$ para el peso suelto y compactado respectivamente. Aquellos resultados presentados, se concuerda totalmente, ya que en nuestra investigación obtuvimos valores cercanos al trabajo de investigación de Pastor y Reyes.

Respecto a nuestro segundo objetivo específico, realizar el diseño de mezcla de la influencia de la adición de plástico reciclado en la resistencia a la compresión de un concreto permeable. Se realizó el diseño con diferentes porcentajes de plástico reciclado, la cual el porcentaje óptimo de plástico para la resistencia fue de 0,30 %. Estos resultados son respaldados con Fidel (2021), que en su investigación llegó a concluir que para la resistencia a la compresión de sus especímenes, calculó el promedio de la muestra patrón a 7,14 y 28 días de edad tuvieron como resultados $110,0 \text{ kg/cm}^2$, 161 kg/cm^2 y 176 kg/cm^2 respectivamente

y dando porcentajes de diseño de 39,28 %, 57,5 % y 62,85 %. Mientras que para nuestra investigación las resistencias obtenidas fueron 88,81 kg/cm², 102,84 kg/cm² y 139,89 kg/cm², con porcentajes de diseño de 31,71 %, 36,43 % y 49,96 %. Por lo tanto, comparando los resultados de Fidel y nuestra investigación, se observa que en la resistencia a la compresión de ambos estudios no llegan a la resistencia, esto es debido a la falta del agregado fino en su composición, ya que este material es primordial para la resistencia a la compresión, pero al ser concreto permeable, este que se ve ausente en su dosificación. De igual manera, examinando los resultados de (Solorzano, 2021) se observa que con la adición de plástico PET para la elaboración de concreto permeable, tuvieron una resistencia más alta de lo esperado, dando como resultado a los 7 días de edad un total de 194,63 kg/cm², mientras que en nuestros resultados fueron negativos dando un total de 89,02 kg/cm²; en los 14 días, el autor obtuvo como resultado 253,28 kg/cm², mientras que en nuestros resultados llegaron a un valor de 97,15 kg/cm² y por último, en los 28 días, Solorzano obtuvo un total de resistencia a la compresión de 283,6428 kg/cm², a comparación de nuestra investigación que llegó a 112,86 kg/cm². En consecuencia, comparando ambos resultados de las investigaciones, discrepamos totalmente debido a que siendo un concreto permeable sin adición de agregado fino, llegue a esas resistencias tan elevadas como si se estuviera analizando un concreto convencional.

Respecto a nuestro tercer objetivo específico, elaborar probetas de 4" x 8" con adición de 0,25 %, 0,30 % y 0,35 % de plástico reciclado. Los resultados obtenidos demostraron que para el diseño de mezclas considerando el 15% de desperdicio, si se aumenta el porcentaje de plástico en la dosificación, disminuía el agregado grueso ya que es reemplazado por el peso agregado.

Respecto a nuestro cuarto objetivo específico, determinar el coeficiente de permeabilidad del concreto permeable. Los resultados obtenidos de los ensayos nos muestran que a mayor porcentaje de plástico en la dosificación del concreto, la permeabilidad disminuye. Asimismo, se corroboró con Pillaca (2019) que en su investigación adquirió buenos resultados respecto a la permeabilidad del concreto, el coeficiente de permeabilidad del autor tuvo un valor promedio de 0,41 cm/s, mientras que en nuestra investigación obtuvimos un total de 0,76 cm/s. De igual

manera Nimya (2018) en su trabajo de investigación sobre permeabilidad, señala que con un diseño de mezcla a un 10 % de vacíos obtuvo un valor de 0,684 cm/s, mientras que en nuestra investigación se calculó mediante el uso del permeámetro un valor de 0,76 cm/s.

VI. CONCLUSIONES

- Se estimó que la adición de plástico triturado en el diseño de mezcla para la elaboración de un concreto permeable, influye de manera positiva en las propiedades físicas y mecánicas del concreto mencionado.
- Se caracterizó el agregado grueso para el diseño de mezcla del concreto permeable, en la granulometría se obtuvo un porcentaje retenido de 58,03 % en el tamiz de 1/2 " es decir 1 450,70 de 2 500g de grava. Además, su contenido de humedad tiene un 1,03 % y su peso específico promedio es de 2,11 %. Por último, el peso unitario y el vacío de agregados se realizó por dos métodos: método suelto y método compactado donde hay una diferencia en el resultado de 6,38 %.
- Se realizó el diseño de mezcla con adición de 0,25 %, 0,30 % y 0,35 % de plástico reciclado en su dosificación, para la resistencia a la compresión el porcentaje óptimo es agregando 0,35 % de plástico y para la permeabilidad el porcentaje óptimo es el mínimo, en este caso sería el 0,25 % de plástico.
- Se concluyó que al agregar el 0,35 % de plástico triturado en la dosificación del concreto permeable ayuda a mejorar la resistencia a la compresión; sin embargo, al adicionar el mismo porcentaje a la dosificación para determinar la permeabilidad de la muestra, disminuye su coeficiente de permeabilidad, dado a que el plástico hace que los vacíos que tiene el concreto permeable se obstruyan y como consecuencia ocurra que el coeficiente disminuya.
- Se estableció que el porcentaje de plástico triturado óptimo para la dosificación es de 0,35 %, obtenido buenos resultados frente a la resistencia a la compresión. Sin embargo, se debe tener en cuenta que para la permeabilidad, el porcentaje óptimo es incorporando el 0,25 % de plástico recíclalo en su dosificación.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que para el diseño de un concreto permeable se debe usar un mínimo de agregado fino en su dosificación, para que la resistencia a la compresión aumente pero en cuanto a la permeabilidad va a disminuir mínimamente.
- Se sugiere que se aumente la cantidad de especímenes, para que se tenga una mejor precisión en el resultado. Además de determinar la resistencia a la compresión a más días, es decir, romper las probetas a 1,7,14,21 y 28 días, para que la curva de resistencia sea más detallada.
- Se recomienda que para la elaboración del concreto permeable, se haga manualmente para evitar desperdicios de material, además compactar bien cuando se vierta el concreto en las probetas para que la muestra tenga mejor resistencia.
- Se sugiere que para la obtención de plástico triturado sea en una maquina trituradora para que el corte sea uniforme y de menor tamaño, debido a que lo hicimos manualmente.

REFERENCIAS

ACI 522R-10. <https://pdfcoffee.com/aci-522-r-10-pdf-free.html>

ALVAREZ, Anthony y SOSA, José. Mejoramiento de las propiedades mecánicas de un suelo arcilloso de alta plasticidad del Caserío Bello Horizonte, distrito de Curimaná, departamento de Ucayali, adicionando PET reciclado, 2020. https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/653122/Alvarez_CA.pdf?sequence=3&isAllowed=y

ARANA, Douglas y PORTUGUÉZ, Víctor. Diseño de un concreto permeable utilizando plástico reciclado en ciclovías de la vía costa verde – lima, 2022 <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/668090>

BAUTISTA, Alessandro. Diseño de pavimento rígido permeable para la evacuación de aguas pluviales según la norma ACI 522R-10, 2018. <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/4928?locale-attribute=en>

CASTILLO, Liz y TRUJILLO, Ereditch. Elaboración de concreto permeable con adición de material plástico reciclado para pavimentación en el distrito de Pariacoto – Áncash, 2019. <https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/3456>

FIDEL, Grisell. Diseño de concreto permeable $f'c=280\text{kg/cm}^2$ para pavimentos de tránsito liviano en la plaza principal de la Florida – Huaral, 2021. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/87984/Fidel_MGG-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

GRANDEZ, Edson. Influencia de las fibras plásticas PET en las propiedades mecánicas del concreto endurecido, Lima – 2018. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/25176>

JATO, Daniel, et al. Pavimentos Urbanos Permeables. [en línea]. 33(3607), marzo 2019.

<http://hdl.handle.net/10902/16853>

LARA, Edison, GUERRERO, David y ALTAMIRANO, Byron. Influencia de las partículas de caucho en la resistencia a la compresión de bloques de concreto. [en línea]. 43(3), junio – septiembre 2020.

<https://www.redalyc.org/journal/6057/605766264004/>

MEDINA, Din. Influencia de diferentes porcentajes de tiras de plástico en la permeabilidad, resistencia a la compresión y flexión del concreto permeable y su aplicación como pavimento rígido, Trujillo 2019.

<https://hdl.handle.net/11537/23973>

MEZA, Alejandro y SANDDIQUE, Salman. Effect of aspect ratio and dosage on the flexural response of FRC with recycled fiber. 213(291), noviembre – marzo 2019.

<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.04.081>

PASTOR, Luis y REYES, Diego. Propiedades físicas de un concreto permeable aplicado a un pavimento rígido en Trujillo, Perú, 2022.

https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12759/9216/REP_LUIS.PASTOR_DIEGO.REYES_PROPIEDADES.F%c3%8dSICAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y

PILLACA, Luis. Análisis del Concreto Permeable con Fibras Plásticas relacionado a las propiedades de Compresión y Flexión para su uso en Pavimentos, Lima - 2019.

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/43537>

PIÑEROS, Miller y HERRERA, Rafael. Proyecto de factibilidad económica para la fabricación de bloques con agregados de plástico reciclado (PET), aplicados en la construcción de vivienda. Bogotá, 2018.

<https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/b7d5ff9a-9471-49b4-9733-b5467c1485ae/content>

POMALAZA, Ángel. Aplicación de pavimentos de concreto poroso como alternativa de control de la acumulación de precipitaciones de Huancayo, 2021.

https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/9778/4/IV_FIN_105_TE_Pomalaza_Guillermo_2021.pdf

REYES, Fredy y TORRES, Andrés. Efecto de las fibras plásticas en la flexión de estructuras de pavimentos drenantes. [en línea]. 17(2), mayo – agosto 2022.

<https://repositorio.uc.cl/handle/11534/10126>

REYES, Ingrid. Diseño de un concreto con fibras de Polietileno Tereftalato (pet) reciclado para la ejecución de losas en el asentamiento humano Amauta - Ate - Lima Este, 2018.

<https://hdl.handle.net/20.500.14138/1635>

SILVA, Leo, et al. Incineración de residuos sólidos urbanos en Brasil: un análisis del potencial energético económicamente viable. [en línea]. 149(1394), abril – agosto 2020.

<https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.10.134>

SINGH, Avishreshth, SAMPATH, Prasanna y BILIGIRI, Krishna. Una revisión de sistemas de hormigón permeable sostenibles: énfasis en obstrucciones, caracterización de materiales y aspectos ambientales. [en línea]. 1(261), mayo-noviembre 2020.

<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.120491>

SOLORZANO, Jazmín. Efecto del PET reciclado en la permeabilidad, resistencia a la compresión y flexión del pavimento permeable $f'c=280$ kg/cm², Chiclayo, 2021.

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/85787>

SOLORZANO, Jazmín y CERNA, Junior. Influencia de la adición del 0.2%, 0.3% y 0.4% de tereftalato de polietileno en las propiedades de resistencia y permeabilidad de pavimento de concreto.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8530888>

TRUJILLO, Joel. Efecto del PET reciclado en la permeabilidad y resistencia de un pavimento rígido $f'c$ 175 Kg/cm². Trujillo, 2020.

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/43537>

ULLOA, Vivian, URIBE, Manuel y PAZ, Diego. Rendimiento del hormigón permeable que contiene áridos reciclados combinados. [en línea]. 38(2). Septiembre 2017 – mayo 2018.

<https://www.redalyc.org/journal/643/64358073005/>

XIAO, Quidan, et al. Estudio sobre las propiedades mecánicas básicas y simulación del método de elementos discretos del hormigón permeable [en línea]. 15(18), Julio-agosto 2023.

<https://doi.org/https://doi.org/10.3390/su151813310>

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de Variables y Operacionalización






VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
Diseño de Concreto Permeable	El concreto permeable o también conocido como concreto poroso es un material que lleva agregado grueso, poco o nada de agregado fino, aditivos y agua. (ACI 522R-10)	Se evaluó esta variable mediante indicadores como: Caracterización de agregados, Porosidad, Diseño de Mezclas y Permeabilidad.	Caracterización de los agregados	- Análisis Granulométrico	Razón
				- Contenido de Humedad	
				- Peso Específico	
				- Absorción de Agregados	
				- Peso Unitario	
			Diseño de Mezcla	- Vacío de Agregados	
				- Relación Agua - Cemento	
Permeabilidad	- Tamaño Máximo Nominal del agregado				
	- Proporcionamiento del Diseño				
Propiedades Mecánicas	- Coeficiente de permeabilidad				
	- Resistencia a la Compresión				
Plástico Reciclado PET	Es una estructura formada por capas que van encima de la subrasante y que tiene como función soportar cargas. (Giordani & León)	La adición de plástico triturado se dio en proporciones de 0,25%, 0,30% y 0,35%.	Características del plástico PET	- Proporciones de 0,25%, 0,30% y 0,35%	Razón

Anexo 2: Matriz de Consistencia



PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
Problema General	Objetivo General	Hipotesis General	Diseño de Concreto Permeable	Caracterización de los Agregados	- Analisis Granulométrico	Tipo de estudio: Aplicada Diseño de Investigación: Cuantitativo Experimental Método de Investigación: Descriptivo Poblacion: La población abarca especímenes de concreto permeable con dimensiones de 4" de diámetro x 8" de altura, realizadas con agregado grueso, cemento, agua y con adición de plástico PET Muestra: Las muestras que se realizaron en esta investigación son, 12 probetas de concreto 280 kg/cm2 para la muestra patrón, 12 probetas agregando plástico reciclado a un 0,25 %, 12 probetas agregando plástico reciclado a un 0,30 % y 12 probetas agregando plástico reciclado a un 0,35 %.
¿Cuál es la influencia de la adición de plástico reciclado la resistencia a la compresión de un concreto permeable en pavimentos, f'c 280 kg/cm2, Trujillo, 2023?	Determinar la influencia de la adición de plástico reciclado en la resistencia a la compresión de un concreto permeable en pavimentos, f'c 280 kg/cm2, Trujillo, 2023.	La adición del plástico triturado en la dosificación del diseño de mezclas mejora sus propiedades.			- Contenido de Humedad	
Problema Especifico	Objetivos Especifico				- Peso Específico	
¿Cuál es la caracterización de los agregados (propiedades físicas y químicas) en la influencia de la adición de plástico reciclado en la resistencia a la compresión de un concreto permeable?	Realizar la caracterización de los agregados (propiedades físicas y químicas) en la influencia de la adición de plástico reciclado en la resistencia a la compresión de un concreto permeable.				- Absorción de Agregados	
¿Cuál es el diseño de la mezcla de la influencia de la adición de plástico reciclado en la resistencia a la compresión de un concreto permeable?	Realizar el diseño de mezcla de la influencia de la adición de plástico reciclado en la resistencia a la compresión de un concreto permeable.				- Peso Unitario	
¿Cuáles son los porcentajes de plástico que se va utilizar para elaborar probetas de 4" x 8"?	Elaborar probetas de 4" x 8" con adición de 0,25 %, 0,3 % y 0,35 % de plástico reciclado.			- Vacío de Agregados		
¿Cuál es modelo estadístico de la influencia de la adición de plástico reciclado en la resistencia a la compresión de un concreto permeable?	Explicar el modelo estadístico de la influencia de la adición de plástico reciclado en la resistencia a la compresión de un concreto permeable.			- Relación Agua - Cemento		
				- Tamaño Máximo Nominal del agregado		
			- Proporcionamiento del Diseño			
			Permeabilidad	- Coeficiente de permeabilidad		
			Propiedades Mecánicas	- Resistencia a la Compresión		
			Plástico Reciclado PET	Características del plástico PET	- Proporciones de 0,25%, 0,3% y 0,35%	

Anexo 3: Calibración de equipos

Anexo 3.1. Balanza 6,2 kg

 Laboratorio PP	Punto de Precisión SAC LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033	 <small>Registro N° LC - 033</small>
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-1051-2023		
Página: 1 de 3		
Expediente : 325-2023 Fecha de Emisión : 2023-10-12		<p>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 %.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p>
1. Solicitante : CRISAL INGENIERIA Y ARQUITECTURA S.A.C. Dirección : AV. ESPAÑA NRO. 2412 DPTO. 502 OTR. CENTRO HISTORICO - TRUJILLO - LA LIBERTAD		
2. Instrumento de Medición : BALANZA Marca : OHAUS Modelo : NVT6201ZH Número de Serie : 8345671812 Alcance de Indicación : 6 200 g División de Escala de Verificación (e) : 1 g División de Escala Real (d) : 0,1 g Procedencia : NO INDICA Identificación : NO INDICA Tipo : ELECTRÓNICA Ubicación : LABORATORIO Fecha de Calibración : 2023-10-10		
3. Método de Calibración La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 1ra Edición, 2019; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII del INACAL-DM.		
4. Lugar de Calibración LABORATORIO de CRISAL INGENIERIA Y ARQUITECTURA S.A.C. URB. CUATRO SUYOS SECTOR 3 MZ. B LOTE 06 - LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD		
 <small>PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02</small>	 Jefe de Laboratorio Ing. Luis Loayza Capcha Reg. CIP N° 152631	
<small>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.</small>		


Anexo 3.2. Balanza 30 kg

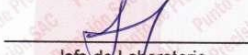
 Laboratorio PP	Punto de Precisión SAC LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033	 INACAL DA - Perú Laboratorio de Calibración Acreditado Registro N° LC - 033
---	---	--


CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-1050-2023

Página: 1 de 3

Expediente	: 325-2023	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 %.
Fecha de Emisión	: 2023-10-12	
1. Solicitante	: CRISAL INGENIERIA Y ARQUITECTURA S.A.C.	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.
Dirección	: AV. ESPAÑA NRO. 2412 DPTO. 502 OTR. CENTRO HISTORICO - TRUJILLO - LA LIBERTAD	
2. Instrumento de Medición	: BALANZA	
Marca	: OHAUS	
Modelo	: R21PE30ZH	
Número de Serie	: 8356390693	
Alcance de Indicación	: 30 000 g	
División de Escala de Verificación (e)	: 10 g	
División de Escala Real (d)	: 1 g	
Procedencia	: NO INDICA	
Identificación	: NO INDICA	
Tipo	: ELECTRÓNICA	
Ubicación	: LABORATORIO	
Fecha de Calibración	: 2023-10-10	
3. Método de Calibración	La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 1ra Edición, 2019; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII del INACAL-DM.	
4. Lugar de Calibración	LABORATORIO de CRISAL INGENIERIA Y ARQUITECTURA S.A.C. URB. CUATRO SUYOS SECTOR 3 MZ. B LOTE 06 - LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD	


LABORATORIO
PUNTO DE
PRECISIÓN
S A C




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



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.


Anexo 3.3. Balanza 150 kg


 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-1053-2023

Página: 1 de 3

Expediente	: 325-2023	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 %.
Fecha de Emisión	: 2023-10-12	
1. Solicitante	: CRISAL INGENIERIA Y ARQUITECTURA S.A.C.	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.
Dirección	: AV. ESPAÑA NRO. 2412 DPTO. 502 OTR. CENTRO HISTORICO - TRUJILLO - LA LIBERTAD	
2. Instrumento de Medición	: BALANZA	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.
Marca	: OHAUS	
Modelo	: T24PEZH	
Número de Serie	: 8341950192	
Alcance de Indicación	: 150 kg	
División de Escala de Verificación (e)	: 0,05 kg	
División de Escala Real (d)	: 0,05 kg	
Procedencia	: NO INDICA	
Identificación	: NO INDICA	
Tipo	: ELECTRÓNICA	
Ubicación	: LABORATORIO	
Fecha de Calibración	: 2023-10-10	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-001 1ra Edición, 2019; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII del INACAL-DM.	
4. Lugar de Calibración	LABORATORIO de CRISAL INGENIERIA Y ARQUITECTURA S.A.C. URB. CUATRO SUYOS SECTOR 3 MZ. B LOTE 06 - LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD	









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

PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Anexo 3.4. Balanza 620 g

 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-1052-2023		
Página: 1 de 3		
Expediente : 325-2023 Fecha de Emisión : 2023-10-12		
1. Solicitante : CRISAL INGENIERIA Y ARQUITECTURA S.A.C. Dirección : AV. ESPAÑA NRO. 2412 DPTO. 502 OTR. CENTRO HISTORICO - TRUJILLO - LA LIBERTAD		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 %.
2. Instrumento de Medición : BALANZA Marca : OHAUS Modelo : NV622ZH Número de Serie : 8341286357 Alcance de Indicación : 620 g División de Escala de Verificación (e) : 0,1 g División de Escala Real (d) : 0,01 g Procedencia : NO INDICA Identificación : NO INDICA Tipo : ELECTRÓNICA Ubicación : LABORATORIO Fecha de Calibración : 2023-10-10		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-001 1ra Edición, 2019; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII del INACAL-DM.		
4. Lugar de Calibración LABORATORIO de CRISAL INGENIERIA Y ARQUITECTURA S.A.C. URB. CUATRO SUYOS SECTOR 3 MZ. B LOTE 06 - LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD		
 PT-06 F06 / Diciembre 2016 / Rev 02	 Jefe de Laboratorio Ing. Luis Loayza Capcha Reg. CIP N° 152631	
Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.		

Anexo 3.5. Horno



Laboratorio PP

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-607-2023

Página 1 de 5

Expediente : 325-2023
Fecha de emisión : 2023-10-12

1. Solicitante : CRISAL INGENIERIA Y ARQUITECTURA S.A.C.
Dirección : AV. ESPAÑA NRO. 2412 DPTO. 502 OTR. CENTRO HISTORICO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

2. Instrumento de medición : MEDIO ISOTERMO (HORNO)

Marca : PYS EQUIPOS
Modelo : 101-2B
Número de Serie : 21030634
Procedencia : NO INDICA
Código de Identificación : NO INDICA

Tipo de Indicador del Ind. : DIGITAL
Alcance del Indicador : NO INDICA
Resolución del Indicador : 1 °C
Marca del Indicador : NO INDICA
Modelo del Indicador : NO INDICA
Serie del Indicador : NO INDICA

Tipo de indicador del selc. : DIGITAL
Alcance del Selector : NO INDICA
División de Escala : 1 °C
Clase : NO INDICA

Punto de calibración : 110 °C ± 5 °C

Fecha de calibración : 2023-10-10

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.

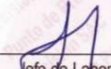
3. Método de calibración

La calibración se realizó según la PC-018 "Procedimiento de calibración para medios isotermicos usando aire como medio conductor".

4. Lugar de calibración

URB. CUATRO SUYOS SECTOR 3 MZ. B LOTE 06 - LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD




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

Anexo 3.6. Prensa



Laboratorio PP

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP-796-2023

Página : 1 de 2

Expediente : 325-2023
Fecha de emisión : 2023-10-12

1. Solicitante : CRISAL INGENIERIA Y ARQUITECTURA S.A.C.
Dirección : AV. ESPAÑA NRO. 2412 DPTO. 502 OTR. CENTRO
HISTORICO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

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

2. Descripción del Equipo : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAIXIAL

Marca de Prensa : PyS EQUIPOS
Modelo de Prensa : STYE-2000
Serie de Prensa : 2205181
Capacidad de Prensa : 2000 kN

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

Marca de indicador : NO INDICA
Modelo de Indicador : RFP-03
Serie de Indicador : NO INDICA

Bomba Hidraulica : ELÉCTRICA

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

3. Lugar y fecha de Calibración
URB. CUATRO SUYOS SECTOR 3 MZ. B LOTE 06 - LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD
10 - OCTUBRE - 2023

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

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	AEP TRANSDUCERS	MT-8010-2023	SISTEMA INTERNACIONAL
INDICADOR	AEP TRANSDUCERS		

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	25,7	25,7
Humedad %	61	61

7. Resultados de la Medición
Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones

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



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

Anexo 3.7. Prensa



Laboratorio PP

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-608-2023

Página : 1 de 2

Expediente : 325-2023
Fecha de emisión : 2023-10-12

1. Solicitante : CRISAL INGENIERIA Y ARQUITECTURA S.A.C.
Dirección : AV. ESPAÑA NRO. 2412 DPTO. 502 OTR. CENTRO HISTORICO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

2. Instrumento de Medición : TERMÓMETRO
Indicación : DIGITAL
Intervalo de Indicación : -50 °C a 200 °C
Resolución : 0,1 °C
Marca : NO INDICA
Modelo : NO INDICA
Serie : 458
Elemento Sensor : UNA TERMORRESISTENCIA DE PLATINO
Longitud de Bulbo : 13,0 cm

Punto de Precisión S.A.C. utiliza en sus verificaciones y calibraciones patrones con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

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

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

3. Lugar y fecha de Calibración
URB. CUATRO SUYOS SECTOR 3 MZ. B LOTE 06 - LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD
10 - OCTUBRE - 2023

4. Método de Calibración
La calibración se efectuó por comparación directa siguiendo el procedimiento de calibración PC - 017 "Procedimiento para la calibración de Termómetros Digitales".

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
TERMÓMETRO DIGITAL	DELTA OHM	LT-186-2023	INACAL - DM


6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	25,7	25,1
Humedad %	61	62

7. Resultados de la Medición

Los resultados de las mediciones se muestran en la página siguiente, tiempo de estabilización del Termómetro no menor a 10 minutos. La Incertidumbre a sido determinada con un factor de cobertura $k=2$ para un nivel de confianza del 95 %.




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.

CÁLCULOS

Anexo 4: Caracterización de los agregados

Anexo 4.1. Análisis Granulométrico:

- Peso total de muestra: 2 500 gr.

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Requisito de % que Pasa
4 plg	100,000	0,00	0,00	0,00	100,00	-
3 1/2 plg	90,000	0,00	0,00	0,00	100,00	-
3 plg	76,200	0,00	0,00	0,00	100,00	-
2 1/2 plg	63,500	0,00	0,00	0,00	100,00	-
2 plg	50,600	0,00	0,00	0,00	100,00	-
1 1/2 plg	38,100	0,00	0,00	0,00	100,00	-
1 plg	25,400	0,00	0,00	0,00	100,00	100 - 100
3/4 plg	19,050	110,40	4,42	4,42	95,58	90 - 100
1/2 plg	12,700	1 450,70	58,03	62,44	37,56	-
3/8 plg	9,525	490,90	19,64	82,08	17,92	20 - 55
No4	4,178	336,50	13,46	95,54	4,46	0 - 10
No8	2,360	90,70	3,63	99,17	0,83	0 - 5
No16	1,180	20,80	0,83	100,00	0,00	-
PLATO		0,00	0,00	100,00	0,00	
TOTAL		2 500,00	100,00			

- Para el porcentaje retenido parcial, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\%Retenido\ parcial = \frac{Peso\ retenido}{Peso\ de\ muestra} \times 100$$

Reemplazamos:

$$\%Retenido\ parcial\ (3/4") = \frac{110,40}{2\ 500} \times 100 = 4,42$$

$$\%Retenido\ parcial\ (1/2") = \frac{1\ 450,70}{2\ 500} \times 100 = 58,03$$

$$\%Retenido\ parcial\ (3/8") = \frac{490,90}{2\ 500} \times 100 = 19,64$$

$$\%Retenido\ parcial\ (N^{\circ}\ 4) = \frac{336,50}{2\ 500} \times 100 = 13,46$$

$$\%Retenido\ parcial\ (N^{\circ}\ 8) = \frac{90,70}{2\ 500} \times 100 = 3,63$$

$$\%Retenido\ parcial\ (N^{\circ}\ 16) = \frac{20,80}{2\ 500} \times 100 = 0,83$$

- Para el porcentaje retenido acumulado, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\%Ret.\ acumulado = \%Ret.\ parcial + \%Ret.\ acumulado\ malla\ anterior$$

Reemplazamos:

$$\%Retenido\ acumulado\ (3/4") = 4,42 + 0 = 4,42$$

$$\%Retenido\ acumulado\ (1/2") = 58,03 + 4,42 = 64,44$$

$$\%Retenido\ acumulado\ (3/8") = 19,64 + 64,44 = 82,08$$

$$\%Retenido\ acumulado\ (N^{\circ}4) = 13,46 + 82,08 = 95,54$$

$$\%Retenido\ acumulado\ (N^{\circ}8) = 3,63 + 95,54 = 99,17$$

$$\%Retenido\ acumulado\ (N^{\circ}16) = 0,83 + 99,17 = 100,0$$

- Para el porcentaje que pasa, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\%QuePasa = 100 - \%Retenido Acumulado$$

Reemplazamos:

$$\%QuePasa (4" a 1") = 100 - 0 = 100$$

$$\%QuePasa (3/4") = 100 - 4,42 = 95,58$$

$$\%QuePasa (1/2") = 100 - 62,44 = 37,56$$

$$\%QuePasa (3/8") = 100 - 82,08 = 17,92$$

$$\%QuePasa (N°4) = 100 - 95,54 = 4,46$$

$$\%QuePasa (N°8) = 100 - 99,17 = 0,83$$

$$\%QuePasa (N°16) = 100 - 100 = 0,0$$

- Para el módulo de finura, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$Mf = \left(\frac{\% Ret. Acumulado Tamiz N^\circ (100 + 50 + 30 + 16 + 8 + 4 + 3/8" + 3/4" + 1 1/2")}{100} \right)$$

$$Mf = \left(\frac{(100 + 100 + 100 + 100 + 99,17 + 95,54 + 82,08 + 4,42 + 0)}{100} \right)$$

$$Mf = 6,81$$

Anexo 4.2. Contenido de Humedad del agregado grueso

Descripción		Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso de tara	(g)	60,30	63,50	59,20
Peso de tara + agregado húmedo	(g)	1350,70	1420,90	1280,60
Peso de tara + agregado seco	(g)	1338,20	1409,60	1265,40
Peso del agregado seco	(g)	1277,90	1346,10	1206,20
Peso del agua	(g)	12,50	11,30	15,20
% de humedad	(%)	0,98	0,84	1,26
% de humedad promedio	(%)	1,03		

- Para el peso del agua, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$P. agua = Ph_1 - Ps_1$$

$$P. agua = 1\ 350,70 - 1\ 338,20$$

$$P. agua = 12,50\ g$$

$$P. agua = Ph_2 - Ps_2$$

$$P. agua = 1\ 420,90 - 1\ 409,60$$

$$P. agua = 11,30\ g$$

$$P. agua = Ph_3 - Ps_3$$

$$P. agua = 1\ 280,60 - 1\ 265,40$$

$$P. agua = 15,20\ g$$

- Para el porcentaje de humedad promedio, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\%Humedad = \frac{\sum \left(\frac{P. agua}{P. agregado sec} \times 100 \right)}{n}$$

$$\%Humedad = \frac{\left(\frac{12,50}{1\ 277,90} \times 100 \right) + \left(\frac{11,30}{1\ 346,10} \times 100 \right) + \left(\frac{15,20}{1\ 206,20} \times 100 \right)}{3}$$

$$\%Humedad = 1,03$$

Anexo 4.3. Peso específico y Absorción del agregado grueso

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE Aº Gº	Ensayo 01	Ensayo 02
A= Peso en el aire de la muestra seca (g)	2850,10	2510,90
B= Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca (g)	2910,90	2563,10
C= Peso sumergido en agua de la muestra saturada (g)	1710,00	1530,00
Peso específico de masa (Pem)	2,37	2,43
Peso específico de masa saturada con superficie seca (PeSSS)	2,42	2,48
Peso específico aparente (Pea)	2,50	2,56
Absorción (%)	2,13	2,08
PESO ESPECÍFICO DE MASA PROMEDIO (Pem)	2,40	
PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADA CON SUPERFICIE SECA PROMEDIO (PeSSS)	2,45	
PESO ESPECÍFICO APARENTE PROMEDIO (Pea)	2,53	
ABSORCIÓN PROMEDIO (%)	2,11	

- Para el Peso específico de la masa, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$Pe = \frac{\sum \left(\frac{A}{B - C} \right)}{n}$$

$$Pe = \frac{\left(\frac{2\,850,10}{2\,910,90 - 1\,710,0}\right) + \left(\frac{2\,510,90}{2\,563,10 - 1\,530,0}\right)}{2}$$

$$Pe_1 = 2,40$$

- Para el Peso específico de la masa saturada con superficie seca promedio, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$Pe = \frac{\sum\left(\frac{B}{B-C}\right)}{n}$$

$$Pe = \frac{\left(\frac{2\,910,90}{2\,910,90 - 1\,710,0}\right) + \left(\frac{2\,563,10}{2\,563,10 - 1\,530,0}\right)}{2}$$

$$Pe_1 = 2,45$$

- Para el Peso específico aparente promedio, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$Pe = \frac{\sum\left(\frac{A}{A-C}\right)}{n}$$

$$Pe = \frac{\left(\frac{2\,850,10}{2\,850,10 - 1\,710,0}\right) + \left(\frac{2\,510,90}{2\,510,90 - 1\,530,0}\right)}{2}$$

$$Pe_1 = 2,53$$

- Para el porcentaje de absorción promedio, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\%abs = \frac{\sum \left(\frac{B - A}{A} \times 100 \right)}{n}$$

$$\%abs = \frac{\left(\frac{2\,910,90 - 2\,850,10}{2\,850,10} \times 100 \right) + \left(\frac{2\,563,10 - 2\,510,90}{2\,510,90} \times 100 \right)}{2}$$

$$\%abs = 2,11$$

Anexo 4.4. Peso Unitario y Vacío de agregados (Método Suelto)

Muestra N°	1	2
Peso del recipiente (gr)	8420,00	8420,00
Volumen del recipiente (cm3)	14015,13	14015,13
Peso del Suelo Húmedo + recipiente (gr)	30900,00	30950,00
Peso del Suelo Húmedo (gr)	22480,00	22530,00
Peso Unitario Húmedo (gr/cm3)	1,604	1,608
Contenido de Humedad (%)	1,03%	
Peso Unitario Seco (gr/cm3)	1,604	1,607
Peso Unitario Seco Promedio (gr/cm3)	1,606	
Peso Unitario Seco Promedio (Kg/m3)	1605,60	
% de Vacíos	33,15%	

- Para el Peso Unitario Húmedo, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$PUh_1 = \frac{G - T}{V}$$

$$PUh_1 = \frac{30\,900,0 - 8\,420,0}{14\,015,13}$$

$$PUh_1 = 1,604$$

$$PUh_2 = \frac{G - T}{V}$$

$$PUh_2 = \frac{30\,950,0 - 8\,420,0}{14\,015,13}$$

$$PUh_2 = 1,608$$

- Para el Peso Unitario Seco Promedio, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$PUS = \frac{\sum \left(\frac{PUh}{\left(1 + \frac{\%}{100}\right)} \right)}{n}$$

$$PUS = \frac{\frac{1,604}{\left(1 + \frac{1,03}{100}\right)} + \frac{1,608}{\left(1 + \frac{1,03}{100}\right)}}{2}$$

$$PUS = 1,606$$

- Para el porcentaje de vacíos, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\%Vacios = 100 \times \left(\frac{Pe - PUs}{Pe} \right)$$

$$\%Vacios = 100 \times \left(\frac{2,40 - 1,606}{2,40} \right)$$

$$\%Vacios = 33,15$$

Anexo 4.5. Peso Unitario y Vacío de agregados (Método Compactado)

Muestra N°	1	2
Peso del recipiente (gr)	8420,00	8420,00
Volumen del recipiente (cm3)	14015,13	14015,13
Peso del Suelo Húmedo + recipiente (gr)	33100,00	33050,00
Peso del Suelo Húmedo (gr)	24680,00	24630,00
Peso Unitario Húmedo (gr/cm3)	1,761	1,757
Contenido de Humedad (%)	1,03%	
Peso Unitario Seco (gr/cm3)	1,761	1,757
Peso Unitario Seco Promedio (gr/cm3)	1,759	
Peso Unitario Seco Promedio (Kg/m3)	1758,99	
% de Vacíos	26,77%	

- Para el Peso Unitario Húmedo, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$PUh_1 = \frac{G - T}{V}$$

$$PUh_1 = \frac{33\,100,0 - 8\,420,0}{14\,015,13}$$

$$PUh_1 = 1,761$$

$$PUh_2 = \frac{G - T}{V}$$

$$PUh_2 = \frac{33\,050,0 - 8\,420,0}{14\,015,13}$$

$$PUh_2 = 1,757$$

- Para el Peso Unitario Seco Promedio, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$PUS = \frac{\sum \frac{PUh}{\left(1 + \frac{\%}{100}\right)}}{n}$$

$$PUS = \frac{\frac{1,761}{\left(1 + \frac{1,03}{100}\right)} + \frac{1,757}{\left(1 + \frac{1,03}{100}\right)}}{2}$$

$$PUS = 1,759$$

- Para el porcentaje de vacíos, se calculó mediante la siguiente fórmula:

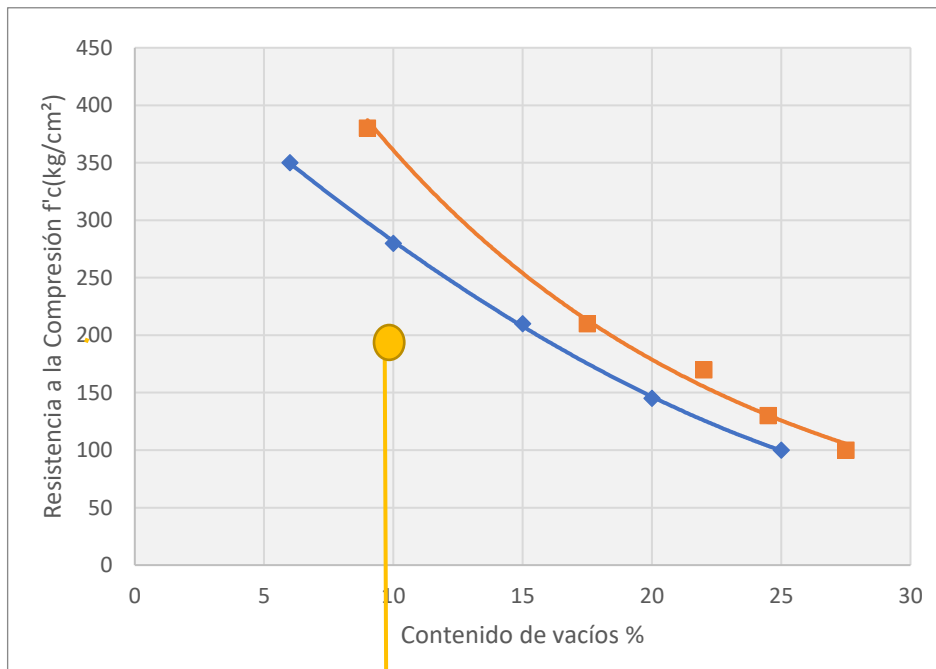
$$\%Vacios = 100 \times \left(\frac{Pe - PUs}{Pe} \right)$$

$$\%Vacios = 100 \times \left(\frac{2,40 - 1,759}{2,40} \right)$$

$$\%Vacios = 26,77$$

Anexo 5: Diseño de Mezclas

Anexo 5.1. Determinación de Porcentaje de vacíos



Con el gráfico de Resistencia a la Compresión vs Contenido de Vacíos, se puede determinar el porcentaje de vacíos teniendo nuestra resistencia de 280 kg/cm² como dato, luego ubicas la resistencia y proyectas una línea horizontal hasta la curva azul que es la curva de bien compactada y determinas el porcentaje de contenido de vacíos.

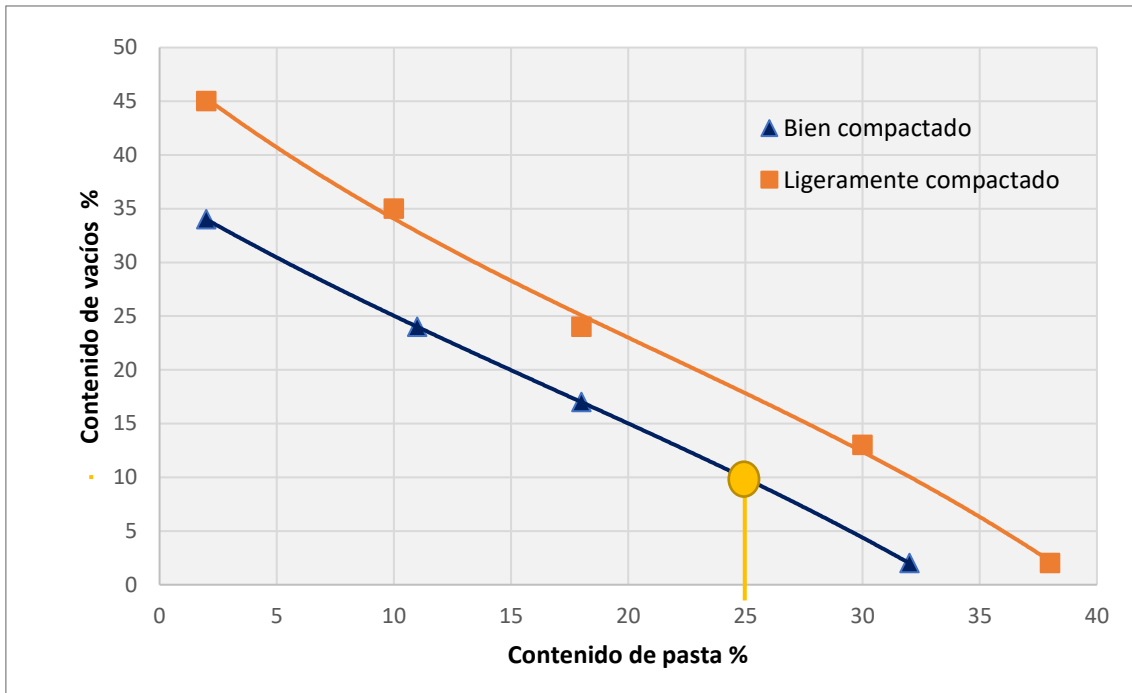
$$\%vacíos = 10\%$$

Anexo 5.2. Determinación de la relación agua / cemento

La relación agua/cemento debe estar en un rango de 0,26 a 2,45.

$$\frac{a}{c} = 0,35$$

Anexo 5.3. Determinación del Volumen de Pasta



Con el gráfico de Porcentaje de Vacíos vs Contenido de Pasta, se puede determinar el porcentaje de contenido de pasta proyectando una línea horizontal hasta la curva azul que es la curva de bien compactada y determinas el porcentaje de contenido de pasta

Anexo 5.4. Determinación de cantidad de materiales

- Para la cantidad de cemento, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$Vp = Vc + Va = \frac{c}{PEc} + \frac{a}{PEa} \dots (1)$$

$$Vp = \frac{c}{3110} + \frac{\frac{a}{c} * c}{1000}$$

$$0,25 = \frac{c}{3110} + \frac{0,35 * c}{1000}$$

$$c = 372,28 \text{ kg} = 8.76 \text{ bolsas de cemento}$$

- Para la cantidad de agua, se reemplazó en la ecuación 1:

$$Vp = \frac{c}{PEc} + \frac{a}{PEa}$$

$$0,25 = \frac{372,28}{3110} + \frac{a}{1000}$$

$$a = 130,30 \text{ kg}$$

Anexo 5.5. Cálculo de Volúmenes absolutos

	PSS (kg)	P.E. (kg/m ³)	Volumen (m ³)
Agua	130,30	1000	0,13
Cemento	372,28	3110	0,120
Vacíos			0,100
		Parcial	0,35
		A° Grueso	0,65
		Total	1,000

- Para el volumen del agua, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$Vagua = \text{Peso Agua} \times PeAgua$$

$$Vagua = 130,30 \text{ kg} \times 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$Vagua = 0,13 \text{ m}^3$$

- Para el volumen del cemento, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$V_{\text{cemento}} = \text{Peso Cemento} \times \text{PeCemento}$$

$$V_{\text{cemento}} = 372,28 \text{ kg} \times 3100 \text{ kg/m}^3$$

$$V_{\text{cemento}} = 0,120 \text{ m}^3$$

- Para el volumen total del agregado grueso, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$V_{A^{\circ}G^{\circ}} = 1 - (V_{\text{agua}} + V_{\text{cemento}} + V_{\text{vacios}})$$

$$V_{A^{\circ}G^{\circ}} = 1 - (0,13 + 0,120 + 0,10)$$

$$V_{A^{\circ}G^{\circ}} = 0,65 \text{ m}^3$$

Anexo 5.6. Contenido del Agregado grueso

- Para el peso total del agregado grueso, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Peso } A^{\circ}G^{\circ} = V_{A^{\circ}G^{\circ}} \times \text{PU } A^{\circ}G^{\circ}$$

$$\text{Peso } A^{\circ}G^{\circ} = 0,65 \times 2400$$

$$\text{Peso } A^{\circ}G^{\circ} = 1560 \text{ kg}$$

Anexo 5.7. Corrección de los agregados

- Para el peso corregido del agregado grueso, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$A^{\circ}G^{\circ}corr\text{gido} = \text{Peso } A^{\circ}G^{\circ} \times \left(1 + \frac{\omega o \%}{100}\right)$$

$$A^{\circ}G^{\circ}corr\text{gido} = 1\,560 \times \left(1 + \frac{1,03}{100}\right)$$

$$A^{\circ}G^{\circ}corr\text{gido} = 1\,576 \text{ kg}$$

- Para el peso del agua en el agregado grueso, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Aporte de Agua} = \text{Peso } A^{\circ}G^{\circ} \times \left(\frac{\omega o \% - \%abs}{100}\right)$$

$$\text{Aporte de Agua} = 1560 \times \left(\frac{1,03 - 2,11}{100}\right)$$

$$\text{Aporte de Agua} = -16,85 \text{ kg}$$

- Para el peso del agua neta, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Agua neta} = \text{Peso Agua} - \text{Aportes de Agua}$$

$$\text{Agua neta} = 130,30 - (-16,85)$$

$$\text{Agua neta} = 147,15 \text{ lts.}$$

Anexo 5.8. Dosificación en peso de los agregados

CEMENTO	AGREGADO GRUESO	AGUA
372,28 Kg	1576,00 Kg	147,15 lts

- Para la proporción de cemento, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$Cemento = \frac{Peso\ Cemento}{Peso\ Cemento}$$

$$Cemento = \frac{372,28\ kg}{372,28\ kg}$$

$$Cemento = 1$$

- Para la proporción de agregado grueso, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$A^{\circ}G^{\circ} = \frac{PesoA^{\circ}G^{\circ}}{Peso\ Cemento}$$

$$A^{\circ}G^{\circ} = \frac{1\ 576\ kg}{372,28\ kg}$$

$$A^{\circ}G^{\circ} = 4,23$$

- Para la proporción de agua, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$Agua = \frac{PesoAgua}{\#BolsasCemento}$$

$$Agua = \frac{147,15\ lts}{8,76\ bls}$$

$$Agua = 16,8\ lts/bolsa$$

- Las proporciones de diseño en peso de mezclas es:

Dosificación f'c 280	
Cemento	1
Agregado grueso	4,23
Agua	16,8 lt/bolsa

Anexo 5.9. Dosificación en volumen de los agregados

Dosificación f'c 280	
Cemento	8,76 bolsas
Agregado grueso	0,657 m3
Agua	0,147 m3

- Para el agregado grueso, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$A^{\circ}G^{\circ} = \frac{\text{Peso}A^{\circ}G}{PU A^{\circ}G^{\circ}}$$

$$A^{\circ}G^{\circ} = \frac{1\ 576,0\ kg}{2\ 400\ kg/m^3}$$

$$A^{\circ}G^{\circ} = 0.657\ m^3$$

- Para el agua, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$Agua = \frac{\text{Peso}Agua}{PU A^{\circ}G^{\circ}}$$

$$Agua = \frac{147,15\ kg}{1\ 000\ kg/m^3}$$

$$Agua = 0.147\ m^3$$

Anexo 6: Resistencia a la compresión

Anexo 6.1. Ensayo de la muestra patrón a 7 días de curado

Nº de Testigo	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Diámetro cm	Sección cm ²	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Porcentaje del Diseño %
		Moldeo	Rotura		kN	Kg.				
PT	280	4/10/2023	11/10/2023	7	57,61	5 874,58	10,16	81,07	72,46	25,88
PT	280	4/10/2023	11/10/2023	7	65,26	6 654,67	10,16	81,07	82,08	29,32
PT	280	4/10/2023	11/10/2023	7	89,02	9 077,51	10,16	81,07	111,97	39,99

- Para determinar la carga en kilogramos, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$Carga (kg) = Carga(KN) \times 1KN(kg)$$

$$Carga (kg) = 57,61 \times 101,97$$

$$Carga (kg) = 5 874,58 kg$$

- Para determinar la Resistencia a la Compresión Obtenida, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$Resist. Comp. = \frac{carga (kg)}{Sección}$$

$$Resist. Comp. = \frac{5 874,58}{81,07}$$

$$Resist. Comp. = 72,46 Kg/cm^2$$

- Para determinar el porcentaje de diseño, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\%diseño = \left(\frac{Resist. Comp. obtenida}{Resist. Comp.} \right) \times 100$$

$$\%diseño = \frac{72,46}{280} \times 100$$

$$\%diseño = 25,88 \%$$

Anexo 6.2. Ensayo de la muestra patrón + 0.25 % de PET a 7 días de curado

Nº de Testigo	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Diámetro cm	Sección cm ²	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Porcentaje del Diseño %
		Moldeo	Rotura		kN	Kg.				
PT + 0,25 %	280	5/10/2023	12/10/2023	7	73,78	7 523,46	10,16	81,07	92,80	33,14
PT + 0,25 %	280	5/10/2023	12/10/2023	7	41,70	4 252,22	10,16	81,07	52,45	18,73
PT + 0,25 %	280	5/10/2023	12/10/2023	7	60,56	6 175,40	10,16	81,07	76,17	27,20

- Para determinar la carga en kilogramos, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$Carga (kg) = Carga(KN) \times 1KN(kg)$$

$$Carga (kg) = 73,78 \times 101,97$$

$$Carga (kg) = 7 523,46 kg$$

- Para determinar la Resistencia a la Compresión Obtenida, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$Resist. Comp. = \frac{carga (kg)}{Sección}$$

$$Resist. Comp. = \frac{7 523,46}{81,07}$$

$$Resist. Comp. = 92,80 Kg/cm^2$$

- Para determinar el porcentaje de diseño, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\%diseño = \left(\frac{Resist. Comp. obtenida}{Resist. Comp.} \right) \times 100$$

$$\%diseño = \frac{92,80}{280} \times 100$$

$$\%diseño = 33,14 \%$$

Anexo 6.3. Ensayo de la muestra patrón + 0.30 % de PET a 7 días de curado

Nº de Testigo	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Diámetro cm	Sección cm ²	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Porcentaje del Diseño %
		Moldeo	Rotura		kN	Kg.				
PT + 0,30 %	280	10/10/2023	17/10/2023	7	60,83	6 202,93	10,16	81,07	76,51	27,33
PT + 0,30 %	280	10/10/2023	17/10/2023	7	84,88	8 655,35	10,16	81,07	106,76	38,13
PT + 0,30 %	280	10/10/2023	17/10/2023	7	66,62	6 793,35	10,16	81,07	83,79	29,93

- Para determinar la carga en kilogramos, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$Carga (kg) = Carga(KN) \times 1KN(kg)$$

$$Carga (kg) = 60,83 \times 101,97$$

$$Carga (kg) = 6 202,93 kg$$

- Para determinar la Resistencia a la Compresión Obtenida, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$Resist. Comp. = \frac{carga (kg)}{Sección}$$

$$Resist. Comp. = \frac{6 202,93}{81,07}$$

$$Resist. Comp. = 76,51 Kg/cm2$$

- Para determinar el porcentaje de diseño, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\%diseño = \left(\frac{Resist. Comp. obtenida}{Resist. Comp.} \right) \times 100$$

$$\%diseño = \frac{76,51}{280} \times 100$$

$$\%diseño = 27,33 \%$$

Anexo 6.4. Ensayo de la muestra patrón + 0.35 % de PET a 7 días de curado

Nº de Testigo	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Diámetro cm	Sección cm ²	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Porcentaje del Diseño %
		Moldeo	Rotura		kN	Kg.				
PT + 0,35 %	280	12/10/2023	19/10/2023	7	33,04	3 369,14	10,16	81,07	41,56	14,84
PT + 0,35 %	280	12/10/2023	19/10/2023	7	82,73	8 436,11	10,16	81,07	104,06	37,16
PT + 0,35 %	280	12/10/2023	19/10/2023	7	50,37	5 136,31	10,16	81,07	63,35	22,63

- Para determinar la carga en kilogramos, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$Carga (kg) = Carga(KN) \times 1KN(kg)$$

$$Carga (kg) = 82,73 \times 101,97$$

$$Carga (kg) = 8 436,11 kg$$

- Para determinar la Resistencia a la Compresión Obtenida, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$Resist. Comp. = \frac{carga (kg)}{Sección}$$

$$Resist. Comp. = \frac{8 436,11}{81,07}$$

$$Resist. Comp. = 104,06 Kg/cm^2$$

- Para determinar el porcentaje de diseño, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\%diseño = \left(\frac{Resist. Comp. obtenida}{Resist. Comp.} \right) \times 100$$

$$\%diseño = \frac{104,06}{280} \times 100$$

$$\%diseño = 37,16 \%$$

Anexo 6.5. Ensayo de la muestra patrón a 14 días de curado

Nº de Testigo	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Diámetro cm	Sección cm ²	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Porcentaje del Diseño %
		Moldeo	Rotura		kN	Kg.				
PT	280	4/10/2023	18/10/2023	14	75,17	7 665,21	10,16	81,07	94,55	33,77
PT	280	4/10/2023	18/10/2023	14	89,90	9 167,25	10,16	81,07	113,07	40,38
PT	280	4/10/2023	18/10/2023	14	80,30	8 188,32	10,16	81,07	101,00	36,07

- Para determinar la carga en kilogramos, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$Carga (kg) = Carga(KN) \times 1KN(kg)$$

$$Carga (kg) = 75,17 \times 101,97$$

$$Carga (kg) = 7 665,21 kg$$

- Para determinar la Resistencia a la Compresión Obtenida, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$Resist. Comp. = \frac{carga (kg)}{Sección}$$

$$Resist. Comp. = \frac{7 665,21}{81,07}$$

$$Resist. Comp. = 94,55 Kg/cm^2$$

- Para determinar el porcentaje de diseño, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\%diseño = \left(\frac{Resist. Comp. obtenida}{Resist. Comp.} \right) \times 100$$

$$\%diseño = \frac{94,55}{280} \times 100$$

$$\%diseño = 33,77 \%$$

Anexo 6.6. Ensayo de la muestra patrón + 0.25 % de PET a 14 días de curado

Nº de Testigo	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Diámetro cm	Sección cm ²	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Porcentaje del Diseño %
		Moldeo	Rotura		kN	Kg.				
PT + 0,25 %	280	5/10/2023	19/10/2023	14	45,57	4 646,85	10,16	81,07	57,32	20,47
PT + 0,25 %	280	5/10/2023	19/10/2023	14	58,15	5 929,65	10,16	81,07	73,14	26,12
PT + 0,25 %	280	5/10/2023	19/10/2023	14	53,54	5 459,56	10,16	81,07	67,34	24,05

- Para determinar la carga en kilogramos, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$Carga (kg) = Carga(KN) \times 1KN(kg)$$

$$Carga (kg) = 45,57 \times 101,97$$

$$Carga (kg) = 4 646,85 kg$$

- Para determinar la Resistencia a la Compresión Obtenida, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$Resist. Comp. = \frac{carga (kg)}{Sección}$$

$$Resist. Comp. = \frac{4 646,85}{81,07}$$

$$Resist. Comp. = 57,32 Kg/cm2$$

- Para determinar el porcentaje de diseño, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\%diseño = \left(\frac{Resist. Comp. obtenida}{Resist. Comp.} \right) \times 100$$

$$\%diseño = \frac{57,32}{280} \times 100$$

$$\%diseño = 20,47 \%$$

Anexo 6.7. Ensayo de la muestra patrón + 0.30 % de PET a 14 días de curado

Nº de Testigo	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Diámetro cm	Sección cm ²	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Porcentaje del Diseño %
		Moldeo	Rotura		kN	Kg.				
PT + 0,30 %	280	10/10/2023	24/10/2023	14	75,62	7 711,09	10,16	81,07	95,11	33,97
PT + 0,30 %	280	10/11/2023	24/10/2023	14	79,21	8 077,17	10,16	81,07	99,63	35,58
PT + 0,30 %	280	10/12/2023	24/10/2023	14	76,88	7 839,58	10,16	81,07	96,70	34,53

- Para determinar la carga en kilogramos, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$Carga (kg) = Carga(KN) \times 1KN(kg)$$

$$Carga (kg) = 75,62 \times 101,97$$

$$Carga (kg) = 7 711,09 kg$$

- Para determinar la Resistencia a la Compresión Obtenida, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$Resist. Comp. = \frac{carga (kg)}{Sección}$$

$$Resist. Comp. = \frac{7 711,09}{81,07}$$

$$Resist. Comp. = 95,11 Kg/cm^2$$

- Para determinar el porcentaje de diseño, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\%diseño = \left(\frac{Resist. Comp. obtenida}{Resist. Comp.} \right) \times 100$$

$$\%diseño = \frac{95,11}{280} \times 100$$

$$\%diseño = 33,97 \%$$

Anexo 6.8. Ensayo de la muestra patrón + 0.35 % de PET a 14 días de curado

Nº de Testigo	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Diámetro cm	Sección cm ²	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Porcentaje del Diseño %
		Moldeo	Rotura		kN	Kg.				
PT + 0,35 %	280	12/10/2023	26/10/2023	14	66,82	6 813,74	10,16	81,07	84,04	30,02
PT + 0,35 %	280	12/10/2023	26/10/2023	14	77,08	7 859,97	10,16	81,07	96,95	34,62
PT + 0,35 %	280	12/10/2023	26/10/2023	14	69,95	7 132,91	10,16	81,07	87,98	31,42

- Para determinar la carga en kilogramos, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$Carga (kg) = Carga(KN) \times 1KN(kg)$$

$$Carga (kg) = 66,82 \times 101,97$$

$$Carga (kg) = 6 813,74 kg$$

- Para determinar la Resistencia a la Compresión Obtenida, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$Resist. Comp. = \frac{carga (kg)}{Sección}$$

$$Resist. Comp. = \frac{6 813,74}{81,07}$$

$$Resist. Comp. = 84,04 Kg/cm^2$$

- Para determinar el porcentaje de diseño, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\%diseño = \left(\frac{Resist. Comp. obtenida}{Resist. Comp.} \right) \times 100$$

$$\%diseño = \frac{84,04}{280} \times 100$$

$$\%diseño = 30,02 \%$$

Anexo 6.9. Ensayo de la muestra patrón a 28 días de curado

Nº de Testigo	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Diámetro cm	Sección cm ²	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Porcentaje del Diseño %
		Moldeo	Rotura		kN	Kg.				
PT	280	4/10/2023	01/11/2023	28	103,45	10 548,96	10,16	81,07	130,12	46,47
PT	280	4/10/2023	01/11/2023	28	116,20	11 849,10	10,16	81,07	146,15	52,20
PT	280	4/10/2023	01/11/2023	28	114,13	11 638,02	10,16	81,07	143,55	51,27

- Para determinar la carga en kilogramos, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$Carga (kg) = Carga(KN) \times 1KN(kg)$$

$$Carga (kg) = 103,45 \times 101,97$$

$$Carga (kg) = 10 548,96 kg$$

- Para determinar la Resistencia a la Compresión Obtenida, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$Resist. Comp. = \frac{carga (kg)}{Sección}$$

$$Resist. Comp. = \frac{10 548,96}{81,07}$$

$$Resist. Comp. = 130,12 Kg/cm^2$$

- Para determinar el porcentaje de diseño, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\%diseño = \left(\frac{Resist. Comp. obtenida}{Resist. Comp.} \right) \times 100$$

$$\%diseño = \frac{130,12}{280} \times 100$$

$$\%diseño = 46,47 \%$$

Anexo 6.10. Ensayo de la muestra patrón + 0.25 % de PET a 28 días de curado

Nº de Testigo	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Diámetro cm	Sección cm ²	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Porcentaje del Diseño %
		Moldeo	Rotura		kN	Kg.				
PT + 0,25 %	280	5/10/2023	02/11/2023	28	80,87	8 246,44	10,16	81,07	101,72	36,33
PT + 0,25 %	280	5/10/2023	03/11/2023	28	74,21	7 567,31	10,16	81,07	93,34	33,34
PT + 0,25 %	280	5/10/2023	04/11/2023	28	85,94	8 763,44	10,16	81,07	108,09	38,60

- Para determinar la carga en kilogramos, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$Carga (kg) = Carga(KN) \times 1KN(kg)$$

$$Carga (kg) = 80,87 \times 101,97$$

$$Carga (kg) = 8 246,44 kg$$

- Para determinar la Resistencia a la Compresión Obtenida, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$Resist. Comp. = \frac{carga (kg)}{Sección}$$

$$Resist. Comp. = \frac{8 246,446}{81,07}$$

$$Resist. Comp. = 101,72 Kg/cm^2$$

- Para determinar el porcentaje de diseño, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\%diseño = \left(\frac{Resist. Comp. obtenida}{Resist. Comp.} \right) \times 100$$

$$\%diseño = \frac{101,72}{280} \times 100$$

$$\%diseño = 36,33 \%$$

Anexo 6.11. Ensayo de la muestra patrón + 0.30 % de PET a 28 días de curado

Nº de Testigo	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Diámetro cm	Sección cm ²	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Porcentaje del Diseño %
		Moldeo	Rotura		kN	Kg.				
PT + 0,30 %	280	10/10/2023	07/11/2023	28	90,56	9 234,55	10,16	81,07	113,90	40,68
PT + 0,30 %	280	10/10/2023	07/11/2023	28	92,74	9 456,85	10,16	81,07	116,65	41,66
PT + 0,30 %	280	10/10/2023	07/11/2023	28	85,90	8 759,36	10,16	81,07	108,04	38,59

- Para determinar la carga en kilogramos, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$Carga (kg) = Carga(KN) \times 1KN(kg)$$

$$Carga (kg) = 90,56 \times 101,97$$

$$Carga (kg) = 9 234,55 kg$$

- Para determinar la Resistencia a la Compresión Obtenida, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$Resist. Comp. = \frac{carga (kg)}{Sección}$$

$$Resist. Comp. = \frac{9 234,55}{81,07}$$

$$Resist. Comp. = 113,90 Kg/cm^2$$

- Para determinar el porcentaje de diseño, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\%diseño = \left(\frac{Resist. Comp. obtenida}{Resist. Comp.} \right) \times 100$$

$$\%diseño = \frac{113,90}{280} \times 100$$

$$\%diseño = 40,68 \%$$

Anexo 6.12. Ensayo de la muestra patrón + 0.35 % de PET a 28 días de curado

Nº de Testigo	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Diámetro cm	Sección cm ²	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Porcentaje del Diseño %
		Moldeo	Rotura		kN	Kg.				
PT + 0,35 %	280	12/10/2023	09/11/2023	28	91,88	9 369,15	10,16	81,07	115,56	41,27
PT + 0,35 %	280	12/10/2023	09/11/2023	28	94,73	9 659,77	10,16	81,07	119,15	42,55
PT + 0,35 %	280	12/10/2023	09/11/2023	28	86,90	8 861,33	10,16	81,07	109,30	39,04

- Para determinar la carga en kilogramos, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$Carga (kg) = Carga(KN) \times 1KN(kg)$$

$$Carga (kg) = 91,88 \times 101,97$$

$$Carga (kg) = 9 369,15 kg$$

- Para determinar la Resistencia a la Compresión Obtenida, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$Resist. Comp. = \frac{carga (kg)}{Sección}$$

$$Resist. Comp. = \frac{9 369,15}{81,07}$$

$$Resist. Comp. = 115,56 Kg/cm^2$$

- Para determinar el porcentaje de diseño, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\%diseño = \left(\frac{Resist. Comp. obtenida}{Resist. Comp.} \right) \times 100$$

$$\%diseño = \frac{115,56}{280} \times 100$$

$$\%diseño = 41,27 \%$$

Anexo 7: Permeabilidad

Anexo 7.1. Ensayo de permeabilidad de la muestra patrón

Nº de Testigo		Edad	Tiempo	L	Área	área	h1	h2	k	k promedio
Identificación	Repeticiones	(días)	(segundos)	(cm)	(cm ²)	(cm ²)	(cm)	(cm)	(cm/s)	(cm/s)
PATRON	1	28	40,78	20,32	81,07	81,07	12	2,5	0,7816	0,76
	2	28	41,25	20,32	81,07	81,07	12	2,5	0,7727	
PATRON	1	28	41,89	20,32	81,07	81,07	12	2,5	0,7609	
	2	28	42,54	20,32	81,07	81,07	12	2,5	0,7493	
PATRON	1	28	42,95	20,32	81,07	81,07	12	2,5	0,7421	
	2	28	43,15	20,32	81,07	81,07	12	2,5	0,7387	

- Para determinar el coeficiente de permeabilidad, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$k = \frac{a \text{ (cm}^2\text{)} \times L \text{ (cm)} \times \text{Ln} \left(\frac{h_2}{h_1} \right)}{A \text{ (cm}^2\text{)} \times t \text{ (s)}}$$

$$k = \frac{81.07 \times 20.32 \times \text{Ln} \left(\frac{12}{2.5} \right)}{81.07 \times 40.78}$$

$$k = 0,7816 \text{ cm/s}$$

- Para determinar el coeficiente de permeabilidad promedio, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$k_{promedio} = \frac{\sum \frac{a \text{ (cm}^2\text{)} \times L \text{ (cm)} \times \text{Ln} \left(\frac{h_2}{h_1} \right)}{A \text{ (cm}^2\text{)} \times t \text{ (s)}}}{n}$$

$$k_{promedio} = 0.76$$

Anexo 7.2. Ensayo de permeabilidad de la muestra patrón + 0,25 % PET

Nº de Testigo		Edad	Tiempo	L	Área	área	h1	h2	k	k promedio
Identificación	Repeticiones	(días)	(segundos)	(cm)	(cm ²)	(cm ²)	(cm)	(cm)	(cm/s)	(cm/s)
PT + 0,25 %	1	28	42,56	20,32	81,07	81,07	12	2,5	0,7489	0,73
	2	28	43,20	20,32	81,07	81,07	12	2,5	0,7378	
PT + 0,25 %	1	28	43,10	20,32	81,07	81,07	12	2,5	0,7395	
	2	28	45,35	20,32	81,07	81,07	12	2,5	0,7029	
PT + 0,25 %	1	28	42,86	20,32	81,07	81,07	12	2,5	0,7437	
	2	28	44,68	20,32	81,07	81,07	12	2,5	0,7134	

- Para determinar el coeficiente de permeabilidad, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$k = \frac{a \text{ (cm}^2\text{)} \times L \text{ (cm)} \times \text{Ln} \left(\frac{h_2}{h_1} \right)}{A \text{ (cm}^2\text{)} \times t \text{ (s)}}$$

$$k = \frac{81.07 \times 20.32 \times \text{Ln} \left(\frac{12}{2.5} \right)}{81.07 \times 42.56}$$

$$k = 0,7489 \text{ cm/s}$$

- Para determinar el coeficiente de permeabilidad promedio, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$k_{promedio} = \frac{\sum \frac{a \text{ (cm}^2\text{)} \times L \text{ (cm)} \times \text{Ln} \left(\frac{h_2}{h_1} \right)}{A \text{ (cm}^2\text{)} \times t \text{ (s)}}}{n}$$

$$k_{promedio} = 0.73$$

Anexo 7.3. Ensayo de permeabilidad de la muestra patrón + 0,30 % PET

Nº de Testigo		Edad	Tiempo	L	Área	área	h1	h2	k	k promedio
Identificación	Repeticiones	(días)	(segundos)	(cm)	(cm ²)	(cm ²)	(cm)	(cm)	(cm/s)	(cm/s)
PT + 0,30 %	1	28	43,65	20,32	81,07	81,07	12	2,5	0,7302	0,71
	2	28	44,68	20,32	81,07	81,07	12	2,5	0,7134	
PT + 0,30 %	1	28	45,35	20,32	81,07	81,07	12	2,5	0,7029	
	2	28	45,64	20,32	81,07	81,07	12	2,5	0,6984	
PT + 0,30 %	1	28	43,98	20,32	81,07	81,07	12	2,5	0,7247	
	2	28	44,87	20,32	81,07	81,07	12	2,5	0,7104	

- Para determinar el coeficiente de permeabilidad, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$k = \frac{a \text{ (cm}^2\text{)} \times L \text{ (cm)} \times \text{Ln} \left(\frac{h_2}{h_1} \right)}{A \text{ (cm}^2\text{)} \times t \text{ (s)}}$$

$$k = \frac{81.07 \times 20.32 \times \text{Ln} \left(\frac{12}{2.5} \right)}{81.07 \times 43.65}$$

$$k = 0,7302 \text{ cm/s}$$

- Para determinar el coeficiente de permeabilidad promedio, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$k_{promedio} = \frac{\sum \frac{a \text{ (cm}^2\text{)} \times L \text{ (cm)} \times \text{Ln} \left(\frac{h_2}{h_1} \right)}{A \text{ (cm}^2\text{)} \times t \text{ (s)}}}{n}$$

$$k_{promedio} = 0.71$$

Anexo 7.4. Ensayo de permeabilidad de la muestra patrón + 0,35 % PET

Nº de Testigo		Edad	Tiempo	L	Área	área	h1	h2	k	k promedio
Identificación	Repeticiones	(días)	(segundos)	(cm)	(cm ²)	(cm ²)	(cm)	(cm)	(cm/s)	(cm/s)
PT + 0,35 %	1	28	44,78	20,32	81,07	81,07	12	2,5	0,7118	0,69
	2	28	45,94	20,32	81,07	81,07	12	2,5	0,6938	
PT + 0,35 %	1	28	47,54	20,32	81,07	81,07	12	2,5	0,6705	
	2	28	46,52	20,32	81,07	81,07	12	2,5	0,6852	
PT + 0,35 %	1	28	45,84	20,32	81,07	81,07	12	2,5	0,6953	
	2	28	46,59	20,32	81,07	81,07	12	2,5	0,6841	

- Para determinar el coeficiente de permeabilidad, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$k = \frac{a \text{ (cm}^2\text{)} \times L \text{ (cm)} \times \text{Ln} \left(\frac{h_2}{h_1} \right)}{A \text{ (cm}^2\text{)} \times t \text{ (s)}}$$

$$k = \frac{81,07 \times 20,32 \times \text{Ln} \left(\frac{12}{2,5} \right)}{81,07 \times 44,78}$$

$$k = 0,7118 \text{ cm/s}$$

- Para determinar el coeficiente de permeabilidad promedio, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$k_{promedio} = \frac{\sum \frac{a \text{ (cm}^2\text{)} \times L \text{ (cm)} \times \text{Ln} \left(\frac{h_2}{h_1} \right)}{A \text{ (cm}^2\text{)} \times t \text{ (s)}}}{n}$$

$$k_{promedio} = 0,69$$

ENSAYOS DE LABORATORIO

Anexo 8: Ensayos de la caracterización de los agregados



LABORATORIO DE CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS

ASTM C33-03 / NTP 400.012

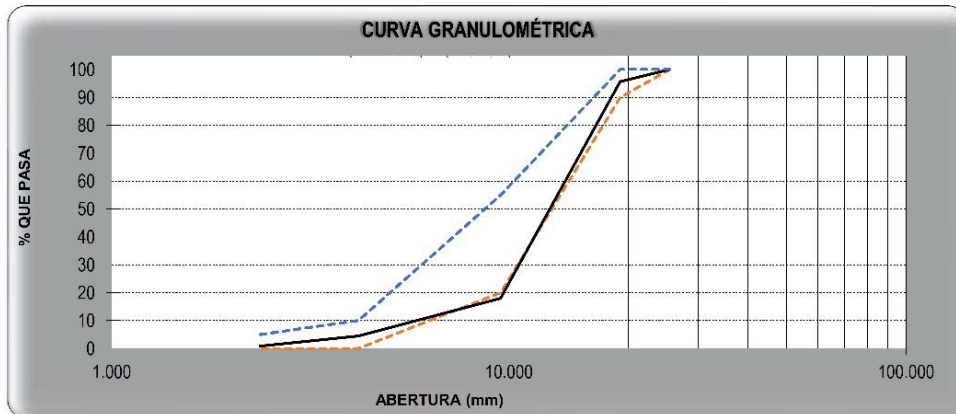
PROYECTO	: Influencia de la adición de plástico reciclado en la resistencia a la compresión de un concreto permeable en pavimentos, f'c 280 kg/cm ² , Trujillo, 2023
SOLICITANTE	: EDDY SANTIAGO BRICEÑO DIAZ & HELEN YOHANA RODRIGUEZ OBESO
RESPONSABLE	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
UBICACIÓN	: TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	: sábado, 30 de Setiembre de 2023
MUESTRA	: C-X / A°C* / Cantera Jaén / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

DATOS DEL ENSAYO

Peso total de la muestra tamizada	: 2500.00
Peso de muestra tamizada sin plato	: 2500.00
Peso de muestra en el plato	: 0.00

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Requisito de % que Pasa	Contenido de Humedad
4 plg	100.000	0.00	0.00	0.00	100.00	-	1.03%
3 1/2 plg	90.000	0.00	0.00	0.00	100.00	-	
3 plg	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	-	Módulo de Finura
2 1/2 plg	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	-	6.81
2 plg	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	-	
1 1/2 plg	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	-	
1 plg	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	100 - 100	Tamaño Máximo
3/4 plg	19.050	110.40	4.42	4.42	95.58	90 - 100	1 plg
1/2 plg	12.700	1450.70	58.03	62.44	37.56	-	
3/8 plg	9.525	490.90	19.64	82.08	17.92	20 - 55	
No4	4.75	336.50	13.46	95.54	4.46	0 - 10	Tamaño Máximo Nominal
No8	2.360	90.70	3.63	99.17	0.83	0 - 5	
No16	1.180	20.80	0.83	100.00	0.00	-	3/4 plg = 19.050 mm
PLATO		0.00	0.00	99.17	0.83	-	HUSO 67
Total		2500.00	100.00				

Cristhian Andrez Rodriguez Angeles
CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
 Ingeniero Civil
 CIP N° 301975



W15 Calle Independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
 Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo

956621026
 974040869

crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIO DE CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

MÉTODO DE ENSAYO PARA CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL DE LOS AGREGADOS POR SECADO

MTC E 215/NTP 339.185

PROYECTO : Influencia de la adición de plástico reciclado en la resistencia a la compresión de un concreto permeable en pavimentos, f'c 280 kg/cm², Trujillo, 2023

SOLICITANTE : EDDY SANTIAGO BRICEÑO DIAZ & HELEN YOHANA RODRIGUEZ OBESO

RESPONSABLE : ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES

UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : 30/09/2023

MUESTRA : C-X / A°G° / Cantera Jaén / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO

MTC E 215 / NTP 339.185


CRISTHIAN ANDRES
RODRIGUEZ ANGELES
Ingeniero Civil
CIP N° 311975

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso de tara (g)	60.30	63.50	59.20
Peso de tara + agregado húmedo (g)	1350.70	1420.90	1280.60
Peso de tara + agregado seco (g)	1338.20	1409.60	1265.40
Peso del agregado seco (g)	1277.90	1346.10	1206.20
Peso del agua (g)	12.50	11.30	15.20
% de humedad (%)	0.98	0.84	1.26
% de humedad promedio (%)	1.03		



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 – Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo

956621026
974040869

crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIO DE CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS

ASTM C 127/NTP 400.021

PROYECTO	: Influencia de la adición de plástico reciclado en la resistencia a la compresión de un concreto permeable en pavimentos, Fc 280 kg/cm ² , Trujillo, 2023
SOLICITANTE	: EDDY SANTIAGO BRICEÑO DIAZ & HELEN YOHANA RODRIGUEZ OBESO
RESPONSABLE	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
UBICACIÓN	: TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	: sábado, 30 de Setiembre de 2023
MUESTRA	: C-X / A°G° / Cantera Jaén / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE A° G°	Ensayo 01	Ensayo 02
A= Peso en el aire de la muestra seca (g)	2850.10	2510.90
B= Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca (g)	2910.90	2563.10
C= Peso sumergido en agua de la muestra saturada (g)	1710.00	1530.00
Peso específico de masa (Pem)	2.37	2.43
Peso específico de masa saturada con superficie seca (PeSSS)	2.42	2.48
Peso específico aparente (Pea)	2.50	2.56
Absorción (%)	2.13	2.08
PESO ESPECÍFICO DE MASA PROMEDIO (Pem)	2.40	
PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADA CON SUPERFICIE SECA PROMEDIO (PeSSS)	2.45	
PESO ESPECÍFICO APARENTE PROMEDIO (Pea)	2.53	
ABSORCIÓN PROMEDIO (%)	2.11	


CRISTHIAN ANDRES
RODRIGUEZ ANGELES
Ingeniero Civil
CIP N° 301975



W15 Calle Independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo

956621026
974040869

crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIO DE CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

PESO UNITARIO Y VACÍOS DE AGREGADOS


ASTM C 29/NTP 400.017

PROYECTO	: Influencia de la adición de plástico reciclado en la resistencia a la compresión de un concreto permeable en pavimentos, f'c 280 kg/cm ² , Trujillo, 2023
SOLICITANTE	: EDDY SANTIAGO BRICEÑO DIAZ & HELEN YOHANA RODRIGUEZ OBESO
RESPONSABLE	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
UBICACIÓN	: TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	: 30/09/2023
MUESTRA	: C-X / A°G° / Cantera Jaén / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

PESO UNITARIO SUELTO Y VACÍOS DEL AGREGADO GRUESO

Método suelto

Muestra N°	1	2
Peso del recipiente (gr)	8420.00	8420.00
Volumen del recipiente (cm ³)	14015.13	14015.13
Peso del Suelo Húmedo + recipiente (gr)	30900.00	30950.00
Peso del Suelo Húmedo (gr)	22480.00	22530.00
Peso Unitario Húmedo (gr/cm ³)	1.604	1.608
Contenido de Humedad (%)	1.03%	
Peso Unitario Seco (gr/cm ³)	1.604	1.607
Peso Unitario Seco Promedio (gr/cm ³)	1.606	
Peso Unitario Seco Promedio (Kg/m ³)	1605.60	
% de Vacíos	33.15%	


CRISTHIAN ANDRES
RODRIGUEZ ANGELES
Ingeniero Civil
CIP N° 301975



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo

956621026
974040869

crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIO DE CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

PESO UNITARIO Y VACÍOS DE AGREGADOS

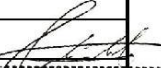
ASTM C 29/NTP 400.017

PROYECTO	: Influencia de la adición de plástico reciclado en la resistencia a la compresión de un concreto permeable en pavimentos, f'c 280 kg/cm ² , Trujillo, 2023
SOLICITANTE	: EDDY SANTIAGO BRICEÑO DIAZ & HELEN YOHANA RODRIGUEZ OBESO
RESPONSABLE	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
UBICACIÓN	: TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	: 30/09/2023
MUESTRA	: C-X / A°G° / Cantera Jaén / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

PESO UNITARIO SUELTO Y VACÍOS DEL AGREGADO GRUESO

Método compactado por apisonado

Muestra N°	1	2
Peso del recipiente (gr)	8420.00	8420.00
Volumen del recipiente (cm ³)	14015.13	14015.13
Peso del Suelo Húmedo + recipiente (gr)	33100.00	33050.00
Peso del Suelo Húmedo (gr)	24680.00	24630.00
Peso Unitario Húmedo (gr/cm ³)	1.761	1.757
Contenido de Humedad (%)	1.03%	
Peso Unitario Seco (gr/cm ³)	1.761	1.757
Peso Unitario Seco Promedio (gr/cm ³)	1.759	
Peso Unitario Seco Promedio (Kg/m ³)	1758.99	
% de Vacíos	26.77%	


CRISTHIAN ANDRES
RODRIGUEZ ANGELES
Ingeniero Civil
CIP N° 301975



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo

956621026
974040869

crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIO DE CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO ACI 522R-10

PROYECTO : Influencia de la adición de plástico reciclado en la resistencia a la compresión de un concreto permeable en pavimentos, f_c 280 kg/cm², Trujillo, 2023

SOLICITANTE : EDDY SANTIAGO BRICEÑO DIAZ & HELEN YOHANA RODRIGUEZ OBESO

RESPONSABLE : ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES

UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : sábado, 30 de Setiembre de 2023

Resistencia a la compresión f_c	=	210 Kg/cm ²
Tipo de Estructura	=	Losas y pavimentos

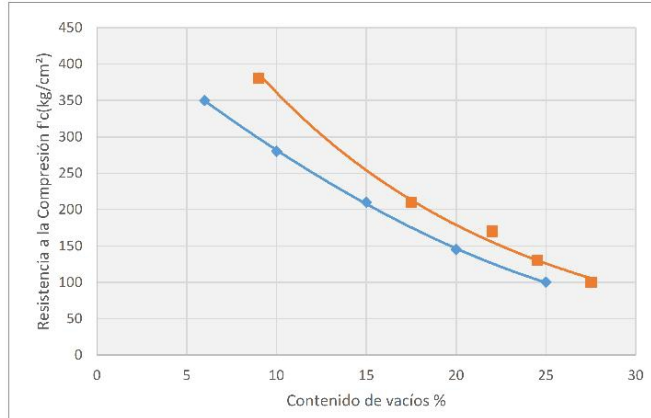
CARACTERÍSTICAS	CEMENTO	AGR. GRUESO	AGR. FINO
Densidad o peso específico	3.11	2.40	-
Tamaño Máximo Nominal	-	3/4 plg	-
Peso Unitario (Kg/m ³)	3110	2400	-
P.U Suelto Seco (kg/m ³)	-	1605.60	-
P.U Compactado Seco (Kg/m ³)	-	1758.99	-
Módulo de Finura	-	6.81	-
Humedad (%)	-	1.03	-
Absorción (%)	-	2.11	-


CRISTHIAN ANDRES
RODRIGUEZ ANGELES
Ingeniero Civil
CIP N° 301975

1. DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE VACÍOS

PARÁMETRO	VALOR
Contenido de vacíos %	10

2. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN f_c



Parámetro	Valor
Resistencia a la compresión	280.00 Kg/cm ²



Fuente: ACI 522R-10

W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo

956621026
974040869

crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO ACI 522R-10

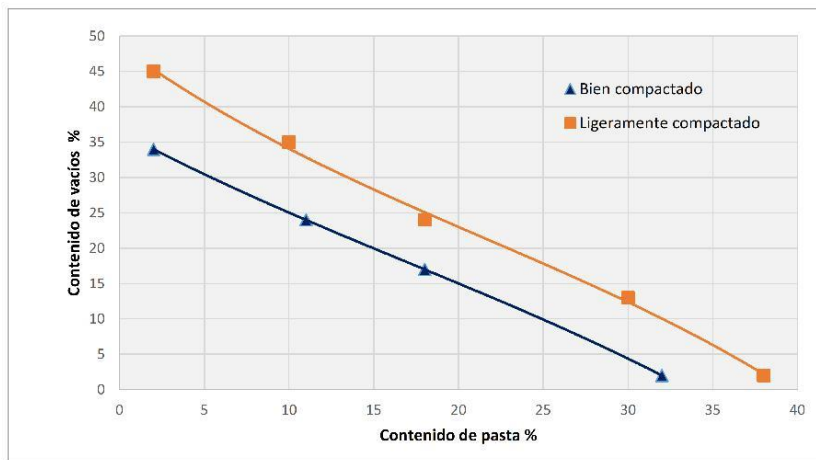
PROYECTO : Influencia de la adición de plástico reciclado en la resistencia a la compresión de un concreto permeable en pavimentos, f_c 280 kg/cm², Trujillo, 2023
SOLICITANTE : EDDY SANTIAGO BRICEÑO DIAZ & HELEN YOHANA RODRIGUEZ OBESO
RESPONSABLE : ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA : miércoles, 25 de Octubre de 2023

3. DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN a/c

La relación de a/c debe estar comprendida entre el rango (0.26 -0.45)

Parámetro	Valor
a/c	0.35

4. OBTENCIÓN DEL VOLUMEN DE PASTA



Fuente: ACI 522R-10

Parámetro	Valor
Contenido de pasta %	25

[Firma]
CRISTHIAN ANDRES
RODRIGUEZ ANGELES
Ingeniero Civil
CIP N° 301975



% de fino	b/b ₀	
	ASTM C-33 Tamaño N°8	ASTM C-33 Tamaño N°67
0	0.99	0.99
10	0.93	0.89
20	0.85	0.86

Fuente: ACI 522R-10

% de fino	0
b/b ₀	0.99



DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO ACI 522R-10

PROYECTO : Influencia de la adición de plástico reciclado en la resistencia a la compresión de un concreto permeable en pavimentos, f_c 280 kg/cm², Trujillo, 2023

SOLICITANTE : EDDY SANTIAGO BRICEÑO DÍAZ & HELEN YOHANA RODRIGUEZ OBESO

RESPONSABLE : ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES

UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : miércoles, 25 de Octubre de 2023

6. DETERMINACIÓN DEL PESO DEL AGREGADO GRUESO

6.1. PESO DEL AGREGADO GRUESO (PAG)

$$b/b_o = \frac{PAG}{PUSC \text{ del Agregado}}$$

Despejando

$$PAG = b/b_o * PUSC \text{ del Agregado} * 1 \text{ m}^3$$

6.2. PESO UNITARIO SECO COMPACTADO (PUSC)

$$PUSC = \frac{P.U.C.}{(1 + \% \text{ Contenido de Humedad})}$$

Reemplazando:

$$PUSC = 1741.12709 \text{ kg/m}^3$$

6.3. PESO DEL AGREGADO GRUESO SECO (PAG)

$$PAG = b/b_o * PUSC \text{ del Agregado}$$

$$PAG = 1723.72 \text{ kg}$$

6.4. AJUSTE POR ABSORCIÓN (s.s.s)

$$PAG(s.s.s.) = PAG * (1 + \%Abs)$$

Reemplazando:

$$PAG = 1760.02 \text{ kg}$$

7. Contenido de Agua y Cemento

7.1. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE PASTA

$$V_p = V_c + V_a$$



$$V_p = \frac{c}{PE_c} + \frac{a}{PE_a}$$

Donde:

c: Peso del cemento por m³ de mezcla

a: Peso del agua por m³ de mezcla

PE_c: Peso específico del cemento

PE_a: Peso específico del agua

$$V_p = \frac{c}{3110} + \frac{a}{1000}$$

Con la relación a/c, obtenemos:

$$V_p = \frac{c}{3110} + \frac{\frac{a}{c} * c}{1000}$$

Reemplazando:

$$0.25 = \frac{c}{3110} + \frac{0.35 * c}{1000}$$

Donde:

$$c : 373.93 \text{ kg}$$

$$a : 130.88 \text{ L}$$

lo que equivale a = **8.80 bolsas de cemento**



DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO ACI 522R-10

PROYECTO	: Influencia de la adición de plástico reciclado en la resistencia a la compresión de un concreto permeable en pavimentos, f _c 280 kg/cm ² , Trujillo, 2023
SOLICITANTE	: EDDY SANTIAGO BRICEÑO DIAZ & HELEN YOHANA RODRIGUEZ OBESO
RESPONSABLE	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
UBICACIÓN	: TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	: miércoles, 25 de Octubre de 2023

7. CÁLCULO DE VOLUMENES ABSOLUTOS

	PSS (kg)	P.E. (kg/m ³)	Volumen (m ³)
Agua	130.88	1000	0.131
Cemento	373.93	3110	0.120
Agregado Grueso	1760.02	2400	0.733
Volumen Total(VA)			0.984

8. Determinación de Porcentaje de Vacíos

$$\% \text{ Vacíos} = (1 - VA) * 100$$

$$\% \text{ Vacíos} = 1.60\%$$

10.- CORRECIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

$$\text{Peso seco} \times \left(\frac{w\%}{100} + 1 \right)$$

Contenido de Agregado Grueso Corregido	=	1741.40 Kg
--	---	------------

11.- APORTES DE AGUA A LA MEZCLA

$$\frac{(\%w - \%abs) \times \text{Agregado seco}}{100}$$

Agua del Agregado Grueso	=	-18.62 L
Aporte de agua a la mezcla	=	-18.62 L

CRISTHIAN ANDRES
RODRIGUEZ ANGELES
Ingeniero Civil
CIP N° 301975

12.- AGUA NETA

$$\text{Agua Neta} = \text{Volumen unitario de agua} - (\text{Aporte de agua a la mezcla})$$

$$\text{Agua Neta} = 149.50 \text{ L}$$



3. PROPORCIONAMIENTO DEL DISEÑO

CEMENTO	AGREGADO GRUESO	AGUA
373.93 kg	1741.40 kg	149.50 L
0.120 m ³	0.726 m ³	0.149 m ³

* PROPORCIONES DEL DISEÑO EN PESO

1	:	4.66	:	16.99 L/bolsa
---	---	------	---	---------------

Anexo 9: Resistencia a la compresión



CERTIFICADO DE ROTURA ASTM C39	
PROYECTO	: Influencia de la adición de plástico reciclado en la resistencia a la compresión de un concreto permeable en pavimentos, f'c 280 kg/cm ² , Trujillo, 2023
SOLICITANTE	: EDDY SANTIAGO BRICEÑO DIAZ & HELEN YOHANA RODRIGUEZ OBESO
UBICACIÓN	: LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD
TESTIGOS	: 03 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE
RESPONSABLE LAB.	: ING. CRISTHIAN A. RODRIGUEZ ANGELES
FECHA	: miércoles, 11 de Octubre de 2023
MUESTRA	: CONCRETO PATRÓN

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

N° de Testigo	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Diámetro cm	Sección cm ²	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Porcentaje del Diseño %
		Moldeo	Rotura		kN	Kgs.				
01	280	4/10/2023	11/10/2023	7	57.61	5872.58	10.16	81.07	72.44	25.87
02	280	4/10/2023	11/10/2023	7	65.26	6652.40	10.16	81.07	82.05	29.31
03	280	4/10/2023	11/10/2023	7	89.02	9074.41	10.16	81.07	111.93	39.97

[Firma]
**CRISTHIAN ANDRES
 RODRIGUEZ ANGELES**
 Ingeniero Civil
 CIP N° 301975

OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS	EL MOLDEO Y CURADO DE LOS TESTIGOS HAN SIDO REALIZADO EN LABORATORIO
-----------------------------	--



VALORES		
EDAD EN DÍAS	RESISTENCIA (%)	
	MINIMO	IDEAL
7	70	75
14	80	85
28	100	115

NOTA::
 El LMSC de Crisal Ingeniería y Arquitectura S.A.C. ha emitido este reporte de ensayo, según los datos proporcionados por el cliente. Con la aceptación de los datos y resultados de este reporte, las partes dejan constancia que la responsabilidad del LMSC-CRISAL, se restringe exclusivamente al procedimiento de ejecución y al resultado del reporte de ensayo. El LMSC-CRISAL esta exento de toda responsabilidad que derive de la interpretación y uso posterior de la información contenida en este reporte por parte del cliente o de terceros



LABORATORIO DE CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

CERTIFICADO DE ROTURA ASTM C39

PROYECTO : Influencia de la adición de plástico reciclado en la resistencia a la compresión de un concreto permeable en pavimentos, f'c 280 kg/cm², Trujillo, 2023
SOLICITANTE : EDDY SANTIAGO BRICEÑO DIAZ & HELEN YOHANA RODRIGUEZ OBESO
UBICACIÓN : LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD
TESTIGOS : 03 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE
RESPONSABLE LAB. : ING. CRISTHIAN A. RODRIGUEZ ANGELES
FECHA : miércoles, 18 de Octubre de 2023
MUESTRA : CONCRETO PATRÓN

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

N° de Testigo	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Diámetro cm	Sección cm ²	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Porcentaje del Diseño %
		Moldeo	Rotura		kN	Kgs.				
01	280	4/10/2023	18/10/2023	14	75.17	7682.59	10.16	81.07	94.51	33.76
02	280	4/10/2023	18/10/2023	14	89.90	9164.12	10.16	81.07	113.04	40.37
03	280	4/10/2023	18/10/2023	14	80.30	8185.52	10.16	81.07	100.96	36.06

CRISTHIAN ANDRES
RODRIGUEZ ANGELES
Ingeniero Civil
CIF N° 301975

OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS

EL MOLDEO Y CURADO DE LOS TESTIGOS HAN SIDO REALIZADO EN LABORATORIO



VALORES		
EDAD EN DÍAS	RESISTENCIA (%)	
	MINIMO	IDEAL
7	70	75
14	80	85
28	100	115

NOTA::

El LMSC de Crisal Ingeniería y Arquitectura S.A.C. ha emitido este reporte de ensayo, según los datos proporcionados por el cliente. Con la aceptación de los datos y resultados de este reporte, las partes dejan constancia que la responsabilidad del LMSC-CRISAL, se restringe exclusivamente al procedimiento de ejecución y al resultado del reporte de ensayo. El LMSC-CRISAL esta exento de toda responsabilidad que derive de la interpretación y uso posterior de la información contenida en este reporte por parte del cliente o de terceros



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIO DE CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

CERTIFICADO DE ROTURA ASTM C39

PROYECTO : Influencia de la adición de plástico reciclado en la resistencia a la compresión de un concreto permeable en pavimentos, f'c 280 kg/cm², Trujillo, 2023
SOLICITANTE : EDDY SANTIAGO BRICEÑO DIAZ & HELEN YOHANA RODRIGUEZ OBESO
UBICACIÓN : LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD
TESTIGOS : 03 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE
RESPONSABLE LAB. : ING. CRISTHIAN A. RODRIGUEZ ANGELES
FECHA : miércoles, 1 de Noviembre de 2023
MUESTRA : CONCRETO PATRÓN

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

N° de Testigo	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Diámetro cm	Sección cm ²	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Porcentaje del Diseño %
		Moldeo	Rotura		kN	Kgs.				
01	280	4/10/2023	01/11/2023	28	103.45	10545.36	10.16	81.07	130.07	46.45
02	280	4/10/2023	01/11/2023	28	116.20	11845.06	10.16	81.07	146.10	52.18
03	280	4/10/2023	01/11/2023	28	114.13	11634.05	10.16	81.07	143.50	51.25

CRISTHIAN ANDRES
RODRIGUEZ ANGELES
Ingeniero Civil
CIF N° 301975

OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS

EL MOLDEO Y CURADO DE LOS TESTIGOS HAN SIDO REALIZADO EN LABORATORIO



VALORES		
EDAD EN DÍAS	RESISTENCIA (%)	
	MINIMO	IDEAL
7	70	75
14	80	85
28	100	115

NOTA::

El LMSC de Crisal Ingeniería y Arquitectura S.A.C. ha emitido este reporte de ensayo, según los datos proporcionados por el cliente. Con la aceptación de los datos y resultados de este reporte, las partes dejan constancia que la responsabilidad del LMSC-CRISAL, se restringe exclusivamente al procedimiento de ejecución y al resultado del reporte de ensayo. El LMSC-CRISAL esta exento de toda responsabilidad que derive de la interpretación y uso posterior de la información contenida en este reporte por parte del cliente o de terceros



W15 Calle Independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



**CERTIFICADO DE ROTURA
ASTM C39**

PROYECTO : Influencia de la adición de plástico reciclado en la resistencia a la compresión de un concreto permeable en pavimentos, f'c 280 kg/cm², Trujillo, 2023
 SOLICITANTE : EDDY SANTIAGO BRICEÑO DIAZ & HELEN YOHANA RODRIGUEZ OBESO
 UBICACIÓN : LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD
 TESTIGOS : 03 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE
 RESPONSABLE LAB. : ING. CRISTHIAN A. RODRIGUEZ ANGELES
 FECHA : jueves, 12 de Octubre de 2023
 MUESTRA : CONCRETO +0.25% PET

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

N° de Testigo	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Diámetro cm	Sección cm ²	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Porcentaje del Diseño %
		Moldeo	Rotura		kN	Kgs.				
01	280	5/10/2023	12/10/2023	7	73.78	7520.90	10.16	81.09	92.75	33.12
02	280	5/10/2023	12/10/2023	7	41.70	4250.76	10.18	81.39	52.23	18.65
03	280	5/10/2023	12/10/2023	7	60.56	6173.29	10.17	81.15	76.07	27.17

CRISTHIAN ANDRES
 RODRIGUEZ ANGELES
 Ingeniero Civil
 CIF N° 301975

OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS

EL MOLDEO Y CURADO DE LOS TESTIGOS HAN SIDO REALIZADO EN LABORATORIO



VALORES		
EDAD EN DÍAS	RESISTENCIA (%)	
	MINIMO	IDEAL
7	70	75
14	80	85
28	100	115

NOTA::

El LMSC de Crisal Ingenieria y Arquitectura S.A.C. ha emitido este reporte de ensayo, según los datos proporcionados por el cliente. Con la aceptación de los datos y resultados de este reporte, las partes dejan constancia que la responsabilidad del LMSC-CRISAL, se restringe exclusivamente al procedimiento de ejecución y al resultado del reporte de ensayo. El LMSC-CRISAL esta exento de toda responsabilidad que derive de la interpretación y uso posterior de la información contenida en este reporte por parte del cliente o de terceros



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
 Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
 974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



CERTIFICADO DE ROTURA
ASTM C39

PROYECTO : Influencia de la adición de plástico reciclado en la resistencia a la compresión de un concreto permeable en pavimentos, f'c 280 kg/cm², Trujillo, 2023
SOLICITANTE : EDDY SANTIAGO BRICEÑO DIAZ & HELEN YOHANA RODRIGUEZ OBESO
UBICACIÓN : LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD
TESTIGOS : 03 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE
RESPONSABLE LAB. : ING. CRISTHIAN A. RODRIGUEZ ANGELES
FECHA : jueves, 19 de Octubre de 2023
MUESTRA : CONCRETO +0.25% PET

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

N° de Testigo	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Diámetro cm	Sección cm ²	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Porcentaje del Diseño %
		Moldeo	Rotura		kN	Kgs.				
01	280	5/10/2023	19/10/2023	14	45.57	4645.26	10.16	81.07	57.30	20.46
02	280	5/10/2023	19/10/2023	14	58.15	5927.62	10.16	81.07	73.11	26.11
03	280	5/10/2023	19/10/2023	14	53.54	5457.70	10.16	81.07	67.32	24.04

CRISTHIAN ANDRES
RODRIGUEZ ANGELES
Ingeniero Civil
CIF N° 301975

OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS

EL MOLDEO Y CURADO DE LOS TESTIGOS HAN SIDO REALIZADO EN LABORATORIO



VALORES		
EDAD EN DÍAS	RESISTENCIA (%)	
	MINIMO	IDEAL
7	70	75
14	80	85
28	100	115

NOTA::

El LMSC de Crisal Ingeniería y Arquitectura S.A.C. ha emitido este reporte de ensayo, según los datos proporcionados por el cliente. Con la aceptación de los datos y resultados de este reporte, las partes dejan constancia que la responsabilidad del LMSC-CRISAL, se restringe exclusivamente al procedimiento de ejecución y al resultado del reporte de ensayo. El LMSC-CRISAL esta exento de toda responsabilidad que derive de la interpretación y uso posterior de la información contenida en este reporte por parte del cliente o de terceros



W15 Calle Independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



**CERTIFICADO DE ROTURA
ASTM C39**

PROYECTO : Influencia de la adición de plástico reciclado en la resistencia a la compresión de un concreto permeable en pavimentos, f'c 280 kg/cm², Trujillo, 2023
 SOLICITANTE : EDDY SANTIAGO BRICEÑO DIAZ & HELEN YOHANA RODRIGUEZ OBESO
 UBICACIÓN : LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD
 TESTIGOS : 03 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE
 RESPONSABLE LAB. : ING. CRISTHIAN A. RODRIGUEZ ANGELES
 FECHA : jueves, 2 de Noviembre de 2023
 MUESTRA : CONCRETO +0.25% PET

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

N° de Testigo	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Diámetro cm	Sección cm ²	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Porcentaje del Diseño %
		Moldeo	Rotura		kN	Kgs.				
01	280	5/10/2023	02/11/2023	28	80.87	8243.63	10.16	81.07	101.68	36.31
02	280	5/10/2023	02/11/2023	28	74.21	7564.73	10.16	81.07	93.31	33.32
03	280	5/10/2023	02/11/2023	28	85.94	8760.45	10.16	81.07	108.06	38.59

CRISTHIAN ANDRES
 RODRIGUEZ ANGELES
 Ingeniero Civil
 CIF N° 301975

OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS

EL MOLDEO Y CURADO DE LOS TESTIGOS HAN SIDO REALIZADO EN LABORATORIO



VALORES		
EDAD EN DÍAS	RESISTENCIA (%)	
	MINIMO	IDEAL
7	70	75
14	80	85
28	100	115

NOTA::

El LMSC de Crisal Ingenieria y Arquitectura S.A.C. ha emitido este reporte de ensayo, según los datos proporcionados por el cliente. Con la aceptación de los datos y resultados de este reporte, las partes dejan constancia que la responsabilidad del LMSC-CRISAL, se restringe exclusivamente al procedimiento de ejecución y al resultado del reporte de ensayo. El LMSC-CRISAL esta exento de toda responsabilidad que derive de la interpretación y uso posterior de la información contenida en este reporte por parte del cliente o de terceros



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
 Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
 974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



CERTIFICADO DE ROTURA
ASTM C39

PROYECTO : Influencia de la adición de plástico reciclado en la resistencia a la compresión de un concreto permeable en pavimentos, f'c 280 kg/cm², Trujillo, 2023
SOLICITANTE : EDDY SANTIAGO BRICEÑO DIAZ & HELEN YOHANA RODRIGUEZ OBESO
UBICACIÓN : LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD
TESTIGOS : 03 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE
RESPONSABLE LAB. : ING. CRISTHIAN A. RODRIGUEZ ANGELES
FECHA : martes, 17 de Octubre de 2023
MUESTRA : CONCRETO +0.30% PET

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

N° de Testigo	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Diámetro cm	Sección cm ²	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Porcentaje del Diseño %
		Moldeo	Rotura		kN	Kgs.				
01	280	10/10/2023	17/10/2023	7	60.83	6200.82	10.18	81.41	76.17	27.20
02	280	10/10/2023	17/10/2023	7	84.88	8652.40	10.18	81.44	106.24	37.94
03	280	10/10/2023	17/10/2023	7	66.62	6791.03	10.17	81.30	83.53	29.83

CRISTHIAN ANDRES
RODRIGUEZ ANGELES
Ingeniero Civil
CIF N° 301975

OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS

EL MOLDEO Y CURADO DE LOS TESTIGOS HAN SIDO REALIZADO EN LABORATORIO



VALORES		
EDAD EN DÍAS	RESISTENCIA (%)	
	MINIMO	IDEAL
7	70	75
14	80	85
28	100	115

NOTA::

El LMSC de Crisal Ingeniería y Arquitectura S.A.C. ha emitido este reporte de ensayo, según los datos proporcionados por el cliente. Con la aceptación de los datos y resultados de este reporte, las partes dejan constancia que la responsabilidad del LMSC-CRISAL, se restringe exclusivamente al procedimiento de ejecución y al resultado del reporte de ensayo. El LMSC-CRISAL esta exento de toda responsabilidad que derive de la interpretación y uso posterior de la información contenida en este reporte por parte del cliente o de terceros



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



CERTIFICADO DE ROTURA
ASTM C39

PROYECTO : Influencia de la adición de plástico reciclado en la resistencia a la compresión de un concreto permeable en pavimentos, f'c 280 kg/cm², Trujillo, 2023
SOLICITANTE : EDDY SANTIAGO BRICEÑO DIAZ & HELEN YOHANA RODRIGUEZ OBESO
UBICACIÓN : LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD
TESTIGOS : 03 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE
RESPONSABLE LAB. : ING. CRISTHIAN A. RODRIGUEZ ANGELES
FECHA : martes, 24 de Octubre de 2023
MUESTRA : CONCRETO +0.30% PET

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

N° de Testigo	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Diámetro cm	Sección cm ²	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Porcentaje del Diseño %
		Moldeo	Rotura		kN	Kgs.				
01	280	10/10/2023	24/10/2023	14	75.62	7708.46	10.16	81.07	95.08	33.96
02	280	10/10/2023	24/10/2023	14	79.21	8074.41	10.16	81.07	99.59	35.57
03	280	10/10/2023	24/10/2023	14	76.88	7836.90	10.16	81.07	96.66	34.52

CRISTHIAN ANDRES
RODRIGUEZ ANGELES
Ingeniero Civil
CIF N° 301975

OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS

EL MOLDEO Y CURADO DE LOS TESTIGOS HAN SIDO REALIZADO EN LABORATORIO



VALORES		
EDAD EN DÍAS	RESISTENCIA (%)	
	MINIMO	IDEAL
7	70	75
14	80	85
28	100	115

NOTA::

El LMSC de Crisal Ingeniería y Arquitectura S.A.C. ha emitido este reporte de ensayo, según los datos proporcionados por el cliente. Con la aceptación de los datos y resultados de este reporte, las partes dejan constancia que la responsabilidad del LMSC-CRISAL, se restringe exclusivamente al procedimiento de ejecución y al resultado del reporte de ensayo. El LMSC-CRISAL esta exento de toda responsabilidad que derive de la interpretación y uso posterior de la información contenida en este reporte por parte del cliente o de terceros



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIO DE CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

CERTIFICADO DE ROTURA ASTM C39

PROYECTO : Influencia de la adición de plástico reciclado en la resistencia a la compresión de un concreto permeable en pavimentos, f'c 280 kg/cm², Trujillo, 2023
SOLICITANTE : EDDY SANTIAGO BRICEÑO DIAZ & HELEN YOHANA RODRIGUEZ OBESO
UBICACIÓN : LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD
TESTIGOS : 03 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE
RESPONSABLE LAB. : ING. CRISTHIAN A. RODRIGUEZ ANGELES
FECHA : martes, 7 de Noviembre de 2023
MUESTRA : CONCRETO +0.30% PET

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

N° de Testigo	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Diámetro cm	Sección cm ²	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Porcentaje del Diseño %
		Moldeo	Rotura		kN	Kgs.				
01	280	10/10/2023	07/11/2023	28	90.55	9230.38	10.16	81.07	113.85	40.66
02	280	10/10/2023	07/11/2023	28	92.74	9453.62	10.16	81.07	116.61	41.64
03	280	10/10/2023	07/11/2023	28	85.90	8756.37	10.16	81.07	108.01	38.57

CRISTHIAN ANDRES
RODRIGUEZ ANGELES
Ingeniero Civil
CIF N° 301975

OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS

EL MOLDEO Y CURADO DE LOS TESTIGOS HAN SIDO REALIZADO EN LABORATORIO



VALORES		
EDAD EN DÍAS	RESISTENCIA (%)	
	MINIMO	IDEAL
7	70	75
14	80	85
28	100	115

NOTA::

El LMSC de Crisal Ingeniería y Arquitectura S.A.C. ha emitido este reporte de ensayo, según los datos proporcionados por el cliente. Con la aceptación de los datos y resultados de este reporte, las partes dejan constancia que la responsabilidad del LMSC-CRISAL, se restringe exclusivamente al procedimiento de ejecución y al resultado del reporte de ensayo. El LMSC-CRISAL esta exento de toda responsabilidad que derive de la interpretación y uso posterior de la información contenida en este reporte por parte del cliente o de terceros



W15 Calle Independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIO DE CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

CERTIFICADO DE ROTURA ASTM C39

PROYECTO : Influencia de la adición de plástico reciclado en la resistencia a la compresión de un concreto permeable en pavimentos, f'c 280 kg/cm², Trujillo, 2023
SOLICITANTE : EDDY SANTIAGO BRICEÑO DIAZ & HELEN YOHANA RODRIGUEZ OBESO
UBICACIÓN : LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD
TESTIGOS : 03 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE
RESPONSABLE LAB. : ING. CRISTHIAN A. RODRIGUEZ ANGELES
FECHA : jueves, 19 de Octubre de 2023
MUESTRA : CONCRETO +0.35% PET

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

N° de Testigo	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Diámetro cm	Sección cm ²	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Porcentaje del Diseño %
		Moldeo	Rotura		kN	Kgs.				
01	280	12/10/2023	19/10/2023	7	33.04	3367.99	10.16	81.07	41.54	14.84
02	280	12/10/2023	19/10/2023	7	82.73	8433.23	10.16	81.07	104.02	37.15
03	280	12/10/2023	19/10/2023	7	50.37	5134.56	10.16	81.07	63.33	22.62

CRISTHIAN ANDRES
RODRIGUEZ ANGELES
Ingeniero Civil
CIF N° 301975

OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS

EL MOLDEO Y CURADO DE LOS TESTIGOS HAN SIDO REALIZADO EN LABORATORIO



VALORES		
EDAD EN DÍAS	RESISTENCIA (%)	
	MINIMO	IDEAL
7	70	75
14	80	85
28	100	115

NOTA::

El LMSC de Crisal Ingeniería y Arquitectura S.A.C. ha emitido este reporte de ensayo, según los datos proporcionados por el cliente. Con la aceptación de los datos y resultados de este reporte, las partes dejan constancia que la responsabilidad del LMSC-CRISAL, se restringe exclusivamente al procedimiento de ejecución y al resultado del reporte de ensayo. El LMSC-CRISAL esta exento de toda responsabilidad que derive de la interpretación y uso posterior de la información contenida en este reporte por parte del cliente o de terceros



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



CERTIFICADO DE ROTURA
ASTM C39

PROYECTO : Influencia de la adición de plástico reciclado en la resistencia a la compresión de un concreto permeable en pavimentos, f'c 280 kg/cm², Trujillo, 2023
SOLICITANTE : EDDY SANTIAGO BRICEÑO DIAZ & HELEN YOHANA RODRIGUEZ OBESO
UBICACIÓN : LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD
TESTIGOS : 03 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE
RESPONSABLE LAB. : ING. CRISTHIAN A. RODRIGUEZ ANGELES
FECHA : jueves, 26 de Octubre de 2023
MUESTRA : CONCRETO +0.35% PET

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

N° de Testigo	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Diámetro cm	Sección cm ²	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Porcentaje del Diseño %
		Moldeo	Rotura		kN	Kgs.				
01	280	12/10/2023	26/10/2023	14	66.82	6811.42	10.16	81.07	84.02	30.01
02	280	12/10/2023	26/10/2023	14	77.08	7857.29	10.16	81.07	96.92	34.61
03	280	12/10/2023	26/10/2023	14	69.95	7130.48	10.16	81.07	87.95	31.41

CRISTHIAN ANDRES
RODRIGUEZ ANGELES
Ingeniero Civil
CIF N° 301975

OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS

EL MOLDEO Y CURADO DE LOS TESTIGOS HAN SIDO REALIZADO EN LABORATORIO



VALORES		
EDAD EN DÍAS	RESISTENCIA (%)	
	MINIMO	IDEAL
7	70	75
14	80	85
28	100	115

NOTA::

El LMSC de Crisal Ingeniería y Arquitectura S.A.C. ha emitido este reporte de ensayo, según los datos proporcionados por el cliente. Con la aceptación de los datos y resultados de este reporte, las partes dejan constancia que la responsabilidad del LMSC-CRISAL, se restringe exclusivamente al procedimiento de ejecución y al resultado del reporte de ensayo. El LMSC-CRISAL esta exento de toda responsabilidad que derive de la interpretación y uso posterior de la información contenida en este reporte por parte del cliente o de terceros



W15 Calle Independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIO DE CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

CERTIFICADO DE ROTURA ASTM C39

PROYECTO : Influencia de la adición de plástico reciclado en la resistencia a la compresión de un concreto permeable en pavimentos, f'c 280 kg/cm², Trujillo, 2023
SOLICITANTE : EDDY SANTIAGO BRICEÑO DIAZ & HELEN YOHANA RODRIGUEZ OBESO
UBICACIÓN : LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD
TESTIGOS : 03 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE
RESPONSABLE LAB. : ING. CRISTHIAN A. RODRIGUEZ ANGELES
FECHA : jueves, 9 de Noviembre de 2023
MUESTRA : CONCRETO +0.35% PET

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

N° de Testigo	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Diámetro cm	Sección cm ²	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Porcentaje del Diseño %
		Moldeo	Rotura		kN	Kgs.				
01	280	12/10/2023	09/11/2023	28	91.88	9385.95	10.16	81.07	115.52	41.26
02	280	12/10/2023	09/11/2023	28	94.73	9656.47	10.16	81.07	119.11	42.54
03	280	12/10/2023	09/11/2023	28	86.90	8859.31	10.16	81.07	109.26	39.02

CRISTHIAN ANDRES
RODRIGUEZ ANGELES
Ingeniero Civil
CIF N° 301975

OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS

EL MOLDEO Y CURADO DE LOS TESTIGOS HAN SIDO REALIZADO EN LABORATORIO



VALORES		
EDAD EN DÍAS	RESISTENCIA (%)	
	MINIMO	IDEAL
7	70	75
14	80	85
28	100	115

NOTA::

El LMSC de Crisal Ingeniería y Arquitectura S.A.C. ha emitido este reporte de ensayo, según los datos proporcionados por el cliente. Con la aceptación de los datos y resultados de este reporte, las partes dejan constancia que la responsabilidad del LMSC-CRISAL, se restringe exclusivamente al procedimiento de ejecución y al resultado del reporte de ensayo. El LMSC-CRISAL esta exento de toda responsabilidad que derive de la interpretación y uso posterior de la información contenida en este reporte por parte del cliente o de terceros



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com

PANEL FOTOGRAFICO

ANALISIS GRANULOMETRICO



Material seleccionado para realizar el análisis granulométrico.



Secado del agregado grueso en el horno a una temperatura de 110°C por 24 horas.



Organización de los tamices según su tamaño de abertura, en este proyecto se utilizó las mallas de: 4", 3 1/2", 3", 2 1/2", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", N°4, N°8, N°16, Plato.

CONTENIDO DE HUMEDAD



Elección de las 3 muestras representativas para realizar el ensayo de contenido de humedad.



Pesado del agregado en una balanza de alta calibración y llenado en recipientes para ser colocado al horno.

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADO GRUESO



Lavado del material para quitar las partículas de polvo u otras impurezas que contienen.



Material en reposo por 24 horas y metido al horno por 24 horas.

DISEÑO DE MEZCLAS



Muestras con agregado de plástico marcadas para tener en cuenta la diferencia.



Pesado de plástico y agua. Las cantidades se dieron de acuerdo al diseño de mezcla realizado.



Incorporación de todos los materiales al trompo para poder tener una mezcla optima y al culminar se hizo la toma de temperatura a dicha mezcla.



Realización de la prueba del Cono de Abrams para determinar cuánto es el asentamiento de nuestra mezcla.



Realización de los 25 golpes a la mezcla, por capa, en el cono de Abrams, para luego pasar a retirarlo.



Prueba del Cono de Abrams para saber el asentamiento.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



Colocación del espécimen de concreto a la prensa para el cálculo de su resistencia a la compresión.



PERMEABILIDAD

Materiales utilizados para la elaboración del permeámetro



Cortando y pegando los tubos de PVC





Colocación del espécimen de concreto en el permeámetro y ajuste con abrazaderas para evitar la filtración de agua. luego se llena completamente el con agua hasta su punto maximo.





Mediante el cronómetro de celular se calculó el tiempo que demora en filtrarse completamente el agua a través de la muestra. Tomar apuntes de todos los tiempo calculados.

