



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

**Diseño de mezcla de concreto reutilizando carpeta asfáltica en la
ciudad de Piura, 2023.**

AUTORES:

Huaco Chero, Julio Woodrow (orcid.org/0000-0001-9171-1323)
Seminario Álvarez, Marvin Joel (orcid.org/0000-0002-7035-6067)

ASESOR:

Mg. José Edwin Galán Fiestas (orcid.org/0009-0005-9867-3637)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Adaptación al cambio climático y fomento de ciudades sostenibles y resilientes

PIURA – PERÚ

2023

DEDICATORIA

A nuestras familias, en especial a nuestros hijos porque son el motivo para lograr nuestros objetivos propuestos.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por regalarnos la vida y por brindarnos salud, bienestar y sabiduría durante toda nuestra carrera profesional.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, GALAN FIESTAS JOSÉ EDWIN, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, asesor de Tesis Completa titulada: "Diseño de mezcla de concreto reutilizando carpeta asfáltica en la ciudad de Piura, 2023", cuyos autores son HUACO CHERO JULIO WOODROW, SEMINARIO ALVAREZ MARVIN JOEL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 25.00%, 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 Completa 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.

PIURA, 29 de Setiembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
GALAN FIESTAS JOSÉ EDWIN DNI: 44741619 ORCID: 0009-0005-9867-3637	Firmado electrónicamente por: JGALANFI el 16-10- 2023 09:26:29

Código documento Trilce: TRI - 0651884



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, HUACO CHERO JULIO WOODROW, SEMINARIO ALVAREZ MARVIN JOEL estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Diseño de mezcla de concreto reutilizando carpeta asfáltica en la ciudad de Piura, 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
HUACO CHERO JULIO WOODROW DNI: 46185675 ORCID: 0000-0001-9171-1323	Firmado electrónicamente por: JHUACCOCH el 02-10- 2023 15:36:48
SEMINARIO ALVAREZ MARVIN JOEL DNI: 46175636 ORCID: 0000-0002-7035-6067	Firmado electrónicamente por: MSEMENARIOAL el 02- 10-2023 12:54:40

Código documento Trilce: INV - 1358111

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA	I
DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO.....	III
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR	IV
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR / AUTORES	V
ÍNDICE DE CONTENIDOS	VI
ÍNDICE DE TABLAS	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS	X
RESUMEN	XII
ABSTRACT	XIII
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	18
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	18
3.2. Variables y Operacionalización	18
3.3. Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis. 19	
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	20
3.5. Procedimientos.....	21
3.6. Método de análisis de datos	22
3.7. Aspectos éticos	22
IV. RESULTADOS	23
V. DISCUSIÓN.....	39
VI. CONCLUSIONES.....	40
VII. RECOMENDACIONES	42
REFERENCIAS.....	43
ANEXOS	47

ANEXO 01. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	47
ANEXO 02. ESTADO DE LOS AGREGADOS DE LA CARPETA ASFÁLTICA ...	48
ANEXO 03. PERTENENCIAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS NATURALES Y OBTENIDOS DE LA CARPETA ASFÁLTICA RECICLADA	52
ANEXO 03. DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CONVENCIONAL Y REEMPLAZANDO EL 2%, 4% Y 6% DEL AGREGADO GRUESO	64
ANEXO 04. RESISTENCIA DE CONCRETO CONVENCIONAL Y REEMPLAZANDO EL 2%, 4% Y 6% DEL AGREGADO.....	68
ANEXO 05. PANEL FOTOGRÁFICO	72
ANEXO 06. MODELO DE CONSENTIMIENTO Y/O ASENTIMIENTO INFORMADO, FORMATO UCV	77
ANEXO 07. MATRIZ EVALUACIÓN POR JUICIO DE EXPERTOS, FORMATO UCV	78
ANEXO 08. RESULTADO DE SIMILITUD DEL PROGRAMA TURNITIN.....	79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de los agregados según su textura superficial	9
Tabla 2. Clasificación de los agregados según su forma	9
Tabla 3. Categorización de fineza de la arena para concreto, usando el MF	10
Tabla 4. La adición de algunos porcentajes de material regenerado para asfalto caliente cambia y varía el consumo de agregados.....	15
Tabla 5. Disminución del dispendio de energía y emisiones mediante el uso del RAP	16
Tabla 6. Diferencia en emisiones de CO ₂ agregados RAP y vírgenes a una temperatura de descarga de 300°F por tonelada de HMA (lbs)	17
Tabla 7. Matriz para la construcción del indicador de impacto del RAP	17
Tabla 8. Total, de Muestreo de Probetas	20
Tabla 9. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	21
Tabla 10. Resultados del Ensayo de Abrasión Los Ángeles de los agregados gruesos naturales y regenerados	23
Tabla 11. Resultados del Ensayo de Equivalente de Arena de los agregados gruesos naturales y regenerados	24
Tabla 12. Resultados del Ensayo de Peso Unitario de los agregados gruesos naturales y regenerados.....	25
Tabla 13. Resultados del Ensayo de Peso Específico y Absorción de los agregados gruesos naturales y regenerado.....	26
Tabla 14. Resultados de los Ensayos de los agregados finos naturales y regenerado	26
Tabla 15. Resistencia promedio.....	27
Tabla 16. Relación agua / cemento	28
Tabla 17. Contenido de aire atrapado.....	29
Tabla 18. Asentamiento para diversos Tipos de Estructuras	29
Tabla 19. Pesos de los elementos Kg/m ³ de la mezcla convencional.....	31
Tabla 20. Pesos de los elementos Kg/m ³ de mezcla de concreto reemplazando el 2% de agregado grueso natural por el regenerado	33
Tabla 21. Pesos de los elementos Kg/m ³ de mezcla de concreto reemplazando el 4% de agregado grueso natural por el regenerado	34

Tabla 22. Pesos de los elementos Kg/m ³ de mezcla de concreto reemplazando el 6% de agregado grueso natural por el regenerado	36
Tabla 23. Resistencia de las probetas de concreto convencional.....	37
Tabla 24. Resistencia de las probetas de concreto con 2% de agregados de carpeta asfáltica	37
Tabla 25. Resistencia de las probetas de concreto con 4% de agregados de carpeta asfáltica	38
Tabla 26. Resistencia de las probetas de concreto con 6% de agregados de carpeta asfáltica	38
Tabla 27. Operacionalización de variables	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estados de la humedad de los agregados	11
Figura 2. Esquematación del peso unitario	12
Figura 3. Certificado del Ensayo de Abrasión Los Ángeles del agregado grueso natural.	48
Figura 4. Certificado del Ensayo de Abrasión Los Ángeles del agregado grueso regenerado.	49
Figura 5. Certificado del Ensayo de Equivalente de Arena del agregado fino natural.	50
Figura 6. Certificado del Ensayo de Equivalente de Arena del agregado fino regenerado.	51
Figura 7. Certificado del Ensayo de Peso Unitario del agregado grueso natural.	52
Figura 8. Certificado del Ensayo de Peso Unitario del 98% de agregado grueso - 2% de agregado regenerado.....	53
Figura 9. Certificado del Ensayo de Peso Unitario del 96% de agregado grueso - 4% de agregado regenerado.....	54
Figura 10. Certificado del Ensayo de Peso Unitario del 94% de agregado grueso - 6% de agregado regenerado.....	55
Figura 11. Certificado del Ensayo de Peso Específico y Absorción del agregado grueso natural.	56
Figura 12. Certificado del Ensayo de Peso Específico y Absorción del 98% de agregado grueso - 2% de agregado regenerado.....	57
Figura 13. Certificado del Ensayo de Peso Específico y Absorción del 96% de agregado grueso - 4% de agregado regenerado.....	58
Figura 14. Certificado del Ensayo de Peso Específico y Absorción del 94% de agregado grueso - 6% de agregado regenerado.....	59
Figura 15. Certificado del Ensayo de Peso Unitario del agregado fino natural....	60
Figura 16. Certificado del Ensayo de Peso Unitario del agregado fino regenerado	61
Figura 17. Certificado del Ensayo de Gravedad Especifico del agregado fino regenerado.....	62
Figura 18. Certificado del Ensayo de Gravedad Especifico del agregado fino	

regenerado	63
Figura 19. Diseño de mezcla de concreto convencional	64
Figura 20. Certificado de diseño de mezcla de concreto reemplazando el 2% de agregado grueso natural por el regenerado	65
Figura 21. Certificado de diseño de mezcla de concreto reemplazando el 4% de agregado grueso natural por el regenerado	66
Figura 22. Certificado de diseño de mezcla de concreto reemplazando el 6% de agregado grueso natural por el regenerado	67
Figura 23. Resistencia de las probetas de concreto convencional	68
Figura 24. Resistencia de las probetas de concreto con 2% de agregados de carpeta asfáltica	69
Figura 25. Resistencia de las probetas de concreto con 4% de agregados de carpeta asfáltica	70
Figura 26. Resistencia de las probetas de concreto con 6% de agregados de carpeta asfáltica	71

RESUMEN

Este presente estudio se basa en reusó del agregado obtenido de la carpeta asfáltica en el diseño de composición del concreto, cuya resistencia de $f'c = 280$ kg/cm². En la parte inicial de esta tesis se analizarán las pertenencias mecánicas del agregado y físicas, así como de los reales al igual que los regenerados, para posteriormente realizar el diseño conforme al porcentaje de agregado regenerado que se le remplazará al peso de los agregados gruesos reales.

En el caso de la rotura de probetas, tenemos que el concreto convencional tiene una resistencia máxima en los 28 días es 300 kg/cm², reemplazando 2% del agregado grueso real por el regenerado, su resistencia máxima es de 284 kg/cm², reemplazando el 4% de 271 kg/cm² y reemplazando el 6% de 260 kg/cm²; por lo tanto, mientras más % de agregado grueso se le va reemplazando para el diseño de composición de concreto, va disminuyendo su resistencia máxima; esto es porque los regenerados pasaron pruebas a diferentes cargas, efectuando su vida lucrativa.

Palabras clave: Agregado regenerado, resistencia, diseño de mezcla.

ABSTRACT

This present study is based on the reuse of the aggregate obtained from the asphalt layer in the design of the concrete composition, whose resistance of $f'c = 280$ kg/cm². In the initial part of this thesis, the mechanical and physical properties of the aggregate will be analyzed, as well as the real ones as well as the recycled ones, to later carry out the design according to the percentage of recycled aggregate that will replace the weight of the real coarse aggregates.

In the case of the breakage of test tubes, we have that conventional concrete has a maximum resistance in 28 days is 300 kg/cm², replacing 2% of the real coarse aggregate by recycling, its maximum resistance is 284 kg/cm², replacing 4% of 271 kg/cm² and replacing 6% of 260 kg/cm²; therefore, the more % of coarse aggregate is replaced for the concrete composition design, its maximum resistance decreases; this is because the recycles passed tests at different loads, effecting their lucrative life.

Keywords: Recycled aggregate, resistance, mix design.

I. INTRODUCCIÓN

El reciclaje de asfalto caliente produce la combinación reciclable de asfalto y agregado llamada pavimento asfáltico regenerado o reutilizado (RAP). RAP es un pavimento de carretera del que se han eliminado materiales como el asfalto y los agregados y se han regenerado en un nuevo aglutinante de asfalto.

A medida que un pavimento asfáltico se acerca al final de su existencia útil, la mayor parte del material, especialmente el árido, conserva niveles de propiedades mecánicas y físicas suficientemente aceptables para ser reutilizado. Por lo tanto, reciclar o reutilizar pavimentos tiene importantes beneficios económicos, técnicos y ambientales. Este estudio aborda este último.

En las décadas de 1970 y 1980, sus efectos y las manifestaciones en la salud humana eran una preocupación ambiental importante en la fabricación de pavimentos asfálticos. Unos años más tarde, comenzaron a pensar en el impacto potencial sobre los recursos naturales y la atmósfera. En los últimos tiempos, hubo una creciente preocupación por las manifestaciones de gases de efecto invernadero, los cuales son precursores del cambio climático.

(Beneficios ambientales del reciclaje de pavimentos, 2020) En general, el impacto ambiental del pavimento asfáltico se basa en el consumo de energía durante su ciclo de vida. El consumo aproximado de producción de asfalto es 45.0-95.0%. El transporte al trabajo es del 1 al 8%, la colocación y compactación es del 1 al 12% y la reparación en el sitio es del 0 al 1%. El resultado de la etapa en elaboración total, la elaboración de asfalto simboliza el 56.0-67.0 %, el traslado de agregados primarios al molino representa el 13.0-16.0 % y la fortaleza solicitada para el secado y calentamiento del agregado representa el 11.0-25.0 %.

Otro problema es la posible extracción de dispositivos viales altamente dañinos del pavimento puedan estar presentes, lo que puede afectar el consumo de agua subterránea. Para facilitar la toma de decisiones y resolver problemas clave, es necesario analizar el pavimento de hormigón asfáltico a lo largo de su ciclo de vida, basándose en principios como la termodinámica, la preservación de la energía, la igualdad entre la naturaleza, de los medios no renovables y la ecología. También

pretende reducir el impacto (consumo de recursos y sus externalidades) de las aceras en el entorno actual y los costos asociados.

Para justificar la importancia de nuestro estudio se elevó el bienestar al **nivel socioeconómico**, El objetivo de la planificación de este estudio fue minimizar el impacto ambiental y ayudar a la ciudad de Piura a reutilizar el pavimento asfáltico en su construcción de mezcla de concreto. Adicionalmente, la **justificación teórica** del estudio propuesto se centrará en la aplicación de asfalto regenerado; el hecho de que en Perú la reutilización de pavimentos monolíticos se realiza en mezclas bituminosas y raramente en concreto. Por otro lado, este trabajo de investigación **se justifica metodológicamente**, ya que valdrá a manera de contribución a nuevos trabajos para estudiantes y estudiosos del campo de la ingeniería mecánica, permitiéndoles emplear nuevos conceptos de hormigón en entornos rurales, carreteras locales o nacionales.

Por lo anteriormente mencionado se plantea el siguiente **problema general**: ¿Cuál será el diseño de la mezcla de concreto reutilizando carpeta asfáltica en la ciudad de Piura, 2023? Así mismo se tienen los consecutivos **problemas específicos**: “¿Cuál es el estado del agregado grueso de la carpeta asfáltica regenerada en la ciudad de Piura, 2023?; ¿Cuáles son las pertenencias físicas y mecánicas de los agregados naturales y los agregados obtenidos de la carpeta asfáltica en la ciudad de Piura, 2023?; ¿Cuál es el diseño de la mezcla de concreto convencional reemplazando el 2%, 4% y 6% del agregado grueso natural obtenido de la carpeta asfáltica en la ciudad de Piura, 2023?; ¿Cuál es la resistencia del concreto convencional reemplazando el 2%, 4% y 6% del agregado grueso natural obtenido de la carpeta asfáltica en la ciudad de Piura, 2023?”.

Al igual, nuestro **objetivo general** se trazó diseñar la mezcla de concreto reutilizando carpeta asfáltica en la ciudad de Piura, 2023; y como **objetivos específicos**: “Determinación del estado del agregado grueso de la carpeta asfáltica regenerada en la ciudad de Piura, 2023; Determinación de las pertenencias mecánicas y físicas de agregados naturales y agregados recuperados de carpetas asfálticas en la ciudad de Piura, 2023; Determinación del diseño de la mezcla de concreto convencional reemplazando el 2%, 4% y 6% del agregado grueso natural

obtenido de las carpetas asfálticas en la capital de Piura, 2023; Establecer la resistencia de concreto convencional reemplazando el 2%, 4% y 6% del agregado grueso natural obtenido de las carpetas asfálticas en la ciudad de Piura, 2023”.

Por lo tanto, la **hipótesis general** será reutilizando carpetas asfálticas obtenemos un buen diseño de la mezcla de concreto en la ciudad de Piura, 2023; y las **hipótesis específicas**: “El estado del agregado grueso de la carpeta asfáltica reciclada influye positivamente en el diseño de la mezcla de concreto en la localidad de Piura, 2023; Las pertenencias mecánicas y físicas de los agregados obtenidos a partir de agregados naturales y de las carpetas asfálticas tendrán un impacto negativo en el diseño de la mezcla de concreto en la ciudad de Piura, 2023. Con la sustitución del 2%, 4% y 6% del agregado grueso natural de la carpeta asfáltica en la localidad de Piura 2023, mejoró el diseño tradicional de la mezcla de concreto. Al reemplazar el 2%, 4% y 6% del agregado grueso natural de la carpeta asfáltica, se logrará una alta resistencia del diseño de la mezcla de concreto en la localidad de Piura, 2023”.

II. MARCO TEÓRICO

Para proceso de elaboración de la investigación “**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO REUTILIZANDO CARPETA ASFÁLTICA EN LA CIUDAD DE PIURA, 2023**”, en los *antecedentes internacionales* se tiene la investigación de una revista colombiana de materiales (Mezclas asfálticas recicladas y su uso en capas granulares para pavimentos) El objetivo fue “mejorar el desempeño y control de calidad del nuevo método de construcción utilizando asfalto recuperado de 3 sitios desiguales en la localidad de Tunja (Boyacá) con diferente contenido y grado de asfalto. Concluimos que cuando los agregados se incorporan al asfalto regenerado, la temperatura del asfalto tiende a cambiar el contenido óptimo de humedad de los agregados, esto resulta en una mala compactación en las pruebas de laboratorio (CBR). Del mismo modo, las mezclas asfálticas recicladas no pueden cocerse a bajas temperaturas, ya que deben triturarse o destruirse. En ese caso, el tamaño de las partículas cambiará y no se conservarán sus pertenencias naturales”.

(Freire Alvear, 2018) su investigación muestra el “uso de vidrio molido en las mezclas asfálticas, con el propósito de reducir la contaminación, el cual muestra que Al momento de realizar la determinación del porcentaje óptimo de asfalto se obtuvo el 6%, sin embargo al realizar las mezclas con vidrio molido, por la característica de permeabilidad de este material se puede lograr reducir el % de asfalto que se requiere utilizar, teniendo en cuenta que se deberán realizar diferentes ensayos para determinar hasta qué porcentaje de asfalto se puede reducir y nos indica que en lo que respecta a la caracterización de los agregados y el asfalto estos cumplieron satisfactoriamente sus estándares según las normas correspondientes para cada uno de ellos”.

(Villafuerte Pérez, 2018) su investigación tiene como objetivo el “diseño óptimo de mezclas asfálticas elaboradas con concreto asfáltico regenerado(RAP) y agentes rejuvenecedores, llega a las siguientes conclusiones, donde el uso de la mezcla asfáltica con 30% RAP se puede considerar factible si su función en la estructura de pavimento fuera a la de capa niveladora o de soporte y se colocara sobre esta una capa de rodadura nueva, esto debido a que pudiera presentar problemas de

agrietamiento a bajas temperaturas, logrando diseñar una mezcla asfáltica con materiales vírgenes y una mezcla asfáltica con RAP ambas con buen desempeño”.

Durante el desarrollo de la investigación en los **antecedentes nacionales** tenemos a (Barahona Soto, 2021) su investigación radicó en “diseñar una mezcla asfáltica a partir de material regenerado de fábricas para perfeccionar el costo del tramo de 18.000 - 19.000 km de la av. universitaria en la jurisdicción los olivos de la provincia de Lima. donde se ha establecido que tiene un impacto ambiental y económico y es respetuoso con el medio ambiente ya que la reutilización de áridos no sobreexplota la cantera y que tiene sentido el uso de materiales regenerados, y que las mezclas convencionales y materiales regenerados es económico por optimizando costos de materiales con una diferencia 4.74 soles entre la mezcla con material regenerado y la mezcla convencional, para la distancia en estimación que consigna de 1Km posee 7,000 m², con una conservación de 4.74 por m² se ahorra 33,180.00 soles en mezcla y distribución de carpeta asfáltica”.

(Cesaño Ordoñez, y otros, 2021) Su investigación revela la “utilidad del hormigón regenerado manipulado como árido grueso para determinar las pertenencias mecánicas, beneficios y rentabilidad del asfalto duro. Para obtener una tabla de análisis de comparación, se prepararon dieciocho probetas de concreto, 09 probetas de concreto normal y 09 probetas de concreto de material regenerado con una composición de concreto con un valor de resistencia $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$. Suponiendo que el hormigón de cimentación haya alcanzado una resistencia a la compresión aceptable, el hormigón grueso regenerado también exhibe una buena resistencia, en este sentido incluso un aumento del 2,5-3% en comparación con el hormigón convencional para esta alternativa de diseño. Coincide con las pertenencias de los agregados de diseño mixto”.

En **antecedentes locales** tenemos a (Renzo, 2019) que, en su informe, “se utilizan dos formulaciones con diferentes proporciones agua/cemento y diferentes tasas de reemplazo de ACR para valorar las pertenencias del concreto premezclado y endurecido al substituir el agregado grueso natural con concreto molido que contiene agregado regenerado. Como resultado, la calidad de los áridos de hormigón regenerado es inferior a la de los áridos naturales debido a que los

líquidos residuales se adhieren a las partículas de los áridos convencionales. De manera similar, usando la máquina de Los Ángeles, las principales pertenencias dañadas por el contenido de la solución son la permeabilidad de agua, la abrasión y la densidad. De manera similar, la capacidad de hidratación de agua del concreto con un 50 % de sustitución de agregados aumenta en más del 20 % con la sustitución de ACR en balance con el concreto estándar en ambas proporciones agua/cemento. Por ello, en ambientes con mucha humedad y alto contenido en sulfatos, se recomienda reponer hasta un 30% en peso del árido secundario”.

(García Orozco, 2019) su investigación con la “Reutilización de los agregados de la carpeta asfáltica para el diseño del pavimento rígido en la Calle Lima del distrito de Morropón – Piura, el cual concluye que usando los agregados regenerados, disminuye el peso del agregado grueso, pero aumenta el fino y la cantidad de agua, no son recomendados para reutilizarlos en mayor cantidad en un diseño de mezcla y nos resulta rentable debido a que llega a la resistencia máxima requerida, lo cual es necesario para el concreto que se usará en la losa de un pavimento rígido y con respecto al análisis físicos, los agregados regenerados contienen 41.27% de gruesos y 58.73% de finos, es decir, la carpeta asfáltica está compuesta por más agregados finos que gruesos y con un 4.5% de asfalto extraído”.

(Castillo Coronado & Saavedra Córdova, 2021) su investigación tiene como objetivo principal es “Elaborar el diseño de mezcla de concreto permeable para uso en pavimento rígido, Provincia Piura, donde llega a la conclusión que es posible utilizar en concreto permeable en zonas de bajo tránsito debido a que al mantener mayor cantidad de vacíos y menor cantidad de agregado fino se obtendrá una menor resistencia pues no será cohesiva, además, este es un concreto que ayuda a reutilizar las aguas pluviales convirtiéndolo en ecológico pues las aguas pueden reutilizarse en riego de áreas verdes en parques o bermas ”.

El **marco teórico** de la tesis contiene las siguientes teorías: El **concreto** u hormigón es el material más usado en la producción de la construcción en todo el mundo, con miles de millones de m³ utilizados cada año. Un material generalmente hecho mezclando arena, cemento portland, piedra molida, piedra natural y agua. “Los **agregados** son un componente importante del concreto, brindan estabilidad

dimensional, son relativamente económicos y reducen la contracción del concreto cuando se usan correctamente. Inicialmente, se pensó que el agregado era un material químicamente inerte, pero con el tiempo se ha unido químicamente en algunas interfaces agregado-pasta e incluso reacciona con el cemento, lo que ha llegado a ser reconocido como potencialmente dañino. Por tanto, este material, entre otras pertenencias, puede llegar a jugar un papel importante y fundamental en la resistencia y en la durabilidad del hormigón, haciendo poco práctico considerar a los áridos como menos importantes que el cemento”. (Monteiro, 2016)

Los agregados se pueden clasificar en términos generales como naturales o artificiales, tanto en términos de su fuente como de su método de adquisición. La arena y la grava naturales son productos de la erosión por el viento y el agua, mientras que la arena y la grava son el resultado de procesos tempranos de trituración. Además, los agregados se pueden clasificar según su composición mineral, dependiendo del tipo de roca huésped (sedimentaria, ígnea, metamórfica). En general, esta categorización es la menos apropiada cuando se trata de áridos utilizados en la fabricación del hormigón. La presencia de algún ejemplar de mineral en el agregado por sí sola no determina si el agregado es aceptable. Úselo de manera específica.

Estos materiales se pueden clasificar por composición de tamaño de partícula, gravedad específica, forma de partícula, textura, etc. Dependiendo del tamaño de grano, los agregados se pueden dividir en los sucesivos grupos: agregado grueso o grava. Esto es en malla #04 y es un material que varía en tamaño de 3" a 1,75" (7,6 cm a 4,76 mm). Para agregados finos y arena, pase a través de una malla #200 de 0,002 mm de espesor (0,075 mm) respaldada por una malla #04.

De acuerdo con el **peso o gravedad específica**, el agregado se fracciona en agregados pesados y agregados livianos. El primero tiene una densidad inferior a 1,120 kg/m³ y se utiliza para producir hormigón ligero para la construcción, mientras que el hormigón pesado se utiliza para producir hormigón pesado (con densidades desde 2,900 kg/m³ hasta 6,100 kg/m³), donde la función primordial es la protección frente a las radiaciones nucleares.

“Para lograr una composición de hormigón y concreto conveniente, es necesario

conocer **inegables pertenencias del árido** (forma y consistencia, distribución granulométrica, contenido de agua, absorción de agua, peso específico, etc.). Estas pertenencias influyen en el comportamiento del hormigón fresco y endurecido”. (Mindess, y otros, 2003)

La **representación de las partículas** depende no solo de la representación básica del agregado, además de dimensiones como el ángulo y el alargamiento. Las formas se pueden catalogar y ponderar midiendo la distancia, el ancho y el espesor. “Así mismo, el **acabado superficial de las partículas** es otra pertenencia significativa que influye en el proceder de los agregados en el concreto, así como en etapa plástico como de endurecimiento. Esta pertenencia está determinada por la dureza, la dimensión de las partículas, distribución de los orificios, composición de la matriz y el grado de abrasión de las partículas”. (Mindess, 2005)

La representación y las pertenencias de los agregados afectan la **trabajabilidad del concreto premezclado**. Se requiere suficiente adhesivo para recubrir los agregados para proporcionar lubricación y reducir las interacciones entre las partículas de agregado durante la mezcla del concreto, el cual perturba los requisitos de la pasta de cemento. Las pertenencias de los agregados son un factor significativo en la trabajabilidad del concreto, así como las superficies más ásperas requieren más lubricante para mover el concreto. La piedra triturada tiene una mayor rugosidad que la arena o la grava naturales porque la superficie del hormigón viejo no se ha desgastado. Suave y resbaladizo en el agua y el clima.

La representación y contextura de los agregados finos generalmente solo afectan la trabajabilidad de la mezcla, mientras que estas pertenencias de los agregados gruesos están involucradas en la unión mecánica entre las partículas y la mezcla, afectando así las pertenencias mecánicas del concreto. Por ejemplo, una forma más angular puede tener un efecto positivo en la resistencia al aumentar la zona superficial cubiertas por la mezcla de cemento para la determinada suma ofrecida de agregado.

Tabla 1. Clasificación de los agregados según su textura superficial

TEXTURA SUPERFICIAL	CARACTERÍSTICAS
Vidrioso	Fractura concoidea, es decir, curvada.
Liso	Desgastado por agua o liso debido a fracturas de rocas estratificadas o de grano fino.
Granular	Fractura mostrando tamaño de granos redondeados cuasi uniformes.
Áspero	Fractura de roca de grano fino o medio que contiene componentes cristalinos no fácilmente visibles.
Cristalino	Contiene componentes cristalinos fácilmente visibles.
Panal	Con poros y cavidades visibles.

Fuente: (Mindess,2005)

En general, los agregados más angulares proporcionan la mayor resistencia. Esto se debe a que las partículas tienen un camino más difícil para viajar cuando se rompen, y este tipo de agregado también crea más fricción interna entre las partículas y el concreto. Se requieren una mayor resistencia a la tracción y a la compresión, y se prefieren las partículas gruesas angulares.

Tabla 2. Clasificación de los agregados según su forma

CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
Redondeado	Completamente moldeado por desgaste.
Irregular	Naturalmente irregular o parcialmente desgastada con redondeados.
Angular	Posee bordes bien definidos formados en las caras más o menos planas.
Laminar	Material en donde el espesor es pequeño en relación con las otras dos dimensiones.
Alargado	Material normalmente angular, en donde la longitud es considerablemente mayor que las otras dimensiones.
Laminar y Alargado	Material que tiene la longitud considerablemente mayor que el ancho y el ancho considerablemente mayor que el

Fuente: (Mindess,2005).

La **granulometría y la gradación de los agregados** se refieren a su distribución granulométrica. Esta pertenencia es muy significativa para el cambio fresco del hormigón. El tamaño de partícula es el repartimiento cuantitativo de distintas dimensiones de partículas en las fracciones que pasan por tamices de diferentes orificios estándar y también se representa mediante curvas de tamaño de partículas. Dentro de esa curva, coloca los límites de tamaño de partícula en la fracción de los agregados grueso y fino. Un tamaño de partícula definido se denomina zona de tamaño de partícula. Los agregados que están adentro de este límite se piensan bien ordenados, lo que resulta en un excelente comportamiento plástico del concreto.

La norma NTP 400.012 precisa los sucesivos **parámetros** claves para el diseño de la mezcla procedentes del análisis de granulometría:

- ✓ **Tamaño Máximo y el Tamaño Máximo Nominal (TM y TMN):** Tamaño máximo del agregado. Se refiere al tamiz más grande a través del cual pasa toda la muestra de agregado grueso. El Tamaño Máximo Nominal indica el tamiz más grande en el que se forma el primer material retenido.
- ✓ **Módulo de Fineza (MF):** El coeficiente de finura es un factor empírico que a menudo se utiliza como indicador de la finura general. Calculado en centésimas del porcentaje de material acumulado que queda en las pantallas utilizadas para el análisis del tamaño de partículas: #100, #50, #30, #16, #8, #4, 3/8", 3/4", 1 1/2" y mayores en una proporción de 2:1 para cada agregado. La siguiente es una clasificación de las arenas comúnmente utilizadas en el concreto, donde el módulo granulométrico es un valor de referencia:

Tabla 3. Categorización de fineza de la arena para concreto, usando el MF

MF	FINURA DE LA ARENA
< 1.0	Muy fina
1.0 – 2.0	Fina
2.0 – 2.9	Media
2.9 – 3.5	Gruesa
> 3.5	Muy gruesa

Fuente: (Mindess,2005)

El agua se absorbe en el cuerpo de las partículas debido a la porosidad del agregado. Además, puede retener la humedad como una capa de húmeda por encima del ras de la partícula. Es importante tener información fidedigna del **contenido de humedad** de los agregados porque puede afectar la dependencia efectiva cemento/agua de la mezcla, lo que reduce la trabajabilidad del concreto; Por el contrario, si existe un exceso de agua en la superficie del árido, que se añade a la pasta al aumentar la relación agua-cemento del hormigón, puede reducir su resistencia mecánica de este material.

Los cuatro estados de humedad de los agregados se definen de la siguiente manera:

- ✓ Secado en horno (OD): Toda la humedad se elimina del agregado calentándolo a 105°C en un horno. El calentamiento durante la noche suele ser suficiente. Todos los poros están libres de agua.
- ✓ Secado al Aire (AD): Toda la humedad se elimina de la superficie, pero los poros internos se llenan parcialmente con agua.
- ✓ Sequedad Superficial Saturada (SSD): Todos los poros están totalmente saturados de agua, sin embargo, no hay una capa de agua en la superficie de los agregados.
- ✓ Humectante (Saturado/Wet): Todos los poros del relleno se llenan de agua, formando una película de agua en la superficie del relleno.

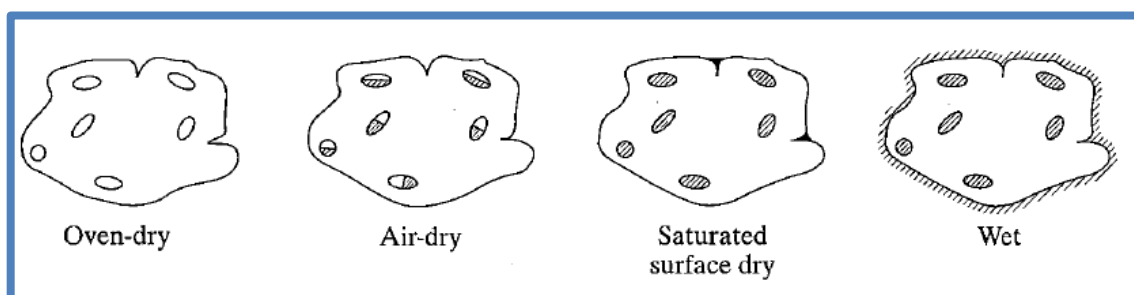


Figura 1. Estados de la humedad de los agregados

Fuente: (Mindess, y otros, 2003)

El **peso unitario**, es la medición del volumen de una cierta suma dada de agregado utilizada por una mezcla de concreto, incluido el volumen de las partículas de los agregados y el espaciamiento entre las partículas del agregado. Se determina esta

propiedad colocando una muestra a granel en una vasija de volumen y peso conocido. Está claro que el nivel de compresión cambia el número de agujeros y por lo tanto la gravedad específica.

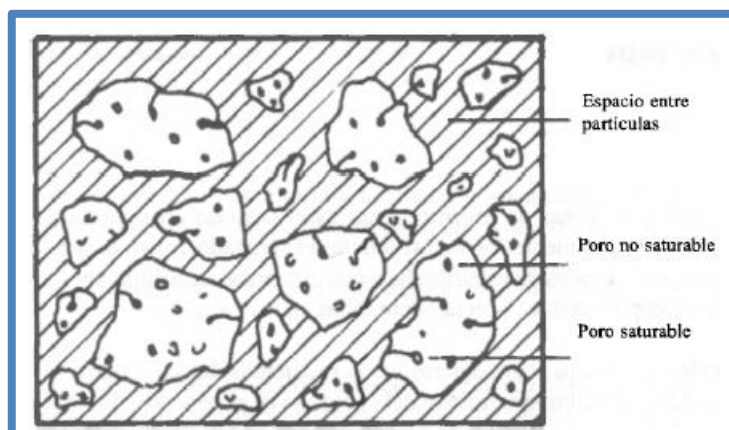


Figura 2. Esquemización del peso unitario

Fuente: (INDECOPI, 2003)

Es por todo esto que preexisten 2 características de pesos unitarios, los mismos que especificaremos a continuación:

- ✓ Peso Unitario Compactado: En este método, en un recipiente de volumen conocido se colocan tres capas de agregado seco, cada capa se comprime 25 veces con un pisón, se aplanan la superficie y se pesa el recipiente y su contenido. Reste la masa del contenedor para obtener la masa del agregado, y la gravedad específica de compresión es la masa obtenida dividida por el volumen del contenedor.
- ✓ Peso Unitario Suelto: Para determinar el peso de una unidad grande, llene el recipiente hasta su capacidad con una pala, nivélelo y mida la masa. El resultado final será el mismo que el método anterior. Esta propiedad está directamente relacionada con el contenido de humedad del alimento. Como resultado, el volumen aumenta y la gravedad específica disminuye. Este fenómeno se denomina "hinchamiento" y no representa un gran problema cuando los áridos utilizados en las mezclas de hormigón se procesan en grandes cantidades. Sin embargo, para la dosificación volumétrica, este aumento debe tenerse en cuenta debido a las diferencias en el contenido de agua entre las partículas.

Un **pavimento asfáltico regenerado** se incorpora a la organización de la vía, comúnmente al pavimento asfáltico, pero asimismo se consigue incorporar a los cimientos o subestructuras de nuevas estructuras de pavimento. El **reciclaje de pavimentos**, Esta técnica ha estado en desarrollo desde principios del siglo XX, pero se utilizó más considerablemente en Estados Unidos en la década de 1970. Inicialmente, el proceso de reciclaje consistía en retirar material, transportarlo a una fábrica y agregar agregado primario, asfalto y aditivos como plastificantes y regenerantes. Esto se hace para restaurar las pertenencias químicas, físicas y funcionamientos del asfalto a niveles aceptables de desempeño. Sin embargo, este proceso de reciclaje requiere múltiples vuelos desde el sitio hasta la fábrica, por lo que se han desarrollado nuevos métodos que permiten instalar equipos en el área de trabajo para ejecutar el juicio de reciclamiento en el sitio (caliente o frío).

El reciclamiento ahora se realiza en líneas de trabajo utilizando una variedad de equipos, comenzando con la trituración y extracción del material (que también logra contener un juicio de derretimiento por ardor), continuo de la mezcla, el apilamiento de consolidación y la compactación. Dentro de una sola línea de trabajo, se puede abrir un movimiento en cuestión de horas.

El reciclaje de aceras existente incluye una variedad de técnicas de reciclaje destinadas a maximizar el uso de materiales viejos de aceras y calzadas, y se ha utilizado para la rehabilitación estructural de pavimentos desde la dificultad energética del período de 1970. Para el trabajo de campo, durante la última década se han originado cambios significativos en la maquinaria y los métodos de edificación manejados en la construcción (como máquinas especializadas para el trabajo), lo que ha permitido el desarrollo y mejora de estos métodos.

Tanto el trabajo realizado y la experiencia adquirida durante la última década como la necesidad de considerar métodos alternativos de reciclaje por razones medioambientales, de seguridad vial y económicas en los proyectos de construcción de carreteras, han llevado al desarrollo de especificaciones de reciclaje para pavimentos de baldosas.

Los métodos clásicos tienen un importante inconveniente: los pavimentos antiguos sin problemas estructurales graves se componen de una capa inferior más o menos

saludable y una capa superficial desgastada. La distribución de una nueva capa sobre el antiguo asfalto sin ningún tratamiento supone que la capa intermedia del nuevo pavimento se dañe, pierda sus pertenencias mecánicas y se convierta en un elemento no deseado que afecta a su normal funcionamiento. Actualmente, muchas capas de desgaste están siendo reforzadas debido a un mal ajuste. Reciclar esta capa dañada antes de aplicar una nueva capa superficial garantiza una buena integridad estructural, una mayor durabilidad y un mejor servicio para los usuarios en todo el pavimento.

Como se mencionó anteriormente, al comparar la producción y el reciclaje de hormigón asfáltico, los beneficios ambientales son limitados primordialmente por el dispendio de los capitales y la energía, y los procesos externos.

El reciclaje del pavimento reduce el dispendio de los **capitales naturales** como el árido pétreo. La recuperación de las superficies de las carreteras existentes minimiza los escasos y la extenuación de los recursos naturales.

El uso de RAP reduce la necesidad de ensamblajes de anteras primarias. Si se reutiliza el agregado existente en la capa superficial, la nueva superficie de asfalto requiere 6% de asfalto, pero solo 1-3% de asfalto. En un estudio de caso de rehabilitación en Perú, la nueva formulación requirió una reducción del 93% en el agregado primario.

A continuación, un artículo anterior elaborado en la Universidad de Santander de Colombia, estableció la tasa de dispendio de áridos en relación al porcentaje de áridos regenerados. Las consecuencias se exponen en la sucesiva tabla:

Tabla 4. La adición de algunos porcentajes de material regenerado para asfalto caliente cambia y varía el consumo de agregados.

% AGREGADO RECICLADO	ÍNDICE DE VARIACIÓN EN EL CONSUMO DE AGREGADO	CONSUMO DE MATERIALES (TN)
0	1.12	4,426,240
5	1.06	4,189,120
10	1.00	3,952,000
20	0.89	3,517,280

Fuente: (Perfil tecnologico ambiental de la industria de mezclas asfálticas en Colombia., 2000)

En términos de **transportación**, PAR reduce la cantidad de viajes de negocios al reducir los principales cargos bancarios a través de la reutilización de materiales. Por lo tanto, el uso de combustible se reduce al reducir la cantidad de viajes de camión necesarios para mover todo el material a través de la nueva carretera.

Además, esta tecnología disminuye el consumo de energía utilizada en la producción de mezclas de concreto asfáltico, ya que agregar una mezcla de 15% a una mezcla caliente o tibia reduce la intensidad energética entre un 13 y un 14 %.

Tabla 5. Disminución del dispendio de energía y emisiones mediante el uso del RAP

	CONSUMO DE ENERGÍA		EMISIONES DE CO2	
	(MJ/m3)	(%)	(KgeqCO2/m3)	(%)
Mezcla Virgen				
Agregados	234.15	10.83%	16.58	15.25%
Conglomerante de asfalto	1,564.89	72.41%	88.87	81.75%
Bacheo	362.16	16.76%	3.26	3.00%
TOTAL	2,161.20	100%	108.71	100%
Mezcla 30% RAP				
Agregados	182.55	9.79%	12.93	14.81%
Conglomerante de asfalto	1,230.69	66.03%	69.89	80.07%
Bacheo	403.97	21.67%	3.64	4.17%
Preparación del RAP	46.74	2.51%	0.83	0.95%
TOTAL	1,863.95	100%	87.29	100%
Diferencia				
Agregados	51.60	22.04%	3.65	22.01%
Conglomerante de asfalto	334.20	21.36%	18.98	21.36%
Bacheo	-41.81	-11.54%	-0.38	-11.66%
TOTAL	343.99	16.00%	22.25	20.00%

Fuente: (Assessment of lifeCycle Energy Saving and Carbon Reudction of Using Reclaimed Asphalt Concrete, 2015)

Las **emisiones** están claramente relacionadas con el dispendio de energía en el envío de materiales como en la elaboración de asfalto, pero la producción de materiales también genera polvo y partículas en el aire. Debido a los productos químicos utilizados, se generan fluidos dañinos para el medio ambiente incluso durante la elaboración de la mezcla. Por lo tanto, ambos casos son perjudiciales para la salud. Los estudios han manifestado que RAP consigue apoyar a disminuir las emisiones.

De los estudios ejecutados, los resultados se exponen en la siguiente tabla:

Tabla 6. Diferencia en emisiones de CO2 agregados RAP y vírgenes a una temperatura de descarga de 300°F por tonelada de HMA (lbs)

CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	CONTENIDO RAP (%)				
	10	20	30	40	50
01	-2.0	0.5	2.9	5.6	9.0
02	-1.9	0.7	3.2	6.1	9.5
03	-1.8	1.0	3.6	6.5	10.1
04	-1.7	1.2	3.9	7.0	10.7
05	-1.6	1.5	4.3	7.4	11.3

Fuente: Frederick, G., & Tario, J. D. (2009)

Los métodos tradicionales producen un 55,4% más de CO2 que el asfalto regenerado porque los métodos tradicionales requieren más maquinaria para rehabilitar las carreteras. Los materiales existentes que no se utilizan para pavimentar se convierten en residuos. Los estudios muestran que los métodos tradicionales de recolección generan 1,63 veces más residuos que los métodos de reciclaje in situ. En este sentido, se han realizado pocas investigaciones que muestren más resultados en la disminución de residuos como subproducto de la reparación de vías.

La cuantificación de los impactos ambientales brinda a los tomadores de disposiciones las instrumentales y los fichas para valorar los bienes de RAP. Basado en una variedad de factores considerando evaluaciones de visión a corto y largo plazo, se puede desarrollar un índice para evaluar el impacto del período de vida de los pavimentos de asfalto. Mientras se equilibran ambas visiones. La siguiente tabla muestra la visión que posibilita la construcción del indicador.

Tabla 7. Matriz para la construcción del indicador de impacto del RAP

FACTORES	VISIÓN DE LOS EFECTOS		
	CORTO PLAZO	LARGO PLAZO	BALANCE
Calidad del ecosistema	25%	50%	40%
Salud humana	55%	30%	30%
Recursos	20%	20%	30%

Fuente: Blankendaal et al.

III.METODOLOGÍA

3.1.Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

Considerando los parámetros y objetivos del proyecto de investigación, se eligió el tipo de investigación aplicada, porque este tipo de investigación pretende encontrar una solución a un problema en una situación específica.

3.1.2. Diseño de investigación

La exploración aplica el bosquejo experimental, las variables están relacionadas de alguna manera, no se eligen al azar y se compara el período de estudio hasta la conclusión final con las hipótesis correspondientes.

3.2. Variables y Operacionalización

VARIABLE INDEPENDIENTE:

X1: Reutilización de carpeta asfáltica

Definición conceptual:

Es un material que sufre un proceso de envejecimiento y endurecimiento progresivo a lo largo de la vida del producto. Estos son diferentes mecanismos que determinan las pertenencias del aglutinante. (Mezclas asfálticas con RAP: Pavimentos asfálticos reciclados, 2019)

Definición operacional:

Para obtener el agregado de la carpeta asfáltica reciclada se procede a realizar un lavado asfáltico, para posteriormente realizar los ensayos respectivos para verificar y determinar el estado en que se encuentran.

Dimensiones:

- ✓ Estado del agregado grueso de la carpeta asfáltica
- ✓ Pertenencias mecánicas y físicas

Indicadores:

- ✓ Firmeza a la abrasión, gravedad determinada, peso unitario, y absorción

- ✓ Dimensión del agregado

Escala de medición:

De razón o equilibrio

VARIABLE DEPENDIENTE:

Y1: diseño de mixtura de concreto

Definición conceptual:

“Es la composición más hábil y financiera de los áridos aprovechables: agua, cemento y posibles agregados para obtener una mezcla con la manejabilidad requerida. Cuando se cura a una velocidad suficiente, proporciona las pertenencias de firmeza y constancia requeridas para este prototipo de construcción en la que se utiliza”. (Rivera L., 2020)

Definición operacional:

Las características de los áridos, tanto bituminosos como naturales, se determinarán mediante ensayos de laboratorio tales como: peso determinado, densidad e hidratación; peso determinado para determinar la composición de la mezcla.

Dimensiones:

- ✓ Diseño de mezcla
- ✓ Resistencia de concreto

Indicadores:

- ✓ Dosificación
- ✓ Rotura de probetas

Escala de medición:

De razón o proporción

3.3. Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis

3.3.1. Población

Este estudio se considera como población la Ciudad de Piura, aplicando mezclas

de concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ en los diferentes proyectos de ingeniería.

3.3.2. Muestra

Se evaluarán 09 probetas por cada diseño de mezcla de concreto convencional, reemplazando el agregado grueso natural por el obtenido de la carpeta asfáltica en 2%, 4% y 6% por los tres tiempos de rotura, que son a los 07, 14 y 28 días; logrando un total de 108 probetas

3.3.3. Muestreo

De las 108 probetas obtenidas, solo se evaluarán 03 probetas por cada diseño de mezcla por los tres tiempos de rotura, haciendo un total de 36 probetas, se detalla a continuación:

Tabla 8. Total, de Muestreo de Probetas

DISEÑO DE MEZCLA	TIEMPO DE ROTURA			PARCIAL
	07 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS	
Convencional	03	03	03	09
Reemplazando el 2%	03	03	03	09
Reemplazando el 4%	03	03	03	09
Reemplazando el 6%	03	03	03	09
TOTAL				36

Fuente: Elaboración propia, 2023

3.3.4. Unidad de análisis

Se considerará el total de 108 probetas para evaluar su resistencia, de acuerdo al diseño de mezcla que se establezca.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Manejaremos la habilidad de la observación y exámenes gráfico para evaluar cada hipótesis, y como instrumento utilizaremos una ficha de registro proporcionada por el laboratorio correspondiente, donde se elaboraron las pruebas.

Tabla 9. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

HIPÓTESIS	FICHA DE REGISTRO
El estado del agregado grueso de carpeta asfáltica reciclada, influye positivamente en el diseño de mezcla de concreto en la ciudad de Piura, 2023	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Abrasión Los Ángeles ✓ Peso Unitario ✓ Gravedad Específica y Absorción
Las propiedades físicas y mecánicas de los agregados obtenidos de los agregados naturales y los agregados obtenidos de la carpeta asfáltica influyen negativamente en el diseño de mezcla de concreto en la ciudad de Piura, 2023	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Análisis granulométrico
Reemplazando el 2%, 4% y 6% del agregado grueso natural de la carpeta asfáltica obtenemos un mejorado diseño de mezcla de concreto convencional en la ciudad de Piura, 2023	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Dosificación de concreto
Sustituyendo el 2%, 4% y 6% del agregado grueso natural de la carpeta asfáltica obtenemos una alta resistencia del diseño de mezcla de concreto en la ciudad de Piura, 2023	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Resistencia de concreto

Fuente: Elaboración propia, 2023.

3.5. Procedimientos.

Para evaluar el **estado del agregado grueso de la carpeta asfáltica reciclada**, primero procederemos a quitar la carpeta asfáltica en mal estado y realizar un lavado asfáltico para separar los agregados del asfalto. Una vez realizada la separación, se procederá a realizar los ensayos para la evaluación del agregado grueso conforme a los ensayos: Abrasión Los Ángeles, Peso unitario, Gravedad específica y absorción.

Asimismo, para determinar las **pertenencias físicas y mecánicas** de los agregados naturales y los obtenidos de la carpeta asfáltica, se procederá a realizar la prueba de Análisis Granulométrico para determinar la Curva Granulométrica y el tamaño de las partículas.

Una vez, obtenido las consecuencias de las pruebas anteriores, para diseñar la

mezcla de concreto, procederemos a reemplazar los datos en la ficha Excel para realizar la dosis correspondiente para un concreto de resistencia $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ convencional y de agregados naturales obtenidos de la carpeta asfáltica en 2%, 4% y 6%.

Después de haber obtenido la dosificación de mezcla, se procederá a evaluar la resistencia del concreto conforme la rotura de probetas tubulares, las cuales se someterán a compresión a los 28, 14 y 7 días.

3.6. Método de análisis de datos

Obtenidos los resultados, procedemos a analizarlos en formato Excel, los que serán proporcionados por el laboratorio de la empresa Geoslide Servicios Generales EIRL.

3.7. Aspectos éticos

El actual trabajo de exploración, considero como principal iniciación, respetar la normativa de la guía vigente de la UCV. En cuanto, a la elaboración del marco teórico y realidad problemática, se usó las normas ISO 690, tomando como referencia el año y autor de la investigación, el cual será verificado utilizando el software TURNITIN.

IV. RESULTADOS

Para desarrollar este plan de exploración cuyo objetivo primordial es “**Diseñar la mezcla de concreto reutilizando carpeta asfáltica en la ciudad de Piura, 2023**”, se evaluarán las hipótesis específicas de cada teniendo en cuenta los parámetros y procedimientos planteados anteriormente

Como primer objetivo tenemos “**Determinar el estado de los agregados naturales y obtenidos de la carpeta asfáltica reciclada en la ciudad de Piura, 2023**” primero se realizará el lavado asfáltico de la muestra de carpeta asfáltica para separar los agregados finos, agregados gruesos y asfalto, así como la cantidad de ellos.

Luego de separar los finos y gruesos procederemos a realizar su evaluación correspondiente; primero se procederá a realizar la prueba de Fricción Los Ángeles al agregado grueso, para computar la resistencia al deterioro de éste, en donde, se estableció una sucesión tipo A manejando 12 esferas, las cuales, se introducirán junto a la muestra de agregados en el tambor metálico y se pondrá a girar completando las 500 vueltas con una rapidez de 30 a 33 rpm.

Así mismo, se procedió a realizar el mismo ensayo a los agregados gruesos provenientes de canteras, los cuales, se calculará la resistencia al desgaste mediante las mismas características que el agregado grueso proveniente de carpeta asfáltica, dando los siguientes resultados:

Tabla 10. Resultados del Ensayo de Abrasión Los Ángeles de los agregados gruesos naturales y regenerados

	AGREGADO GRUESO	
	RECICLADOS	NATURALES
TIPO DE GRADACIÓN	A	A
PESO TOTAL	5000	5000
PESO OBTENIDO	4120	4000
Nº DE ESFERAS	12	12
Porcentaje Obtenido	17.6	24.9

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Comentario:

Nos muestra los resultados del Ensayo de Abrasión Los Ángeles de los agregados naturales y regenerados, donde nos indica el peso inicial de ambas muestras de 5000 gr., sin embargo, después de realizado el ensayo, se obtiene un peso de 4120 gr. y porcentaje obtenido de 17.6 en los agregados gruesos regenerados de la carpeta asfáltica (**Ver Anexo 02, Figura 4**) y un peso de 4000 gr. y porcentaje obtenido de 24.9% en los agregados gruesos naturales (**Ver Anexo 02, Figura 3**). Lo que se concluye que, siendo un agregado regenerado, su porcentaje de resistencia al desgaste será menor debido que ya ha sido usado para la mezcla asfáltica, perdiendo su propiedad.

De la misma manera, procederemos a realizar el similar de arena, cuyo ensayo manifiesta la concerniente proporción del contenido de polvos finos, nocivos o arcilloso en un sedimento seco de suelo, dando como resultado lo siguiente:

Tabla 11. Resultados del Ensayo de Equivalente de Arena de los agregados gruesos naturales y regenerados

MUESTRAS	AGREGADO FINO	
	RECICLADOS	NATURALES
MUESTRA 01	88	90
MUESTRA 02	87	92
Porcentaje Obtenido	88	91

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Comentario:

Se visualiza el cálculo de dos muestras de agregados finos, tanto los naturales como los regenerados, para sacar valor promedio de ellos; en donde, el porcentaje obtenido de Equivalente de Arena en agregados regenerados es del 88% (**Ver Anexo 02, Figura 6**); mientras que, en los agregados naturales se obtuvo el 91% (**Ver Anexo 02, Figura 5**), concluyéndose que, los agregados regenerados cuentan con menor contenido de arcillas e impurezas que los naturales, debido que los primeros han sido procesados y lavados.

Para determinar el segundo objetivo denominado “**Determinar las pertenencias**

mecánicas y físicas de los agregados naturales y los agregados obtenidos de la carpeta asfáltica en la ciudad de Piura, 2023”, iniciaremos con realizar las pruebas a los agregados finos naturales y los agregados gruesos naturales, así como el reemplazo de éstos por los agregados gruesos regenerados en un 2%, 4% y 6%. Primero calcularemos las pertenencias del agregado grueso necesarias para determinar el croquis de mezcla convencional y reemplazando el 2%, 4% y 6%; por lo tanto, iniciaremos con el peso unitario, cuyo ensayo se realiza para establecer la densidad de un agregado en su situación suelta o compactada.

Tabla 12. Resultados del Ensayo de Peso Unitario de los agregados gruesos naturales y regenerados

ENSAYO	NATURAL	REEMPLAZANDO EL		
		2%	4%	6%
PESO UNNITARIO SUELTO	1479	1421	1404	1380
PESO UNITARIO COMPACTADO	1552	1531	1522	1509

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Comentario:

Se aprecia los efectos del Peso Unitario Compactado y Suelto, tanto de los agregados gruesos naturales y la proporción de los agregados naturales siendo reemplazados en un porcentaje determinado por los agregados regenerados; donde concluimos que mientras más porcentaje se reemplace por agregados de la carpeta asfáltica reciclada a los agregados naturales, su valor disminuirá debido que ya han sido procesados y son de pequeño cuerpo. **(Ver Anexo 03, Figura 7, 8, 9 y 10).**

Como segundo ensayo realizaremos el Peso específico y Absorción, en donde procederemos a seleccionar la muestra y a pesar 2Kg de ella, dejaremos saturando por 24 horas continuas; al siguiente día, removeremos el agua y secarlo con un paño grande hasta no contar ni visualizar ninguna muestra de agua, después, se anota el peso.

Tabla 13. Resultados del Ensayo de Peso Específico y Absorción de los agregados gruesos naturales y regenerado

ENSAYO	NATURAL	REEMPLAZANDO EL		
		2%	4%	6%
PESO ESPECIFICO	2.500	2.778	2.941	3.023
% ABSORCION	0.81	1.01	1.3	1.58

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Comentario:

Del dato del peso determinado y el porcentaje de absorción va aumentando de acuerdo a cómo va incrementando la proporción de sustitución del agregado natural por el agregado regenerado; lo que quiere decir, que, para el diseño de mezcla con mayor porcentaje de reemplazo, más agua será necesario a utilizar. **(Ver Anexo 03, Figura 11, 12, 13 y 14).**

A pesar de que no se realizará la renovación del agregado fino originario por el regenerado, igualmente, procederemos a realizar el análisis de sus pertenencias para verificar su volumen, contenido de vacíos, absorción; los cuales, se detallan a continuación:

Tabla 14. Resultados de los Ensayos de los agregados finos naturales y regenerado

ENSAYOS	AGREGADO FINO	
	NATURAL	RECICLADO
PESO UNITARIO SUELTO	1527	1218
PESO UNITARIO VARILLADO	1641	1380
GRAVEDAD ESPECIFICA	2.819	3.241
% ABSORCION	0.796	1.743

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Comentario:

Visualizamos que en los Ensayos de Peso Unitario el valor del agregado fino regenerado disminuye a comparación del natural, debido que se encuentran ya procesados y son de menor tamaño nominal. **(Ver Anexo 03, Figura 15, 16).** Sin

embargo, en el ensayo de Gravedad Especifica y Absorción acrecienta en la modelo lograda de la carpeta asfáltica, debido que ya perdió su humedad natural, queriendo más comprendido de agua en la mezcla de concreto. **(Ver Anexo 03, Figura 17, 18).**

Una vez, calculado las pertenencias físicas mecánicas de los agregados, procederemos a desarrollar el siguiente objetivo designado **“Determinar el diseño de mezcla de concreto convencional y reemplazando el 2%, 4% y 6% del agregado grueso natural por el obtenido de la carpeta asfáltica en la ciudad de Piura, 2023”**, para ello, tendremos considerado la fuerza de compresión ($F'c$) de 280 kg/cm² apoyándonos en el procedimiento ACI (comité 211). En primer lugar, para diseño de mezcla, se computará la resistencia media:

Tabla 15. Resistencia promedio

Resistencia especificada $F'c$ (Kg/cm ²)	Resistencia requerida $F'cr$ (Kg/cm ²)
$F'c < 210$	$F'cr = F'c + 70$
$210 \leq F'c \leq 350$	$F'cr = F'c + 85$
$F'c > 350$	$F'c = 1.10 * F'c + 50$

Fuente: Método ACI (Comité 211), 2023.

Para una resistencia de diseño de 280 Kg/cm² se considera acrecentar el componente de 85 Kg/cm², obteniendo 1 resistencia promedio solicitada de 365 Kg/cm². Después se viene a computar la correlación cemento/agua (c/a) en base la **“Tabla 16”**, para bienes intermedios se debe intercalar.

Tabla 16. Relación agua / cemento

F'c	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
450	0.38	-
400	0.43	-
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.60
150	0.80	0.71

Fuente: Método ACI (Comité 211), 2023.

$$400 \rightarrow 0.43$$

$$365 \rightarrow X$$

$$350 \rightarrow 0.48$$

$$\frac{400-350}{400-365} = \frac{0.43-0.48}{0.43-X}$$

$$\frac{50}{35} = \frac{-0.05}{0.43-X}$$

$$X = 0.47$$

Se logró que la analogía cemento/agua (c/a) es de 0.47, para lo cual no se ha considerado la inscripción de aire en el croquis, se conseguirá el % de aire descubierto en base a la “**Tabla 17**”.

Tabla 17. Contenido de aire atrapado

Tamaño máximo nominal	Aire atrapado (%)
3/8"	3.00
1/2"	2.50
3/4"	2.00
1"	1.50
1 1/2"	1.00
2"	0.50
3"	0.30
6"	0.20

Fuente: Método ACI (Comité 211), 2023.

Se supone que el agregado grueso de 1/2 pulgada es el tamaño máximo nominal. También se consideró un diseño mixto con una consistencia plástica para asegurar el trabajo del concreto con un sostenimiento de 1 a 3 pulgadas para mantener un volumen de agua uniforme, a modo se muestra en la “Tabla 18”.

Tabla 18. Asentamiento para diversos Tipos de Estructuras

Tipo de estructuras	Asentamiento (Pulg.)	
	Máximo	Mínimo
Zapatas y muros de cimentación reforzados	3"	1"
Cimentaciones simples y calzaduras	3"	1"
Vigas y muros armados	4"	1"
Columnas	4"	1"
Muros, pavimentos y losas	3"	1"
Concreto Ciclópeo	2"	1"

Fuente: Método ACI (Comité 211), 2023.

El volumen unitario de agua es 200 lt, por lo tanto, tomando en cuenta la relación de a/c, podremos calcular el peso del cemento:

$$\frac{A}{C} = 0.47$$

$$\frac{200}{C} = 0.47$$

$$C = 425.5 \text{ kg}$$

Para calcular el Factor Cemento, se expresa con la siguiente fórmula:

$$\frac{425.5 \text{ Kg}}{42.5 \text{ Kg}} = 10.01 \text{ Bolsas.}$$

Teniendo los valores comunes entre los diferentes diseños de mezcla de concreto, procederemos a ejecutar los diferentes diseños de mezcla de concretos

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CONVENCIONAL

Por lo tanto, el agregado grueso natural proviene de la cantera Cerro Mocho de la ciudad de Sullana, donde tiene un Peso Unitario Suelto de 1479 Kg/m³ y Peso específico de 2500Kg/m³ proporcionando así, un 2.50% de aire acumulado en la composición.

Inmediatamente de determinar el elemento cemento, conseguimos el volumen absoluto de agregados, logrando que:

$$1\text{m}^3 - \sum \text{Vol. Cemento} + \text{Vol. Agua} + \text{Vol. Aire}$$

Donde:

- $\text{Vol. Cemento} = \frac{425.5 \text{ Kg}}{2940 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}} = 0.145 \text{ m}^3$
- $\text{Vol. Agua} = \frac{200 \text{ lt}}{1000 \frac{\text{lt}}{\text{m}^3}} = 0.2 \text{ m}^3$
- $\text{Vol. Aire} = 2.5\% = 0.025$

Reemplazando los datos en el procedimiento, se obtiene que el volumen absoluto de los agregados es 0.630 m³. Teniendo los porcentajes, así como para el agregado grueso del mismo modo para el agregado fino:

$$\text{Fino} = 0.630 \text{ m}^3 \times 42\% = 0.265 \text{ m}^3 \times 2819 = 746.22 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}.$$

$$\text{Grueso} = 0.630 \text{ m}^3 \times 58\% = 0.366 \text{ m}^3 \times 2500 = 913.879 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$

Para obtener los datos corregidos de los pesos de los compendios de mezcla se computará de la sucesiva forma:

- $Agregado\ Grueso = Peso\ Seco \times \left(1 + \left(\frac{\% Humedad\ Natural}{100} \right) \right)$
 $Agregado\ Grueso = 913.9 \times \left(1 + \frac{1.73}{100} \right) = 929.7\ Kg/m^3$
- $Agregado\ Fino = Peso\ Seco \times \left(1 + \left(\frac{\% Humedad\ Natural}{100} \right) \right)$
 $Agregado\ Fino = 746.2 \times \left(1 + \frac{1.92}{100} \right) = 760.5\ Kg/m^3$
- $Agua = Peso\ Seco\ Agua - \left[\left(\frac{\% Humedad\ Af - \% Absorción\ Af}{100} \times Peso\ Seco \right) - \left(\frac{\% Humedad\ Ag - \% Absorción\ Ag}{100} \times Peso\ Seco \right) \right]$
- $Agua = 200 - \left[\left(\frac{1.92 - 0.80}{100} \times 746.2 \right) + \left(\frac{1.73 - .81}{100} \times 913.9 \right) \right] = 183.2\ Kg/m^3$

Las consecuencias conseguidas se trazarán en la “**Tabla 19**”

Tabla 19. Pesos de los elementos Kg/m3 de la mezcla convencional

Elementos	Secos	Corregidos
Cemento	425.5	425.5
Agregado fino	746.2	760.5
Agregado grueso	913.9	929.7
Agua	200.0	183.2

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Comentario:

En presente tabla se puede representar la dosis de los materiales a utilizar en 1m³, donde el importe de cemento es 424.5 Kg, de agregado grueso y fino es de 760.5 Kg y 929.7 Kg proporcionalmente; y 183.2 Lts de agua. **(Ver Anexo 03, Figura 19)**

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO REEMPLAZANDO EL 2% DE AGREGADO GRUESO NATURAL POR EL REGENERADO

Por lo tanto, el agregado grueso modificado con el 2% de agregado obtenido por

carpeta asfáltica reciclada, donde tiene un Peso Unitario Suelto de 1421 Kg/m³ y Peso específico de 2778Kg/m³ proporcionando así, un 2.50% de aire acumulado en la composición.

$$1m^3 - \sum Vol. Cemento + Vol. Agua + Vol. Aire$$

Donde:

$$\text{➤ } Vol. Cemento = \frac{425.5 Kg}{2940 \frac{Kg}{m^3}} = 0.145 m^3$$

$$\text{➤ } Vol. Agua = \frac{200 lt}{1000 \frac{lt}{m^3}} = 0.2 m^3$$

$$\text{➤ } Vol. Aire = 2.5\% = 0.025$$

Reemplazando los datos en el procedimiento, se obtiene que el volumen absoluto de los agregados es 0.630 m³. Teniendo los porcentajes, así como para el agregado grueso del mismo modo para el agregado fino:

$$Fino = 0.630 m^3 \times 42\% = 0.265 m^3 \times 2819 = 746.22 \frac{Kg}{m^3}.$$

$$Grueso = 0.630 m^3 \times 58\% = 0.366 m^3 \times 2778 = 1,015.50 \frac{Kg}{m^3}$$

Para obtener los datos corregidos de los pesos de los elementos de mezcla se calculará de la siguiente forma:

$$\text{➤ } Agregado Grueso = Peso Seco \times \left(1 + \left(\frac{\% Humedad Natural}{100} \right) \right)$$

$$Agregado Grueso = 1,015.5 \times \left(1 + \frac{1.69}{100} \right) = 1,032.7 Kg/m^3$$

$$\text{➤ } Agregado Fino = Peso Seco \times \left(1 + \left(\frac{\% Humedad Natural}{100} \right) \right)$$

$$Agregado Fino = 746.2 \times \left(1 + \frac{1.92}{100} \right) = 760.5 Kg/m^3$$

$$\text{➤ } Agua = Peso Seco Agua - \left[\left(\frac{\% Humedad Af - \% Absorción Af}{100} \times Peso Seco \right) - \left(\frac{\% Humedad Ag - \% Absorción Ag}{100} \times Peso Seco \right) \right]$$

$$\text{➤ } \textit{Agua} = 200 - \left[\left(\frac{1.92-0.80}{100} \times 746.2 \right) + \left(\frac{1.69-1.01}{100} \times 1,015.5 \right) \right] = 184.7 \text{ Kg/m}^3$$

Las consecuencias logradas se trazarán en la “**Tabla 20**”

Tabla 20. Pesos de los elementos Kg/m³ de mezcla de concreto reemplazando el 2% de agregado grueso natural por el regenerado

Elementos	Secos	Corregidos
Cemento	425.5	425.5
Agregado fino	746.2	760.5
Agregado grueso	1,015.5	1,032.7
Agua	200.0	184.7

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Comentario:

La presente tabla se consigue representar la dosis de los materiales a utilizar en 1m³, donde la suma de cemento es 424.5 Kg, de agregado grueso y fino es de 760.5 Kg y 1,032.7 Kg proporcionalmente; y 184.7 litros de agua. (**Ver Anexo 03 Figura 20**)

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO REEMPLAZANDO EL 4% DE AGREGADO GRUESO NATURAL POR EL REGENERADO

Por lo tanto, el agregado grueso modificado con el 4% de agregado obtenido por carpeta asfáltica reciclada, donde tiene un Peso Unitario Suelto de 1404 Kg/m³ y Peso específico de 2941 Kg/m³ proporcionándonos así, un 2.50% de aire acumulado en la composición.

Luego de determinar el componente cemento, conseguimos el volumen absoluto de agregados, alcanzando que:

$$1\text{m}^3 - \sum \textit{Vol. Cemento} + \textit{Vol. Agua} + \textit{Vol. Aire}$$

Donde:

$$\text{➤ } \textit{Vol. Cemento} = \frac{425.5 \text{ Kg}}{2940 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}} = 0.145 \text{ m}^3$$

$$\text{➤ } Vol. Agua = \frac{200 \text{ lt}}{1000 \frac{\text{lt}}{\text{m}^3}} = 0.2 \text{ m}^3$$

$$\text{➤ } Vol. Aire = 2.5\% = 0.025$$

Reemplazando los datos en el procedimiento, se obtiene que el volumen absoluto de los agregados es 0.630 m^3 . Teniendo los porcentajes, así como para el agregado grueso del mismo modo para el agregado fino:

$$Fino = 0.630 \text{ m}^3 \times 42\% = 0.265 \text{ m}^3 \times 2819 = 746.22 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$

$$Grueso = 0.630 \text{ m}^3 \times 58\% = 0.366 \text{ m}^3 \times 2941 = 1,075.09 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$

Para obtener los datos corregidos de los pesos de los componentes de mezcla se computará de la consecutiva forma:

$$\text{➤ } Agregado Grueso = Peso Seco \times \left(1 + \left(\frac{\% Humedad Natural}{100} \right) \right)$$

$$Agregado Grueso = 1,075.1 \times \left(1 + \frac{1.52}{100} \right) = 1,091.4 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{➤ } Agregado Fino = Peso Seco \times \left(1 + \left(\frac{\% Humedad Natural}{100} \right) \right)$$

$$Agregado Fino = 746.2 \times \left(1 + \frac{1.92}{100} \right) = 760.5 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{➤ } Agua = Peso Seco Agua - \left[\left(\frac{\% Humedad Af - \% Absorción Af}{100} \times Peso Seco \right) - \left(\frac{\% Humedad Ag - \% Absorción Ag}{100} \times Peso Seco \right) \right]$$

$$\text{➤ } Agua = 200 - \left[\left(\frac{1.92 - 0.80}{100} \times 746.2 \right) + \left(\frac{1.52 - 1.30}{100} \times 1,075.1 \right) \right] = 1,091.4 \text{ Kg/m}^3$$

Las consecuencias logradas se trazarán en la “**Tabla 21**”

Tabla 21. Pesos de los elementos Kg/m³ de mezcla de concreto reemplazando el 4% de agregado grueso natural por el regenerado

Elementos	Secos	Corregidos
Cemento	425.5	425.5
Agregado fino	746.2	760.5
Agregado grueso	1,075.1	1,091.4
Agua	200.0	189.2

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Comentario:

La tabla anterior muestra la dosificación de material utilizado por m³. La cantidad de cemento es de 424,5 kg, y las cantidades de árido fino y grueso son de 760,5 kg y 1,091,4 kg respectivamente, y 189,2 litros de agua. **(Ver Anexo 03 Figura 21)**

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO REEMPLAZANDO EL 6% DE AGREGADO GRUESO NATURAL POR EL REGENERADO

Por lo tanto, el agregado grueso modificado con el 4% de agregado obtenido por carpeta asfáltica reciclada, donde tiene un Peso Unitario Suelto de 1380 Kg/m³ y Peso específico de 3023 Kg/m³ proporcionando así, un 2.50% de aire acumulado en la composición.

Luego de determinar el elemento cemento, obtenemos el volumen absoluto de agregados, consiguiendo que:

$$1m^3 - \sum Vol. Cemento + Vol. Agua + Vol. Aire$$

Donde:

- $Vol. Cemento = \frac{425.5 Kg}{2940 \frac{Kg}{m^3}} = 0.145 m^3$
- $Vol. Agua = \frac{200 lt}{1000 \frac{lt}{m^3}} = 0.2 m^3$
- $Vol. Aire = 2.5\% = 0.025$

Reemplazando los datos en el formulario, se obtiene que el volumen absoluto de los agregados es 0.630 m³. Teniendo los porcentajes, así como para el agregado grueso del mismo modo para el agregado fino:

$$Fino = 0.630 m^3 \times 42\% = 0.265 m^3 \times 2819 = 746.22 \frac{Kg}{m^3}.$$

$$Grueso = 0.630 m^3 \times 58\% = 0.366 m^3 \times 3023 = 1,105.06 \frac{Kg}{m^3}$$

Para obtener los datos corregidos de los pesos de los componentes de composición se computará de la sucesiva forma:

- $gregado\ Grueso = Peso\ Seco \times \left(1 + \left(\frac{\% Humedad\ Natural}{100} \right) \right)$
 $Agregado\ Grueso = 1,105.1 \times \left(1 + \frac{1.34}{100} \right) = 1,119.9\ Kg/m^3$
- $Agregado\ Fino = Peso\ Seco \times \left(1 + \left(\frac{\% Humedad\ Natural}{100} \right) \right)$
 $Agregado\ Fino = 746.2 \times \left(1 + \frac{1.92}{100} \right) = 760.5\ Kg/m^3$
- $Agua = Peso\ Seco\ Agua - \left[\left(\frac{\% Humedad\ Af - \% Absorción\ Af}{100} \times Peso\ Seco \right) - \left(\frac{\% Humedad\ Ag - \% Absorción\ Ag}{100} \times Peso\ Seco \right) \right]$
- $Agua = 200 - \left[\left(\frac{1.92 - 0.80}{100} \times 746.2 \right) + \left(\frac{1.34 - 1.58}{100} \times 1,105.1 \right) \right] = 194.3\ Kg/m^3$

Las consecuencias logradas se trazarán en la “**Tabla 22**”

Tabla 22. Pesos de los elementos Kg/m³ de mezcla de concreto reemplazando el 6% de agregado grueso natural por el regenerado

Elementos	Secos	Corregidos
Cemento	425.5	425.5
Agregado fino	746.2	760.5
Agregado grueso	1,105.1	1,119.9
Agua	200.0	194.3

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Comentario:

La presente tabla se puede representar la dosis de los materiales a utilizar en 1m³, donde el importe de cemento es 424.5 Kg, de agregado fino y grueso es de 760.5 Kg y 1,119.9 Kg proporcionalmente; y 194.3 litros de agua. **(Ver Anexo 03 Figura 22)**

Luego de lograr varias dosificaciones según al diseño de la mezcla, “evaluamos la durabilidad del concreto convencional y reemplazamos el 2%, 4% y 6% del agregado grueso originario por agregado grueso obtenido de carpetas asfálticas urbanas de la ciudad de Piura, 2023”, se continuará validando los datos obtenidos en el borrador anterior durante la etapa de elaboración. Para hacer esto, usamos

un cilindro con un \varnothing de 15.0 cm y una h de 30 cm. después prepararemos el concreto, luego ejecutamos el método de asentamiento o Slamp y finalmente vertimos la mezcla en unos moldes de tubo de ensayo.

Tabla 23. Resistencia de las probetas de concreto convencional

Tratamientos	Días	Resistencia del Testigo (Kg/cm ²)
T0	07	212
		210
		214
	14	247
		248
		247
	28	291
		300
		293

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Tabla 24. Resistencia de las probetas de concreto con 2% de agregados de carpeta asfáltica

Tratamientos	Días	Resistencia del Testigo (Kg/cm ²)
T1	07	203
		202
		205
	14	242
		241
		238
	28	283
		284
		281

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Tabla 25. Resistencia de las probetas de concreto con 4% de agregados de carpeta asfáltica

Tratamientos	Días	Resistencia del Testigo (Kg/cm2)
T2	07	192
		191
		191
	14	233
		235
		234
	28	271
		267
		265

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Tabla 26. Resistencia de las probetas de concreto con 6% de agregados de carpeta asfáltica

Tratamientos	Días	Resistencia del Testigo (Kg/cm2)
T3	07	174
		180
		185
	14	233
		230
		232
	28	255
		260
		259

Fuente: Elaboración propia, 2023.

V. DISCUSIÓN

Referente a la resistencia de concreto incluyendo materiales regenerados, tenemos la investigación de (Cesaño Ordoñez, y otros, 2021) “donde prepararon 18 probetas de concreto: 09 ordinarios y 09 de concreto con material regenerado, llegando a la conclusión el concreto base posee un aceptable aguante a la compresión, así mismo, el concreto con agregado regenerado presenta un incremento del 2.5 – 2.0% respecto al convencional. Sin embargo, en nuestro estudio al reemplazar los agregados regenerados de una carpeta asfáltica, la resistencia disminuirá progresivamente en 5.0% - 8.0% de la resistencia del concreto convencional”.

Con relación a la dosificación del concreto, tenemos el informe de (Renzo, 2019) “donde suplir el agregado grueso natural por concreto molido, donde nos indica que, la capacidad de hidratación de agua de concreto con un 50% de sustitución de agregados con el agregado de concreto regenerado aumenta en más del 20% en comparación con el concreto estándar. Mientras que, en nuestro estudio al reemplazar ciertos porcentajes de agregado natural por el regenerado, los pesos de agua y agregado grueso varían; resultando que al reemplazar el 2.0% se usara la misma cantidad de cemento y agregado fino, pero se usará 1,032.70 kg de gruesos, y 184.70 kg de agua; reemplazando el 4% se usará 1,091.40 kg de gruesos y 189.20 kg de agua; reemplazando el 6% se usara 1,119.90 kg de gruesos y 194.30 kg de agua”.

VI. CONCLUSIONES

Respecto al estado de los agregados naturales y los obtenidos de la carpeta asfáltica, se ha realizado sus respectivos ensayos para el agregado fino y grueso; identificándose que el agregado grueso regenerado tiene una resistencia al desgaste del 17.60%, mientras que el agregado natural es de 24.90%; lo que significa que los regenerados al haber un proceso constructivo anteriormente, ha disminuido sus pertenencias. Así mismo, para los agregados finos se muestra que los regenerados tienen el 88% y los naturales el 91%; lo que significa que los regenerados al ser procesados han perdido el mayor porcentaje de partículas finas evidenciándose en el ensayo Equivalente de Arena.

Referente a las pertenencias mecánicas y físicas de los agregados naturales y logrados de la carpeta asfáltica, se desarrolló ensayos requeridos para el diseño de concreto, tanto para finos y gruesos. Para los agregados gruesos, se desarrolló ensayos para los naturales reemplazando el 2%, 4% y 6% por regenerados; resultando un peso unitario suelto para naturales de 1479, reemplazando el 2% de 1421, el 4% de 1404, el 6% de 1380. Así mismo, en el peso unitario compactado resulta para el natural de 1552, reemplazando el 2% de 1531, al 4% de 1522, al 6% de 1509.

Con respecto a la dosificación de composición de concreto convencional, tenemos que para un m³ usaremos 425.50 kg de cemento, 760.50 kg de agregado fino y 929.70 kg de agregado grueso, y 183.20 kg de agua. Reemplazando el agregado grueso natural por el regenerado, la dosis del concreto variará en el agregado grueso y agua, debido a que reemplazando los agregados sus pertenencias cambiarán. Es por ello, reemplazando el 2% se usará la misma cantidad de cemento y agregado fino, pero se usará 1,032.70 kg de grueso, y 184.70 kg de agua; reemplazando el 4% se usará 1,091.40 kg de grueso y 189.20 kg de agua; reemplazando el 6% se usará 1,119.90 kg de grueso y 194.30 kg de agua.

Concerniente a la rotura de probetas, tenemos que a los 28 días el aguante máximo del concreto supuesto es de 300 kg/cm², reemplazando el 2.0% de agregado grueso natural por regenerado, su resistencia máxima es de 284 kg/cm², reemplazando el 4% de agregado grueso natural por regenerado, su resistencia

máxima es de 271 kg/cm² y reemplazando el 6% de agregado grueso natural por regenerado, su resistencia máxima es de 260 kg/cm². Por lo tanto, cuando mayor % de agregado grueso se va reemplazando al diseño de mezcla de concreto, este va disminuyendo su resistencia máxima; esto es porque los regenerados han estado procesados y acondicionado a diferentes cargas, efectuando su vida útil.

VII. RECOMENDACIONES

El proceso de regenerado de la carpeta asfáltica ha sido validado en función al análisis de abrasión que me indica un valor de 17.60% mientras que el agregado natural es de 24.90% con lo cual los materiales regenerados se deberán tener en cuenta el valor de desgaste que es alto por lo que se debe tener consideración estos valores para evitar el aumento de los valores para el ensayo de Equivalente de Arena.

Las pertenencias físico mecánicas obtenidas de los materiales han servido para poder determinar esas características de los materiales regenerados con lo cual al 4% me da una resistencia más estable de 271 kg/cm².

Se recomienda que los materiales lleguen a su máxima resistencia teniendo una buena gradación y estén libre de impurezas para garantizar su eficacia al momento de su aplicación.

REFERENCIAS

Avila Tarma, Pedro Enrique. 2023. *Elaboración de un diseño de mezcla para la estabilización de un suelo con emulsión asfáltica tipo CSS-1h y pavimento asfáltico regenerado (RAP) basado en el procedimiento de Marshall modificado.* Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Peruana Union. Lima, 2023, Tesis Postgrado.

Assessment of life Cycle Energy Saving and Carbon Reudction of Using Reclaimed Asphalt Concrete. **Chou, C. P. y Lee, N. 2015.** 2015, International Symposium on Systematic Approache to Environmental Sustainability in Transportation, págs. 200-212.

Barahona Soto, Carlos Antonio. 2021. *Diseño de mezcla asfaltica usando maerial regenerado para optimizar costos de materiales en el tramo KM 18+000 al KM 19+000 de la Avenida Universitaria ubicada en el distrito de Ls Olivos - departamento de Lima.* Facultad de ingenieria y arquitectura, Universiad San Martin de Porres. Lima : s.n., 2021. pág. 204, Tesis Pregrado.

Balazar la puerta, Luis Ricardo & Cadenillas Calderon, Miguel Antonio Jesus 2029. *Propuesta de agregado regenerado para la elaboración de concreto estructural con $f_c=280\text{kg/cm}^2$ en estructuras aporticadas en la ciudad de Lima para reducir la contaminación ambiental.* Facultad de Ingeniería, Universidad Peruana de ciencia aplicadas. Lima, 2019, Tesis Pregrado.

Castillo Coronado, Karen & Saavedra Cordova, Camila. 2019. *Diseño de mezcla de concreto permeable para uso en pavimento rígido, Piura 2021.* Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Cesar Vallejo. Piura, 2021, Tesis Pregrado.

Cesaño Ordoñez, Pool Chris y Mego Cubas, Shirley Medali. 2021. *Diseño de mezcla para pavimento rigido incorporando concreto regenerado en la Avenida Las Torres, Lurigancho - Chosica, 2021.* Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Cesar Vallejo. Lurigancho : s.n., 2021. pág. 108, Tesis Pregrado.

Cosio Vera, Katerin Lorena & La Torre Diaz, Jim Andre. 2021. *Mezcla asfáltica en caliente modificada con plástico regenerado para la determinación de sus pertenencias mecánicas.* Facultad de Ingeniería, Universidad Ricardo Palma.

Diaz Derbez, Oscar Heriberto. 2022. *evaluación de rap en mezclas asfálticas calientes*. Facultad de Ingeniería y Ciencias, Tecnológico de Monterrey. Monterrey, 2022, Tesis Postgrado.

Egas Gaete, Fernanda Cristina & Icaza Verdesoto, Alberto David. 2018. *Evaluación de la carpeta asfáltica mediante el diseño de mezcla asfáltica en caliente por el Método Marshall con piedra caliza como agregado grueso*. Facultad de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito, 2018, Tesis Pregrado.

Freire Alvear, Karlenn. 2018. *Uso de vidrio molido en las mezclas asfálticas, con el propósito de reducir la contaminación*. Facultad de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito, 2018, Tesis Pregrado.

Garcia Orozco, Ana Stefany. 2019. *Reutilización de los agregados de la carpeta asfáltica para el diseño del pavimento rígido en la Calle Lima del distrito de Morropón – Piura*. Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Cesar Vallejo. Piura, 2019, Tesis Pregrado.

Geli Melquiades, Mariano Bravo. 2021. *Mezcla asfáltica SMA, fibra, ceniza del bagazo de caña de azúcar y su desempeño mecánico*. Maestría en Ingeniería vial con mención en carreteras, puentes y tuneles, Universidad Ricardo Palma. Lima, 2021, Tesis Postgrado.

Gomez Elorrieta, Juan Carlos & Gomez Peña, Junior Anibal. 2020. *Análisis comparativo de las pertenencias físico – mecánicas de una mezcla asfáltica en frío, elaborado con agregados regenerados y emulsión asfáltica de rotura lenta, en referencia a una mezcla patrón, Cusco 2019*. Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Andina del Cusco. Cusco, 2020, Tesis Pregrado.

INDECOPI. 2003. **HORMIGON (CONCRETO).** Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de hormigón (concreto) en el laboratorio. Lima : s.n., 2003.

Mezclas asfálticas con RAP: Pavimentos asfálticos regenerados. **Miranda Argüello, Fabiola y Aguilar Moya, Jose Pablo.** 2019. 01, s.l.: Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales, Enero de 2019, Programa de Infraestructura del Transporte, Vol. 10, pág. 09.

Mezclas asfálticas recicladas y su uso en capas granulares para pavimentos. **Guio Vargas, Edgar Ivan y Sanchez Abril, Hector Mauricio.** 05, s.l.: Revista Colombiana de Materiales, Edición Especial Artículos Cortos, págs. 382-388.

Mendez Chafra, Jonathan Xavier & Torres Lucio, Edwin Vinicio. 2022. *Diseño de una mezcla asfáltica en frío reutilizando material asfáltico fresado (RAP) e incorporando fillers comerciales (cal hidratada / cemento) por vía seca.* Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Universidad Central del Ecuador. Quito, 2022, Tesis Pregrado.

Mindess, M. A. 2005. *Aggregates in concrete.* Oxon : Taylor & Francis, 2005.

Mindess, S., Young, J. F. y & Darwin, D. 2003. *Concrete.* New Jersey : Prentice Hall, 2003.

Monteiro, P. K. 2016. *Concrete. Microstructure, properties and materials.* California : McGraw - Hill, 2016.

Navarro Jimenez, Jose . 2017. *Propuesta de diseño de mezclas asfálticas con adiciones de pet^{ro}.* Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Urbanismo, Universidad Señor de Sipan. Pimentel, 2017, Tesis Pregrado.

Paccori Mori, Franklin Luis. 2018. *Propuesta técnica de aplicación del pavimento flexible regenerado para rehabilitación vial -Pachacamac.* Facultad de Ingeniería, Universidad Peruana de los Andes. Lima, 2018, Tesis Postgrado.

Paiva Ipanaque, German & Ramon Vilcarromero, Greyssi Milagros. 2018. *Regenerado de pavimentos asfálticos y sureutilización para el diseño de mezcla de asfalto en caliente.* Facultad de ingeniería, arquitectura y urbanismo, Universidad Señor de Sipan. Pimentel, 2018, Tesis Postgrado.

Perfil tecnológico ambiental de la industria de mezclas asfálticas en Colombia.

Castillo, E., Acevedo, L. y Orduz, J. 2000. 16, Colombia : Revista Ion, 2000, Universidad Industrial de Santander.

Renzo, San Martin Alberca. 2019. *Uso de probetas ensayadas del LEMC como agregado grueso regenerado en mezclas nuevas de concreto.* Facultad de Ingenieria, Universidad de Piura. Piura : s.n., 2019. pág. 130, Tesis Pregrado.

Rivera L., Gerardo. 2020. Dosificacion de mezclas de concreto. *Concreto simple.* 2020.

Santa Cruz Veliz, Paolo Luis. 2020. *Análisis de nuevas mezclas asfálticas en caliente utilizando material asfáltico regenerado de la Av. Andrés Avelino Cáceres - Provincia de Concepción 2020.* Facultad de Ingenieria, Universidad Continental, 2021, Tesis Pregrado.

Tapia Vargas, Denisse Patricia. 2020. *Diseño de mezclas en frío con pavimento regenerado para el mantenimiento vial de la Av. Cadenas, Cajamarquilla, Lurigancho, Lima 2020.* Facultad de ingenieria y arquitectura, Universidad Cesar Vallejo. Lima, 2020, Tesis Postgrado.

Tejada Brioso, Nicola Alvin. 2022. *Diseño de una mezcla asfáltica ecológica usando polietileno de tereftalato (pet) regenerado y caucho molido.* Facultad de ingenieria, arquitectura y urbanismo, Universidad Señor de Sipan. Pimentel, 2022, Tesis Postgrado.

Villafuerte Perez, David Israel. 2018. *Diseño de mezclas asfálticas elaboradas con concreto asfáltico regenerado(RAP) y agentes rejuvenecedores.* Programa de maestria y doctorado en ingenieria, Universidad Nacional Autonoma de Mexico. Mexico. 2018. Tesis Postgrado.

ANEXOS


ANEXO 01. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 27. Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
X1: Reutilización de carpeta asfáltica	Está formado por materiales que experimentan procesos de envejecimiento y endurecimiento progresivos a través de diversos mecanismos que determinan las propiedades del aglomerante a lo largo de la vida del producto. (Mezclas asfálticas con RAP: Pavimentos asfálticos reciclados, 2019)	Para obtener el agregado de la carpeta asfáltica reciclada se procede a realizar un lavado asfáltico, para posteriormente realizar los ensayos respectivos para verificar y determinar el estado en que se encuentran	Estado del agregado grueso de la carpeta asfáltica	<ul style="list-style-type: none"> Resistencia al desgaste peso unitario gravedad específica y absorción equivalente de arena 	
Y1: Diseño de mezcla de concreto	El objetivo es identificar las combinaciones más prácticas y económicas de los agregados disponibles, cemento, agua y posiblemente aditivos para producir mezclas con el grado de manejabilidad requerido. La mezcla, cuando está debidamente curada, adquiere las propiedades de elasticidad y durabilidad requeridas para tipo de construcción en que se utilizará. (Rivera L., 2020)	Las propiedades de los agregados se definen tanto por las capas de asfalto como por los agregados naturales a través de pruebas de laboratorio tales como peso unitario, gravedad específica, absorción y gravedad específica y de esta manera poder establecer el diseño de mezcla.	Diseño de mezcla Resistencia de concreto	Dosificación Rotura de probetas	De razón o proporción

Fuente: Elaboración propia, 2023.

ANEXO 02. ESTADO DE LOS AGREGADOS DE LA CARPETA ASFÁLTICA



GEOSLIDE
SERVICIOS GENERALES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS


ABRASIÓN LOS ANGELES

(MTC E-207 / ASTM C-131, C-535 / AASTHO T-96)

TESIS : "DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO REUTILIZANDO CARPETA ASFALTICA EN LA CIUDAD DE PIURA, 2023"
SOLICITA : HUACO CHERO, JULIO WOODROW (orcid.org/0000-0001-971-1323)
 SEMINARIO ÁLVAREZ, MARVIN JOEL (orcid.org/000-0002-70356067)
CANTERA : CERRO MOCHO - SULLANA
MATERIAL : AGREGADO GRUESO (*)

Muestra				1	2	3
Pasa Tamiz		Retenido en Tamiz		PESOS Y GRANULOMETRIAS (grs) GRADACION		
mm	pulg.	mm	pulg.	A	B	C
37.5	1 1/2"	25	1"			
25	1"	19	3/4"	120		
19	3/4"	12.5	1/2"	2100		
12.5	1/2"	9.5	3/8"	2380		
9.5	3/8"	6.3	1/4"			
6.3	1/4"	4.75	N° 04	318		
4.75	N°4	N° 4	N° 08	82		
Peso Total				5000		
Perdida despues del ensayo				1247		
Peso Obtenido				4000		
N° de Esferas				12		
Peso de las Esferas						
Porcentaje Obtenido				24.9		

(*) MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE



Ana Steffany Garcia Orozco
INGENIERA CIVIL
CIP. N° 262620

geoslidescompany@gmail.com / @geoslidoperu / 051 - 998063774

Figura 3. Certificado del Ensayo de Abrasión Los Ángeles del agregado grueso natural.

Fuente: Geoslides Servicios Generales EIRL, 2023.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ABRASIÓN LOS ANGELES

(MTC E-207 / ASTM C-131, C-535 / AASTHO T-96)

TESIS : "DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO REUTILIZANDO CARPETA ASFALTICA EN LA CIUDAD DE PIURA, 2023"

SOLICITA : HUACO CHERO, JULIO WOODROW (orcid.org/0000-0001-971-1323)
SEMENARIO ÁLVAREZ, MARVIN JOEL (orcid.org/000-0002-70356067)

CANTERA : CARPETA ASFALTICA RECICLADA

MATERIAL : AGREGADOS GRUESOS (*)

Muestra				1	2	3
Pasa Tamiz		Retenido en Tamiz		PESOS Y GRANULOMETRIAS (grs) GRADACION		
mm	pulg.	mm	pulg.	A	B	C
37.5	1 1/2"	25	1"			
25	1"	19	3/4"	120		
19	3/4"	12.5	1/2"	2285		
12.5	1/2"	9.5	3/8"	2195		
9.5	3/8"	6.3	1/4"			
6.3	1/4"	4.75	N° 04	321		
4.75	N°4	N° 4	N° 08	79		
Peso Total				5000		
Perdida despues del ensayo				880		
Peso Obtenido				4120		
N° de Esferas				12		
Peso de las Esferas						
Porcentaje Obtenido				17.6		

(*) MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE


Ana Stefany Garcia Orozco
INGENIERA CIVIL
C.I.P. N° 262620

Figura 4. Certificado del Ensayo de Abrasión Los Ángeles del agregado grueso regenerado.

Fuente: Geoslidle Servicios Generales EIRL, 2023.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

EQUIVALENTE DE ARENA

(MTC E-114 / ASTM D-2419 / AASTHO T-176)

TESIS : "DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO REUTILIZANDO CARPETA ASFALTICA EN LA CIUDAD DE PIURA, 2023"

SOLICITA : HUACO CHERO, JULIO WOODROW (orcid.org/0000-0001-971-1323)
SEMENARIO ÁLVAREZ, MARVIN JOEL (orcid.org/000-0002-70356067)

CANTERA : HUASIMAL - CHULUCANAS

MATERIAL : AGREGADO FINO (*)

FECHA : MAYO 2023

Descripción	U/m	IDENTIFICACION		Promedio
		1	2	
Tamaño máximo (pasa malla Nº 4)	mm	4.76	4.76	
Hora de entrada a saturación		15:15	15:17	
Hora de salida de saturación (mas 10")		15:25	15:27	
Hora de entrada a decantación		15:27	15:29	
Hora de salida de decantación (mas 20")		15:47	15:49	
Altura máxima de material fino	plg	3.80	3.60	
	plg	3.40	3.30	
Equivalente de Arena	%	90	92	91

(*) MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE


Ana Steffany Garcia Orozco
INGENIERA CIVIL
CIP. N° 262620

Figura 5. Certificado del Ensayo de Equivalente de Arena del agregado fino natural.

Fuente: Geoslides Servicios Generales EIRL, 2023.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

EQUIVALENTE DE ARENA

(MTC E-114 / ASTM D-2419 / AASTHO T-176)

TESIS : "DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO REUTILIZANDO CARPETA ASFALTICA EN LA CIUDAD DE PIURA, 2023"

SOLICITA : HUACO CHERO, JULIO WOODROW (orcid.org/0000-0001-971-1323)
SEMENARIO ÁLVAREZ, MARVIN JOEL (orcid.org/000-0002-70356067)

CANTERA : CARPETA ASFALTICA RECICLADA

MATERIAL : AGREGADO FINO (*)

FECHA : MAYO 2023

Descripción	U/m	IDENTIFICACION		Promedio
		1	2	
Tamaño máximo (pasa malla Nº 4)	mm	4.76	4.76	
Hora de entrada a saturación		15:15	15:17	
Hora de salida de saturación (mas 10")		15:25	15:27	
Hora de entrada a decantación		15:27	15:29	
Hora de salida de decantación (mas 20")		15:47	15:49	
Altura máxima de material fino	plg	3.75	3.70	
	plg	3.30	3.20	
Equivalente de Arena	%	88	87	88


(*) MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE


Ana Stefany Garcia Orozco
INGENIERA CIVIL
CIP. N° 262620

Figura 6. Certificado del Ensayo de Equivalente de Arena del agregado fino regenerado.

Fuente: Geoslides Servicios Generales EIRL, 2023.

ANEXO 03. PERTENENCIAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS NATURALES Y OBTENIDOS DE LA CARPETA ASFÁLTICA RECICLADA



GEOSLIDE
SERVICIOS GENERALES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS (MTC E-203 / ASTM C-23 / AASHTO T-19)

TESIS : "DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO REUTILIZANDO CARPETA ASFALTICA EN LA CIUDAD DE PIURA, 2023"

SOLICITA : HUACO CHERO, JULIO WOODROW (orcid.org/0000-0001-971-1323)
SEMENARIO ÁLVAREZ, MARVIN JOEL (orcid.org/000-0002-70356067)

CANTERA : CERRO MOCHO - SULLANA

MATERIAL : AGREGADO GRUESO (*)

FECHA : MAYO 2023


PESO UNITARIO SUELTO

DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	12011	11975	11834	
Peso del recipiente	(gr)	7510	7510	7510	
Peso de la muestra	(gr)	4501	4465	4324	
Volumen	(cm ³)	2996	2996	2996	
Peso unitario suelto	(kg/m ³)	1502	1490	1443	
Peso unitario suelto promedio	(kg/m³)	1479			

PESO UNITARIO VARILLADO

DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	12035	12247	12194	
Peso del recipiente	(gr)	7510	7510	7510	
Peso de la muestra	(gr)	4525	4737	4684	
Volumen	(cm ³)	2996	2996	2996	
Peso unitario compactado	(kg/m ³)	1510	1581	1563	
Peso unitario compactado promedio	(kg/m³)	1552			

(*) MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE



Ana Steffany Garcia Orozco
INGENIERA CIVIL
C.I.P. N° 262620

geoslidescompany@gmail.com / @geoslideperu / 051 - 998063774

Figura 7. Certificado del Ensayo de Peso Unitario del agregado grueso natural.
Fuente: Geoslides Servicios Generales EIRL, 2023.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS (MTC E-203 / ASTM C-23 / AASHTO T-19)

TESIS : "DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO REUTILIZANDO CARPETA ASFALTICA EN LA CIUDAD DE PIURA, 2023"
SOLICITA : HUACO CHERO, JULIO WOODROW (orcid.org/0000-0001-971-1323)
SEMENARIO ÁLVAREZ, MARVIN JOEL (orcid.org/000-0002-70356067)
CANTERA : CERRO MOCHO - SULLANA
MATERIAL : 98% AGREGADO NATURAL - 2% AGREGADO RECICLADO (*)
FECHA : MAYO 2023

PESO UNITARIO SUELTO

DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	11726	11935	11637	
Peso del recipiente	(gr)	7510	7510	7510	
Peso de la muestra	(gr)	4216	4425	4127	
Volumen	(cm ³)	2996	2996	2996	
Peso unitario suelto	(kg/m ³)	1407	1477	1378	
Peso unitario suelto promedio	(kg/m³)	1421			

PESO UNITARIO VARILLADO

DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	12157	12097	12034	
Peso del recipiente	(gr)	7510	7510	7510	
Peso de la muestra	(gr)	4647	4587	4524	
Volumen	(cm ³)	2996	2996	2996	
Peso unitario compactado	(kg/m ³)	1551	1531	1510	
Peso unitario compactado promedio	(kg/m³)	1531			

(*) MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

Stephy
Ana Stephy Garcia Orozco
INGENIERA CIVIL
CIP. N° 262620

Figura 8. Certificado del Ensayo de Peso Unitario del 98% de agregado grueso - 2% de agregado regenerado

Fuente: Geoslide Servicios Generales EIRL, 2023.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS (MTC E-203 / ASTM C-23 / AASHTO T-19)

TESIS : "DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO REUTILIZANDO CARPETA ASFALTICA EN LA CIUDAD DE PIURA, 2023"
SOLICITA : HUACO CHERO, JULIO WOODROW (orcid.org/0000-0001-971-1323)
SEMENARIO ÁLVAREZ, MARVIN JOEL (orcid.org/000-0002-70356067)
CANTERA : CERRO MOCHO - SULLANA
MATERIAL : 96% AGREGADO NATURAL - 4% AGREGADO RECICLADO (*)
FECHA : MAYO 2023

PESO UNITARIO SUELTO

DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	11620	11490	12035	
Peso del recipiente	(gr)	7510	7510	7510	
Peso de la muestra	(gr)	4110	3980	4525	
Volumen	(cm ³)	2996	2996	2996	
Peso unitario suelto	(kg/m ³)	1372	1328	1510	
Peso unitario suelto promedio	(kg/m³)	1404			

PESO UNITARIO VARILLADO

DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	12164	12014	12035	
Peso del recipiente	(gr)	7510	7510	7510	
Peso de la muestra	(gr)	4654	4504	4525	
Volumen	(cm ³)	2996	2996	2996	
Peso unitario compactado	(kg/m ³)	1553	1503	1510	
Peso unitario compactado promedio	(kg/m³)	1522			

(*) MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE


Ana Stephany Garcia Orozco
INGENIERA CIVIL
CIP. N° 262620

Figura 9. Certificado del Ensayo de Peso Unitario del 96% de agregado grueso - 4% de agregado regenerado

Fuente: Geoslide Servicios Generales EIRL, 2023.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS (MTC E-203 / ASTM C-23 / AASHTO T-19)

TESIS : "DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO REUTILIZANDO CARPETA ASFALTICA EN LA CIUDAD DE PIURA, 2023"
SOLICITA : HUACO CHERO, JULIO WOODROW (orcid.org/0000-0001-971-1323)
SEMENARIO ÁLVAREZ, MARVIN JOEL (orcid.org/000-0002-70356067)
CANTERA : CERRO MOCHO - SULLANA
MATERIAL : 94% AGREGADO NATURAL - 6% AGREGADO RECICLADO (*)
FECHA : MAYO 2023

PESO UNITARIO SUELTO

DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	11248	11725	11964	
Peso del recipiente	(gr)	7510	7510	7510	
Peso de la muestra	(gr)	3738	4215	4454	
Volumen	(cm ³)	2996	2996	2996	
Peso unitario suelto	(kg/m ³)	1248	1407	1487	
Peso unitario suelto promedio	(kg/m³)	1380			

PESO UNITARIO VARILLADO

DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	11935	12168	11993	
Peso del recipiente	(gr)	7510	7510	7510	
Peso de la muestra	(gr)	4425	4658	4483	
Volumen	(cm ³)	2996	2996	2996	
Peso unitario compactado	(kg/m ³)	1477	1555	1496	
Peso unitario compactado promedio	(kg/m³)	1509			

(*) MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

Ana Stefany Garcia Orozco
INGENIERA CIVIL
CIP. N° 262620

Figura 10. Certificado del Ensayo de Peso Unitario del 94% de agregado grueso - 6% de agregado regenerado.

Fuente: Geoslide Servicios Generales EIRL, 2023.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION

(MTC E-205,206 / ASTM C-127,128 / AASHTO T-84, T-85)

TESIS : "DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO REUTILIZANDO CARPETA ASFALTICA EN LA CIUDAD DE PIURA, 2023"
SOLICITA : HUACO CHERO, JULIO WOODROW (orcid.org/0000-0001-971-1323)
SEMENARIO ÁLVAREZ, MARVIN JOEL (orcid.org/000-0002-70356067)
CANTERA : CERRO MOCHO - SULLANA
MATERIAL : AGREGADO GRUESO (*)
FECHA : MAYO 2023

DATOS			1	2	3	4
1	Peso de la muestra saturada con superficie seca (B) (aire)	gr.	2500			
2	Peso de la canastilla dentro del agua	gr.				
3	Peso de la muestra saturada+peso canastilla dentro del agua	gr.	1500			
4	Peso de la muestra saturada dentro del agua (C)	gr.	1500			
5	Peso de la tara	gr.				
6	Peso de la tara + muestra seca (horno)	gr.	2480			
7	Peso de la muestra seca (A)	gr.	2480			

RESULTADOS						PROMEDIO
8	Peso Especifico de masa		2.480			2.480
9	Peso Especifico de masa saturada superficie seco		2.500			2.500
10	Peso especifico aparente		2.531			2.531
11	Porcentaje de absorción	%	0.81			0.81

(*) MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE


Ana Steffany Garcia Orozco
INGENIERA CIVIL
CIP. N° 262620

Figura 11. Certificado del Ensayo de Peso Específico y Absorción del agregado grueso natural.

Fuente: Geoslides Servicios Generales E.I.R.L., 2023.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION

(MTC E-205,206 / ASTM C-127,128 / AASHTO T-84, T-85)

TESIS : "DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO REUTILIZANDO CARPETA ASFALTICA EN LA CIUDAD DE PIURA, 2023"
SOLICITA : HUACO CHERO, JULIO WOODROW (orcid.org/0000-0001-971-1323)
SEMENARIO ÁLVAREZ, MARVIN JOEL (orcid.org/000-0002-70356067)
CANTERA : CERRO MOCHO - SULLANA
MATERIAL : 98% AGREGADO NATURAL - 2% AGREGADO RECICLADO (*)
FECHA : MAYO 2023

DATOS			1	2	3	4
1	Peso de la muestra saturada con superficie seca (B) (aire)	gr.	2500			
2	Peso de la canastilla dentro del agua	gr.				
3	Peso de la muestra saturada+peso canastilla dentro del agua	gr.	1600			
4	Peso de la muestra saturada dentro del agua (C)	gr.	1600			
5	Peso de la tara	gr.				
6	Peso de la tara + muestra seca (horno)	gr.	2475			
7	Peso de la muestra seca (A)	gr.	2475			

RESULTADOS						PROMEDIO
8	Peso Especifico de masa		2.750			2.750
9	Peso Especifico de masa saturada superficie seco		2.778			2.778
10	Peso especifico aparente		2.829			2.829
11	Porcentaje de absorción	%	1.01			1.01

(*) MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE


Ana Stephany Garcia Orozco
INGENIERA CIVIL
CIP. N° 262620

Figura 12. Certificado del Ensayo de Peso Especifico y Absorción del 98% de agregado grueso - 2% de agregado regenerado.

Fuente: Geoslides Servicios Generales E.I.R.L., 2023.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION

(MTC E-205,206 / ASTM C-127,128 / AASHTO T-84, T-85)

TESIS : "DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO REUTILIZANDO CARPETA ASFALTICA EN LA CIUDAD DE PIURA, 2023"
SOLICITA : HUACO CHERO, JULIO WOODROW (orcid.org/0000-0001-971-1323)
SEMENARIO ÁLVAREZ, MARVIN JOEL (orcid.org/000-0002-70356067)
CANTERA : CERRO MOCHO - SULLANA
MATERIAL : 96% AGREGADO NATURAL - 4% AGREGADO REICLADO (*)
FECHA : MAYO 2023

DATOS			1	2	3	4
1	Peso de la muestra saturada con superficie seca (B) (aire)	gr.	2500			
2	Peso de la canastilla dentro del agua	gr.				
3	Peso de la muestra saturada+peso canastilla dentro del agua	gr.	1650			
4	Peso de la muestra saturada dentro del agua (C)	gr.	1650			
5	Peso de la tara	gr.				
6	Peso de la tara + muestra seca (horno)	gr.	2468			
7	Peso de la muestra seca (A)	gr.	2468			

RESULTADOS						PROMEDIO
8	Peso Especifico de masa		2.904			2.904
9	Peso Especifico de masa saturada superficie seco		2.941			2.941
10	Peso especifico aparente		3.017			3.017
11	Porcentaje de absorción	%	1.30			1.30

(*) MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE


Ana Stefany Garcia Orozco
INGENIERA CIVIL
CIP. N° 262620

Figura 13. Certificado del Ensayo de Peso Especifico y Absorción del 96% de agregado grueso - 4% de agregado regenerado.

Fuente: Geoslides Servicios Generales E.I.R.L., 2023.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION

(MTC E-205,206 / ASTM C-127,128 / AASHTO T-84, T-85)

TESIS : "DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO REUTILIZANDO CARPETA ASFALTICA EN LA CIUDAD DE PIURA, 2023"
SOLICITA : HUACO CHERO, JULIO WOODROW (orcid.org/0000-0001-971-1323)
SEMENARIO ÁLVAREZ, MARVIN JOEL (orcid.org/000-0002-70356067)
CANTERA : CERRO MOCHO - SULLANA
MATERIAL : 94% AGREGADO NATURAL - 6% AGREGADO REICLADO (*)
FECHA : MAYO 2023

DATOS			1	2	3	4
1	Peso de la muestra saturada con superficie seca (B) (aire)	gr.	2500			
2	Peso de la canastilla dentro del agua	gr.				
3	Peso de la muestra saturada+peso canastilla dentro del agua	gr.	1673			
4	Peso de la muestra saturada dentro del agua (C)	gr.	1673			
5	Peso de la tara	gr.				
6	Peso de la tara + muestra seca (horno)	gr.	2461			
7	Peso de la muestra seca (A)	gr.	2461			

RESULTADOS						PROMEDIO
8	Peso Especifico de masa		2.976			2.976
9	Peso Especifico de masa saturada superficie seco		3.023			3.023
10	Peso especifico aparente		3.123			3.123
11	Porcentaje de absorción	%	1.58			1.58

(*) MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

Ana Stefany Garcia Orozco
INGENIERA CIVIL
CIP. N° 262620

Figura 14. Certificado del Ensayo de Peso Especifico y Absorción del 94% de agregado grueso - 6% de agregado regenerado.
Fuente: Geoslides Servicios Generales E.I.R.L., 2023.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS (MTC E-203 / ASTM C-23 / AASHTO T-19)

TESIS : "DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO REUTILIZANDO CARPETA ASFALTICA EN LA CIUDAD DE PIURA, 2023"

SOLICITA : HUACO CHERO, JULIO WOODROW (orcid.org/0000-0001-971-1323)
SEMENARIO ÁLVAREZ, MARVIN JOEL (orcid.org/000-0002-70356067)

CANTERA : HUASIMAL - CHULUCANAS

MATERIAL : AGREGADO FINO (*)

FECHA : MAYO 2023

PESO UNITARIO SUELTO

DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	12137	12041	12073	
Peso del recipiente	(gr)	7510	7510	7510	
Peso de la muestra	(gr)	4627	4531	4563	
Volumen	(cm ³)	2996	2996	2996	
Peso unitario suelto	(kg/m ³)	1544	1512	1523	
Peso unitario suelto promedio	(kg/m³)	1527			

PESO UNITARIO VARILLADO

DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	12436	12442	12401	
Peso del recipiente	(gr)	7510	7510	7510	
Peso de la muestra	(gr)	4926	4932	4891	
Volumen	(cm ³)	2996	2996	2996	
Peso unitario compactado	(kg/m ³)	1644	1646	1633	
Peso unitario compactado promedio	(kg/m³)	1641			

(*) MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

Ana Stefany Garcia Orozco
INGENIERA CIVIL
CIP. N° 262620

Figura 15. Certificado del Ensayo de Peso Unitario del agregado fino natural.

Fuente: Geoslides Servicios Generales EIRL, 2023.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS (MTC E-203 / ASTM C-23 / AASHTO T-19)

TESIS : "DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO REUTILIZANDO CARPETA ASFALTICA EN LA CIUDAD DE PIURA, 2023"

SOLICITA : HUACO CHERO, JULIO WOODROW (orcid.org/0000-0001-971-1323)
SEMENARIO ÁLVAREZ, MARVIN JOEL (orcid.org/000-0002-70356067)

CANTERA : CARPETA ASFALTICA RECICLADA

MATERIAL : AGREGADO FINO (*)

FECHA : MAYO 2023

PESO UNITARIO SUELTO

DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	11035	11194	11245	
Peso del recipiente	(gr)	7510	7510	7510	
Peso de la muestra	(gr)	3525	3684	3735	
Volumen	(cm ³)	2996	2996	2996	
Peso unitario suelto	(kg/m ³)	1177	1230	1247	
Peso unitario suelto promedio	(kg/m³)	1218			

PESO UNITARIO VARILLADO

DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	11375	11935	11627	
Peso del recipiente	(gr)	7510	7510	7510	
Peso de la muestra	(gr)	3865	4425	4117	
Volumen	(cm ³)	2996	2996	2996	
Peso unitario compactado	(kg/m ³)	1290	1477	1374	
Peso unitario compactado promedio	(kg/m³)	1380			

(*) MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

Stephy
Ana Stephy Garcia Orozco
INGENIERA CIVIL
CIP. N° 262620

Figura 16. Certificado del Ensayo de Peso Unitario del agregado fino regenerado

Fuente: Geoslide Servicios Generales EIRL, 2023.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN

(MTC E-205,206 / ASTM C-127,128 / AASHTO T-84, T-85)

TESIS : "DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO REUTILIZANDO CARPETA ASFALTICA EN LA CIUDAD DE PIURA, 2023"

SOLICITA : HUACO CHERO, JULIO WOODROW (orcid.org/0000-0001-971-1323)
SEMENARIO ÁLVAREZ, MARVIN JOEL (orcid.org/000-0002-70356067)

CANTERA : HUASIMAL - CHULUCANAS

MATERIAL : AGREGADO FINO (*)

FECHA : MAYO 2023

DATOS			1	2	3
1	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en Aire) (gr)	gr.	300.0	300.0	300.0
2	Peso Frasco + agua	gr.	657.4	656.9	656.1
3	Peso Frasco + agua + A (gr)	gr.	957.4	956.9	956.1
4	Peso del Mat. + agua en el frasco (gr)	gr.	846.9	858.9	844.2
5	Vol de masa + vol de vacío = C-D (gr)	gr.	110.5	98.0	111.9
6	Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)	gr.	298.7	297.8	296.4
7	Vol de masa = E - (A - F) (gr)		109.2	95.8	108.3

RESULTADOS					PROMEDIO	
8	Pe bulk (Base seca) = F/E		2.703	3.039	2.649	2.797
9	Pe bulk (Base saturada) = A/E		2.715	3.061	2.681	2.819
10	Pe aparente (Base Seca) = F/G		2.735	3.109	2.737	2.860
11	% de absorción = ((A - F)/F) * 100		0.435	0.739	1.215	0.796

(*) MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE


Ana Stefany Garcia Orozco
INGENIERA CIVIL
C.I.P. N° 262620

Figura 17. Certificado del Ensayo de Gravedad Especifico del agregado fino regenerado.

Fuente: Geoslideservicios Generales E.I.R.L., 2023.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN

(MTC E-205,206 / ASTM C-127,128 / AASHTO T-84, T-85)

TESIS : "DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO REUTILIZANDO CARPETA ASFALTICA EN LA CIUDAD DE PIURA, 2023"

SOLICITA : HUACO CHERO, JULIO WOODROW (orcid.org/0000-0001-971-1323)
SEMENARIO ÁLVAREZ, MARVIN JOEL (orcid.org/000-0002-70356067)

CANTERA : CARPETA ASFALTICA RECICLADA

MATERIAL : AGREGADO FINO (*)

FECHA : MAYO 2023

DATOS			1	2	3
1	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en Aire) (gr)	gr.	300.0	300.0	300.0
2	Peso Frasco + agua	gr.	642.8	650.7	634.2
3	Peso Frasco + agua + A (gr)	gr.	942.8	950.7	934.2
4	Peso del Mat. + agua en el frasco (gr)	gr.	846.9	858.7	844.2
5	Vol de masa + vol de vacío = C-D (gr)	gr.	95.9	92.0	90.0
6	Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)	gr.	294.2	293.7	296.7
7	Vol de masa = E - (A - F) (gr)		90.1	85.7	86.7

RESULTADOS				PROMEDIO		
8	Pe bulk (Base seca) = F/E		3.068	3.192	3.297	3.186
9	Pe bulk (Base saturada) = A/E		3.128	3.261	3.333	3.241
10	Pe aparente (Base Seca) = F/G		3.265	3.427	3.422	3.371
11	% de absorción = ((A - F)/F) * 100		1.971	2.145	1.112	1.743

(*) MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE


Ana Stephany Garcia Orozco
INGENIERA CIVIL
CIP. N° 262620

Figura 18. Certificado del Ensayo de Gravedad Especifico del agregado fino regenerado

Fuente: Geoslideservicios Generales E.I.R.L, 2023.

ANEXO 03. DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CONVENCIONAL Y REEMPLAZANDO EL 2%, 4% Y 6% DEL AGREGADO GRUESO

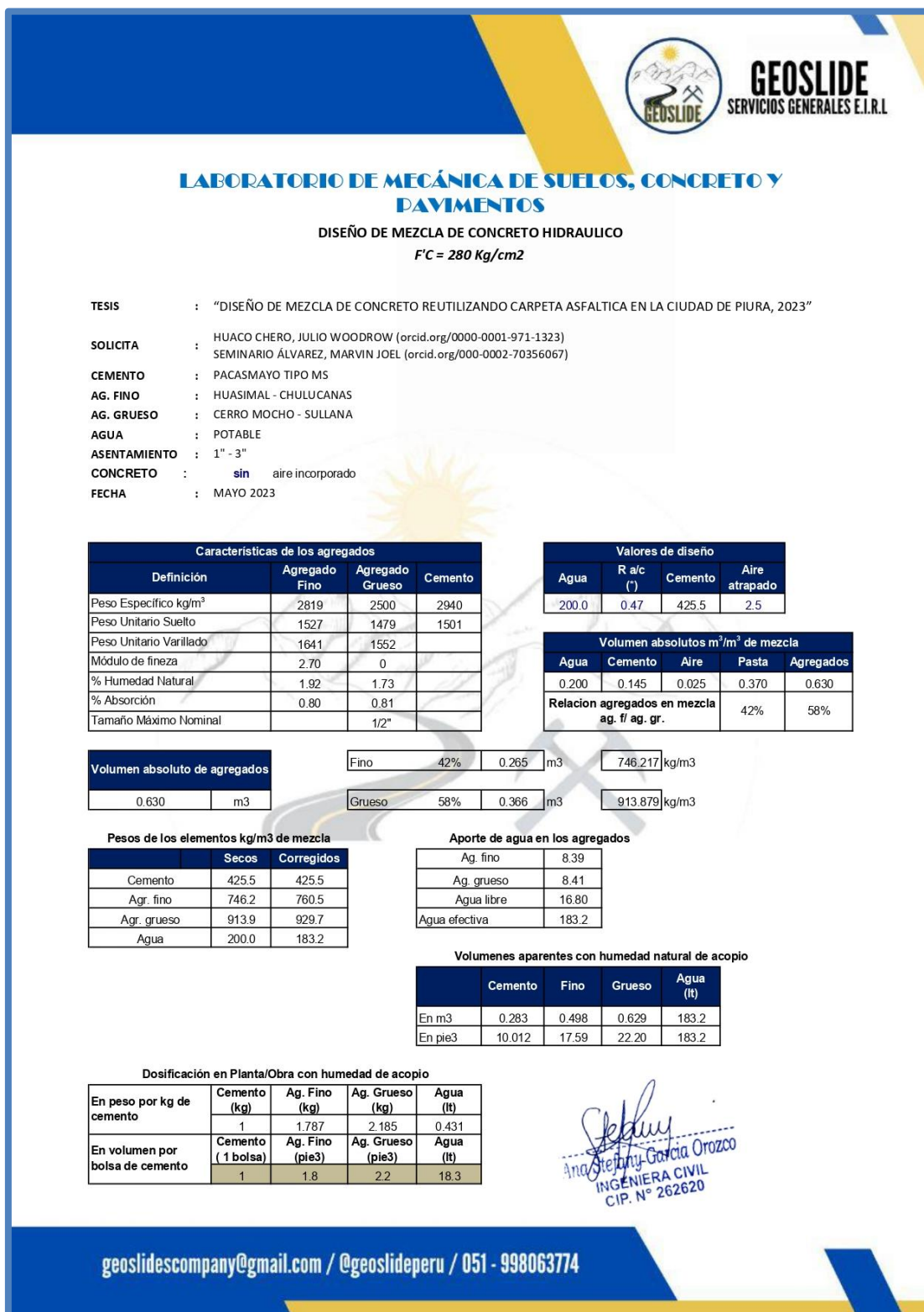


Figura 19. Diseño de mezcla de concreto convencional
Fuente: Geoslide Servicios Generales EIRL, 2023.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO HIDRAULICO

$F'C = 210 \text{ Kg/cm}^2$

TESIS : "DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO REUTILIZANDO CARPETA ASFALTICA EN LA CIUDAD DE PIURA, 2023"

SOLICITA : HUACO CHERO, JULIO WOODROW (orcid.org/0000-0001-971-1323)
SEMENARIO ÁLVAREZ, MARVIN JOEL (orcid.org/000-0002-70356067)

CEMENTO : PACASMAYO TIPO M5

AG. FINO : HUASIMAL - CHULUCANAS

AG. GRUESO : REEMPLAZANDO EL 2% CON AGREGADO OBTENIDO DE CARPETA ASFALTICA

AGUA : POTABLE

ASENTAMIENTO : 1" - 3"

CONCRETO : sin aire incorporado

FECHA : MAYO 2023

Características de los agregados			
Definición	Agregado Fino	Agregado Grueso	Cemento
Peso Especifico kg/m ³	2819	2778	2940
Peso Unitario Suelto	1527	1421	1501
Peso Unitario Varillado	1641	1531	
Módulo de fineza	2.70	0	
% Humedad Natural	1.92	1.69	
% Absorción	0.80	1.01	
Tamaño Máximo Nominal		1/2"	

Valores de diseño			
Agua	R/a/c (")	Cemento	Aire atrapado
200.0	0.47	425.5	2.5

Volumen absolutos m ³ /m ³ de mezcla				
Agua	Cemento	Aire	Pasta	Agregados
0.200	0.145	0.025	0.370	0.630
Relacion agregados en mezcla ag. fi ag. gr.			42%	58%

Volumen absoluto de agregados	
0.630	m ³

Fino	42%	0.265	m ³	746.217	kg/m ³
Grueso	58%	0.366	m ³	1015.502	kg/m ³

Pesos de los elementos kg/m ³ de mezcla		
	Secos	Corregidos
Cemento	425.5	425.5
Agr. fino	746.2	760.5
Agr. grueso	1015.5	1032.7
Agua	200.0	184.7

Aporte de agua en los agregados	
Ag. fino	8.39
Ag. grueso	6.91
Agua libre	15.29
Agua efectiva	184.7

Volumenes aparentes con humedad natural de acopio				
	Cemento	Fino	Grueso	Agua (lt)
En m ³	0.283	0.498	0.727	184.7
En pie ³	10.012	17.59	25.66	184.7

Dosificación en Planta/Obra con humedad de acopio				
En peso por kg de cemento	Cemento (kg)	Ag. Fino (kg)	Ag. Grueso (kg)	Agua (lt)
	1	1.787	2.427	0.434
En volumen por bolsa de cemento	Cemento (1 bolsa)	Ag. Fino (pie ³)	Ag. Grueso (pie ³)	Agua (lt)
	1	1.8	2.6	18.4

Ana Stefany Garcia Orozco
INGENIERA CIVIL
C.I.P. N° 262620

Figura 20. Certificado de diseño de mezcla de concreto reemplazando el 2% de agregado grueso natural por el regenerado
Fuente: Geoslide Servicios Generales EIRL, 2023.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO HIDRAULICO

F'C = 210 Kg/cm²

TESIS : "DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO REUTILIZANDO CARPETA ASFALTICA EN LA CIUDAD DE PIURA, 2023"

SOLICITA : HUACO CHERO, JULIO WOODROW (orcid.org/0000-0001-971-1323)
SEMINARIO ÁLVAREZ, MARVIN JOEL (orcid.org/000-0002-70356067)

CEMENTO : PACASMAYO TIPO M5

AG. FINO : HUASIMAL - CHULUCANAS

AG. GRUESO : REEMPLAZANDO EL 4% CON AGREGADO OBTENIDO DE CARPETA ASFALTICA

AGUA : POTABLE

ASENTAMIENTO : 1" - 3"

CONCRETO : sin aire incorporado

FECHA : MAYO 2023

Características de los agregados			
Definición	Agregado Fino	Agregado Grueso	Cemento
Peso Especifico kg/m ³	2819	2941	2940
Peso Unitario Suelto	1527	1404	1501
Peso Unitario Varillado	1641	1522	
Módulo de fineza	2.70	0	
% Humedad Natural	1.92	1.52	
% Absorción	0.80	1.30	
Tamaño Máximo Nominal		1/2"	

Valores de diseño			
Agua	R a/c (")	Cemento	Aire atrapado
200.0	0.47	425.5	2.5

Volumen absolutos m ³ /m ³ de mezcla				
Agua	Cemento	Aire	Pasta	Agregados
0.200	0.145	0.025	0.370	0.630
Relacion agregados en mezcla ag. f/ ag. gr.			42%	58%

Volumen absoluto de agregados	
0.630	m3

Fino	42%	0.265	m3	746.217	kg/m3
Grueso	58%	0.366	m3	1075.087	kg/m3

Pesos de los elementos kg/m3 de mezcla		
	Secos	Corregidos
Cemento	425.5	425.5
Agr. fino	746.2	760.5
Agr. grueso	1075.1	1091.4
Agua	200.0	189.2

Aporte de agua en los agregados	
Ag. fino	8.39
Ag. grueso	2.37
Agua libre	10.75
Agua efectiva	189.2

Volumenes aparentes con humedad natural de acopio				
	Cemento	Fino	Grueso	Agua (lt)
En m3	0.283	0.498	0.777	189.2
En pie3	10.012	17.59	27.45	189.2

Dosificación en Planta/Obra con humedad de acopio				
En peso por kg de cemento	Cemento (kg)	Ag. Fino (kg)	Ag. Grueso (kg)	Agua (lt)
	1	1.787	2.565	0.445
En volumen por bolsa de cemento	Cemento (1 bolsa)	Ag. Fino (pie3)	Ag. Grueso (pie3)	Agua (lt)
	1	1.8	2.7	18.9

Ana Steffany Garcia Orozco
INGENIERA CIVIL
CIP. N° 262620

Figura 21. Certificado de diseño de mezcla de concreto reemplazando el 4% de agregado grueso natural por el regenerado
Fuente: Geoslideservicios Generales E.I.R.L., 2023.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO HIDRAULICO

F'C = 210 Kg/cm²

TESIS : "DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO REUTILIZANDO CARPETA ASFALTICA EN LA CIUDAD DE PIURA, 2023"

SOLICITA : HUACO CHERO, JULIO WOODROW (orcid.org/0000-0001-971-1323)
SEMINARIO ÁLVAREZ, MARVIN JOEL (orcid.org/000-0002-70356067)

CEMENTO : PACASMAYO TIPO M5

AG. FINO : HUASIMAL - CHULUCANAS

AG. GRUESO : REEMPLAZANDO EL 6% CON AGREGADO OBTENIDO DE CARPETA ASFALTICA

AGUA : POTABLE

ASENTAMIENTO : 1" - 3"

CONCRETO : sin aire incorporado

FECHA : MAYO 2023

Características de los agregados			
Definición	Agregado Fino	Agregado Grueso	Cemento
Peso Especifico kg/m ³	2819	3023	2940
Peso Unitario Suelto	1527	1380	1501
Peso Unitario Varillado	1641	1509	
Módulo de fineza	2.70	0	
% Humedad Natural	1.92	1.34	
% Absorción	0.80	1.58	
Tamaño Máximo Nominal		1/2"	

Valores de diseño			
Agua	R a/c (")	Cemento	Aire atrapado
200.0	0.47	425.5	2.5

Volumen absolutos m ³ /m ³ de mezcla				
Agua	Cemento	Aire	Pasta	Agregados
0.200	0.145	0.025	0.370	0.630
Relacion agregados en mezcla ag. f/ ag. gr.			42%	58%

Volumen absoluto de agregados	
0.630	m3

Fino	42%	0.265	m3	746.217	kg/m3
Grueso	58%	0.366	m3	1105.062	kg/m3

Pesos de los elementos kg/m3 de mezcla		
	Secos	Corregidos
Cemento	425.5	425.5
Agr. fino	746.2	760.5
Agr. grueso	1105.1	1119.9
Agua	200.0	194.3

Aporte de agua en los agregados	
Ag. fino	8.39
Ag. grueso	-2.65
Agua libre	5.74
Agua efectiva	194.3

Volumenes aparentes con humedad natural de acopio				
	Cemento	Fino	Grueso	Agua (lt)
En m3	0.283	0.498	0.812	194.3
En pie3	10.012	17.59	28.66	194.3

Dosificación en Planta/Obra con humedad de acopio				
En peso por kg de cemento	Cemento (kg)	Ag. Fino (kg)	Ag. Grueso (kg)	Agua (lt)
	1	1.787	2.632	0.457
En volumen por bolsa de cemento	Cemento (1 bolsa)	Ag. Fino (pie3)	Ag. Grueso (pie3)	Agua (lt)
	1	1.8	2.9	19.4

Ana Steffany Garcia Orozco
INGENIERA CIVIL
CIP. N° 262620

Figura 22. Certificado de diseño de mezcla de concreto reemplazando el 6% de agregado grueso natural por el regenerado
Fuente: Geoslideservicios Generales EIRL, 2023.

ANEXO 04. RESISTENCIA DE CONCRETO CONVENCIONAL Y REEMPLAZANDO EL 2%, 4% Y 6% DEL AGREGADO

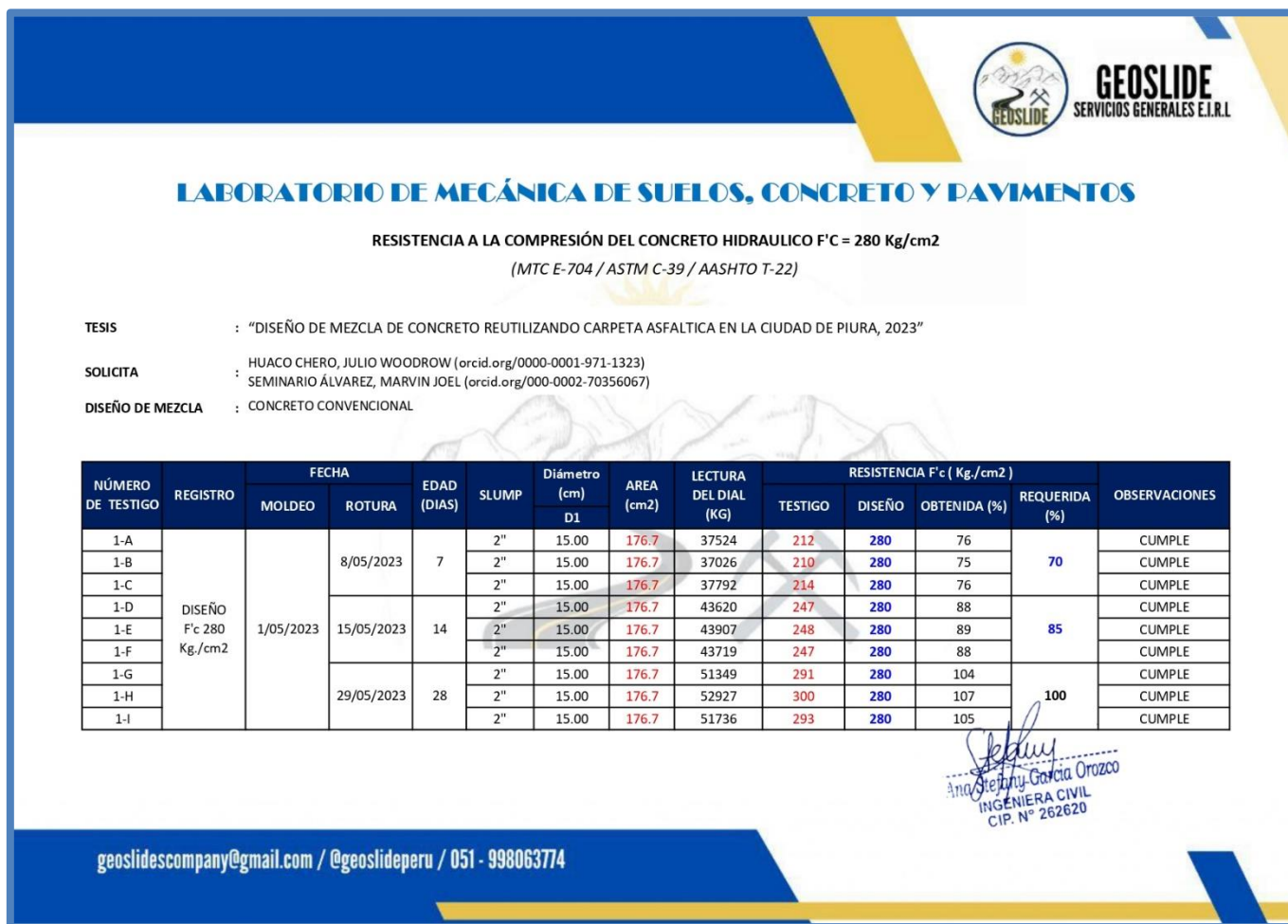


Figura 23. Resistencia de las probetas de concreto convencional

Fuente: Geoslide Servicios Generales EIRL, 2023.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO HIDRAULICO F'C = 280 Kg/cm²
 (MTC E-704 / ASTM C-39 / AASHTO T-22)

TESIS : "DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO REUTILIZANDO CARPETA ASFALTICA EN LA CIUDAD DE PIURA, 2023"

SOLICITA : HUACO CHERO, JULIO WOODROW (orcid.org/0000-0001-971-1323)
 SEMINARIO ÁLVAREZ, MARVIN JOEL (orcid.org/000-0002-70356067)

DISEÑO DE MEZCLA : REEMPLAZANDO EL 2% POR AGREGADO OBTENIDO DE CARPETA ASFALTICA

NÚMERO DE TESTIGO	REGISTRO	FECHA		EDAD (DIAS)	SLUMP	Diámetro (cm) D1	AREA (cm ²)	LECTURA DEL DIAL (KG)	RESISTENCIA F'c (Kg./cm ²)			OBSERVACIONES	
		MOLDEO	ROTURA						TESTIGO	DISEÑO	OBTENIDA (%)		REQUERIDA (%)
2-A	DISEÑO F'c 280 Kg./cm ²	1/05/2023	8/05/2023	7	2"	15.00	176.7	35914	203	280	73	70	CUMPLE
2-B					2"	15.00	176.7	35609	202	280	72		CUMPLE
2-C					2"	15.00	176.7	36270	205	280	73		CUMPLE
2-D			15/05/2023	14	2"	15.00	176.7	42735	242	280	86	85	CUMPLE
2-E					2"	15.00	176.7	42530	241	280	86		CUMPLE
2-F					2"	15.00	176.7	42091	238	280	85		CUMPLE
2-G			29/05/2023	28	2"	15.00	176.7	50035	283	280	101	100	CUMPLE
2-H					2"	15.00	176.7	50271	284	280	102		CUMPLE
2-I					2"	15.00	176.7	49608	281	280	100		CUMPLE


 Ana Stefany Garcia Orozco
 INGENIERA CIVIL
 CIP. N° 262620

geoslidescompany@gmail.com / @geoslidesperu / 051 - 998063774

Figura 24. Resistencia de las probetas de concreto con 2% de agregados de carpeta asfáltica

Fuente: Geoslides Servicios Generales E.I.R.L, 2023.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO HIDRAULICO F'c = 280 Kg/cm²
 (MTC E-704 / ASTM C-39 / AASHTO T-22)

TESIS : "DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO REUTILIZANDO CARPETA ASFALTICA EN LA CIUDAD DE PIURA, 2023"

SOLICITA : HUACO CHERO, JULIO WOODROW (orcid.org/0000-0001-971-1323)
 SEMINARIO ÁLVAREZ, MARVIN JOEL (orcid.org/000-0002-70356067)

DISEÑO DE MEZCLA : REEMPLAZANDO EL 4% POR AGREGADO OBTENIDO DE CARPETA ASFALTICA

NÚMERO DE TESTIGO	REGISTRO	FECHA		EDAD (DIAS)	SLUMP	Diámetro (cm) D1	AREA (cm ²)	LECTURA DEL DIAL (KG)	RESISTENCIA F'c (Kg./cm ²)			OBSERVACIONES									
		MOLDEO	ROTURA						TESTIGO	DISEÑO	OBTENIDA (%)		REQUERIDA (%)								
3-A	DISEÑO F'c 280 Kg./cm ²	1/05/2023	8/05/2023	7	2"	15.00	176.7	33915	192	280	69	70	NO CUMPLE								
3-B					2"	15.00	176.7	33762	191	280	68		NO CUMPLE								
3-C					2"	15.00	176.7	33801	191	280	68		NO CUMPLE								
3-D			15/05/2023	14	2"	15.00	176.7	41134	233	280	83	85	85	NO CUMPLE							
3-E														2"	15.00	176.7	41498	235	280	84	NO CUMPLE
3-F														2"	15.00	176.7	41387	234	280	84	NO CUMPLE
3-G			29/05/2023	28	2"	15.00	176.7	47901	271	280	97	100	100	NO CUMPLE							
3-H														2"	15.00	176.7	47135	267	280	95	NO CUMPLE
3-I														2"	15.00	176.7	46907	265	280	95	NO CUMPLE


 Ana Stefany Garcia Orozco
 INGENIERA CIVIL
 C.I.P. N° 262620

geoslidescompany@gmail.com / @geoslideperu / 051 - 998063774

Figura 25. Resistencia de las probetas de concreto con 4% de agregados de carpeta asfáltica

Fuente: Geoslide Servicios Generales EIRL, 2023.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO HIDRAULICO F'c = 280 Kg/cm²
 (MTC E-704 / ASTM C-39 / AASHTO T-22)

TESIS : "DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO REUTILIZANDO CARPETA ASFALTICA EN LA CIUDAD DE PIURA, 2023"

SOLICITA : HUACO CHERO, JULIO WOODROW (orcid.org/0000-0001-971-1323)
 SEMINARIO ÁLVAREZ, MARVIN JOEL (orcid.org/000-0002-70356067)

DISEÑO DE MEZCLA : REEMPLAZANDO EL 6% POR AGREGADO OBTENIDO DE CARPETA ASFALTICA

NÚMERO DE TESTIGO	REGISTRO	FECHA		EDAD (DIAS)	SLUMP	Diámetro (cm)	AREA (cm ²)	LECTURA DEL DIAL (KG)	RESISTENCIA F'c (Kg./cm ²)			OBSERVACIONES	
		MOLDEO	ROTURA						TESTIGO	DISEÑO	OBTENIDA (%)		REQUERIDA (%)
4-A	DISEÑO F'c 280 Kg./cm ²	1/05/2023	8/05/2023	7	2"	15.00	176.7	30726	174	280	62	70	NO CUMPLE
4-B					2"	15.00	176.7	31873	180	280	64		NO CUMPLE
4-C					2"	15.00	176.7	32705	185	280	66		NO CUMPLE
4-D			15/05/2023	14	2"	15.00	176.7	41134	233	280	83	85	NO CUMPLE
4-E					2"	15.00	176.7	40712	230	280	82		NO CUMPLE
4-F					2"	15.00	176.7	40934	232	280	83		NO CUMPLE
4-G			29/05/2023	28	2"	15.00	176.7	45037	255	280	91	100	NO CUMPLE
4-H					2"	15.00	176.7	46019	260	280	93		NO CUMPLE
4-I					2"	15.00	176.7	45706	259	280	92		NO CUMPLE


 Ana Stefany Garcia Orozco
 INGENIERA CIVIL
 CIP. N° 262620

geoslidescompany@gmail.com / @geoslidoperu / 051 - 998063774

Figura 26. Resistencia de las probetas de concreto con 6% de agregados de carpeta asfáltica

Fuente: Geoslide Servicios Generales EIRL, 2023.

ANEXO 05. PANEL FOTOGRÁFICO

- PROCEDIMIENTOS PARA LA DETERMINACIÓN DE RESULTADOS DE LAS PERTENENCIAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS NATURALES Y REGENERADOS DE LA CARPETA ASFÁLTICA.



Selección de agregados naturales para posteriores ensayos.



Triturado de material regenerado de carpeta asfáltica, para posteriores ensayos.



Lavado del material asfáltico regenerado para obtención de agregados.



Pesado y separación de los agregados regenerados al 2%, 4% y 6%.

- LLENADO DE 36 PROBETAS CON MEZCLA DE CONCRETO (CON AGREGADOS NATURALES Y REGENERADOS DE LA CARPETA ASFÁLTICA, REEMPLAZADOS AL 2%, 4% Y 6%).



Verificación de la trabajabilidad del concreto con reemplazo del 2% de los agregados regenerados de la carpeta asfáltica.



Llenado de probetas con el 2% de agregados de material regenerado.



Llenado de probetas con el 4% de agregados de material regenerado.



Llenado de probetas con el 6% de agregados de material regenerado.

- INGRESO DE TESTIGOS Y RESULTADOS DE LA RESISTENCIA DE ESTOS, EN LOS DIAS 7, 14 Y 28 DESPUÉS DEL LLENADO DE PROBETAS.



Ingreso de testigos al 28avo día, después del llenado de probetas.



Rotura de testigos al 28avo día, después del llenado de probetas.

**ANEXO 06. MODELO DE CONSENTIMIENTO Y/O ASENTIMIENTO
INFORMADO, FORMATO UCV**

ANEXO 07. MATRIZ EVALUACIÓN POR JUICIO DE EXPERTOS, FORMATO UCV

ANEXO 08. RESULTADO DE SIMILITUD DEL PROGRAMA TURNITIN