



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Evaluación estructural de losa optimizada aplicando concreto
reciclado, Piura 2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Samame Ruidias, Luz Yessica (orcid.org/0000-0001-8960-5652)

Temoche Mendiguren, Eric Andres (orcid.org/0000-003-2018-8234)

ASESOR:

Dr. Alzamora Roman, Hermes Ernesto (orcid.org/0000-0002-2634-7710)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

PIURA – PERÚ

2022

DEDICATORIA

Esta tesis va dedicada a nuestras familias que de alguna manera nos han apoyado a lo largo de nuestra carrera, por habernos guiado y acompañado siempre con su paciencia y comprensión para ellos, nuestro respeto y admiración.

A nuestros compañeros de trabajo y su representante, a nuestros amigos y compañeros de clase que conocimos a lo largo de nuestra carrera universitaria.

AGRADECIMIENTO

A la universidad que nos dio la bienvenida y la oportunidad de salir adelante en el aspecto profesional.

Agradecemos el empeño de nuestros docentes correspondientes a la Facultad de Ingeniería Civil por impartir sus conocimientos que nos han otorgado.

Agradecemos a nuestro centro de trabajo por darnos las facilidades para hacer realidad nuestro deseo de lograr una profesión que tanto añoramos.

Nuestra eterna gratitud a nuestro asesor DR. Alzamora Román, Hermer Ernesto. Por su desinteresada guía, apoyo y comprensión para poder lograr nuestro propósito en el presente informe de investigación.

Índice contenidos

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
Índice contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras.....	vii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA	9
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	9
3.2. Variables y operacionalización.	9
3.3. Población (selección según criterios), muestra, muestreo, unidad de análisis	11
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	12
3.5. Procedimientos.....	12
3.6. Método de análisis de datos.....	13
3.7. Aspectos éticos	13
IV. RESULTADOS.....	14
V. DISCUSIÓN	32
VI. CONCLUSIONES.....	33
VII. RECOMENDACIONES	35
REFERENCIAS.....	36
ANEXOS	38

Índice de tablas

Tabla 1. Gradación de muestras de ensayo.	15
Tabla 2. Resultado Ensayo de Abrasión.	16
Tabla 3. Peso unitario del agregado grueso.	16
Tabla 4. Peso mínimo de la muestra de ensayo de Peso Específico.	17
Tabla 5. Resultados del peso específico y absorción del agregado grueso.	17
Tabla 6. Resultados de Ensayo de Contenido de Humedad del agregado fino proveniente de cantera.	18
Tabla 7. Resultados de ensayo de gravedad, específico y absorción del agregado fino proveniente de cantera.	19
Tabla 8. Resultados obtenidos del ensayo de Equivalente de Arena de los agregados finos proveniente de cantera.	19
Tabla 9. Resultados de Ensayo de Peso Unitario de agregados finos proveniente de cantera.	20
Tabla 10. Análisis granulométrico por tamizado.	20
Tabla 11. Resistencia Promedio.	21
Tabla 12. Relación agua/cemento.	22
Tabla 13. Contenido de aire atrapado.	22
Tabla 14. Asentamiento para diversos tipos de estructuras.	23
Tabla 15. Volumen Unitario de agua.	23
Tabla 16. Pesos de los elementos Kg/m ³ en la proporción de 60% agregados naturales – 40% agregados reciclados	25
Tabla 17. Pesos de los elementos Kg/m ³ en la proporción de 70% agregados naturales – 30% agregados reciclados	26
Tabla 18. Pesos de los elementos Kg/m ³ en la proporción de 80% agregados naturales – 20% agregados reciclados	27
Tabla 19. Pesos de los elementos Kg/m ³ en agregados naturales proveniente de cantera	288
Tabla 20. Resistencia de Probetas de Concreto con Agregados proveniente de cantera	29
Tabla 21. Resistencia de Probetas de Concreto en la proporción de 80% agregados naturales – 20% agregados reciclados	29

Tabla 22. Resistencia de Probetas de Concreto en la proporción de 70% agregados naturales – 30% agregados reciclados.	30
Tabla 23. Resistencia de Probetas de Concreto en la proporción de 60% agregados naturales – 40% agregados reciclados.	31
Tabla 24. Operacionalización de Variable Dependiente.	40
Tabla 25. Operacionalización de Variable Independiente.	41

Índice de Figuras

Figura 1. Ensayo de Abrasión Los Ángeles a 60% de agregados naturales provenientes de cantera.....	42
Figura 2. Ensayo de Abrasión Los Ángeles a 60% de agregados naturales y 40% reciclados.....	43
Figura 3. Ensayo de Abrasión Los Ángeles a 70% de agregados naturales y 30% reciclados.....	44
Figura 4. Ensayo de Abrasión Los Ángeles a 80% de agregados naturales y 20% reciclados.....	45
Figura 5. Ensayo de Peso Unitario del 60% de agregado natural - 40% agregado reciclado.....	46
Figura 6. Ensayo de Peso Unitario del 70% de agregado natural - 30% agregado reciclado.....	47
Figura 7. Ensayo de Peso Unitario del 80% de agregado natural - 20% agregado reciclado.....	48
Figura 8. Ensayo de Peso Unitario de agregado natural proveniente de cantera.....	499
Figura 9. Ensayo de Peso Específico del 60% de agregado natural - 40% agregado reciclado.....	50
Figura 10. Ensayo de Peso Específico del 70% de agregado natural - 30% agregado reciclado.....	51
Figura 11. Ensayo de Peso Específico del 80% de agregado natural - 20% agregado reciclado.....	52
Figura 12. Ensayo de Peso Específico de agregado natural proveniente de cantera.....	53
Figura 13. Ensayo de Contenido de Humedad de agregados finos proveniente de cantera.....	54
Figura 14. Ensayo de Gravedad específica de agregados finos proveniente de cantera.....	55
Figura 15. Ensayo de Equivalente de Arena de agregados finos provenientes de cantera.....	56
Figura 16. Ensayo de Peso Unitario de agregados finos proveniente de cantera.....	.57

Figura 17. Análisis granulométrico de agregados reciclados.	58
Figura 18. Diseño de mezcla de concreto para proporción de 60% agregado natural y 40% agregado reciclado.	59
Figura 19. Diseño de mezcla de concreto para proporción de 70% agregado natural y 30% agregado reciclado.	60
Figura 20. Diseño de mezcla de concreto para proporción de 80% agregado natural y 20% agregado reciclado.	61
Figura 21. Ensayo de Diseño de mezcla con agregados naturales provenientes de cantera.	62
Figura 22. Ensayo de resistencia de concreto con 100% de agregado natural (Concreto convencional)	63
Figura 23. Ensayo de resistencia de concreto con 80% de agregado natural y 20% agregado reciclado.	64
Figura 24. Ensayo de resistencia de concreto con 70% de agregado natural y 30% agregado reciclado.	65
Figura 25. Ensayo de resistencia de concreto con 60% de agregado natural y 40% agregado reciclado.	66

RESUMEN

En el presente proyecto de investigación hemos considerado inquirir en la “Evaluación estructural de losa optimizada aplicando concreto reciclado en la ciudad de Piura”. Habiendo considerado evaluar en la primera etapa el estado de los agregados gruesos obtenidos del concreto reciclado donde, una vez reciclados, consideramos reemplazar un porcentaje de estos en un diseño de mezcla convencional con el fin de que esta sea óptima.

Para lo antes mencionado, el progreso del diseño de mezcla se estimará de acuerdo con los porcentajes a reemplazar con agregados reciclados, comprobando si la cuantía de materiales a emplear en dicha mezcla disminuye dependiendo el incremento del reemplazo de agregados naturales por los reciclados.

Finalmente, evaluamos el aguate de cada traza de mezcla, resultando que mientras más cantidad de agregados reciclados se introduzcan a la mezcla, su dureza disminuiría. En el caso de la proporción 80% agregado natural y 20% agregado reciclado, su resistencia llega a 210 kg/cm²; es decir, cumple con la resistencia mínima exigida.

Palabras clave: Concreto reciclado, agregados reciclados, losa optimizada.

ABSTRACT

This present research project consists of the structural evaluation of optimized lab applying recycled concrete in the city of Piura. In our first part, the state of the coarse aggregates obtained from recycled concrete will be evaluated in order to later replace a percentage of these in a conventional mix design.

For the development of the mix design, it will be taken according to the percentages to be replaced with recycled aggregates, verifying if the amount of materials to be used in said mix will decrease depending on the increase in the replacement of natural aggregates by recycled ones.

Lastly, the strength of each mix design was evaluated, resulting in the greater amount of recycled aggregates introduced into the mix, its strength would decrease. In the case of the proportion of 80% natural aggregate and 20% recycled aggregate, its resistance reaches 210Kg/cm²; that is, it meets the minimum required resistance.

Keywords: Recycled concrete, recycled aggregates, optimized slab.

I. INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años, el crecimiento poblacional ha impulsado construcciones y renovaciones urbanas, que conllevó generar gran cantidad de remanentes de hormigón debido a las demoliciones, causando serios problemas ambientales. Desafortunadamente, en el Perú, todavía no hemos avanzado en la implementación de métodos eficientes para reutilizar estos residuos generados durante la construcción, remodelación o demolición. La mayoría de estos residuos se desechan en vertederos informales, provocando una considerable contaminación en las áreas circundantes, afectando el medio ambiente y generando polución. Este problema tiene un impacto negativo en la flora y fauna, especialmente cuando los desechos terminan en la costa marina.

Es relevante destacar que el hormigón ocupa el segundo lugar en material más utilizado en el mundo, siendo superado por el agua, ya que su durabilidad lo convierte en un elemento importante en todos los proyectos de construcción. Sin embargo, con el cambio de las necesidades humanas a lo largo del tiempo, se ha generado una considerable cantidad de desperdicios. Países como Europa, Estados Unidos y Japón producen conjuntamente más de 900 millones de toneladas de residuos anuales, aunque la cifra exacta en otros países no está claramente establecida.

Además, el reciclaje de este material es una industria desarrollada en muchos países, donde la mayor parte del hormigón puede ser triturada y utilizada como agregado grueso, generando así ingresos significativos. Las tecnologías de procesamiento y trituración mecánica disponibles pueden aplicarse en naciones desarrolladas como aquellos que van en vías de desarrollo.

Por lo expuesto, es que se ejecutará el presente informe de investigación “Evaluación estructural de losa optimizada aplicando concreto reciclado en la ciudad de Piura”, cuyo problema principal nos plantea: **¿En qué medida la utilidad de concreto reciclado incide en el diseño de la losa optimizada en Piura?**; de igual manera, la pregunta específica abordada en este estudio es: ¿Cuál es la condición del agregado obtenido del concreto reciclado? ¿Cuál es el análisis físico del árido obtenido del hormigón reciclado? ¿Cuál es el diseño de mezcla utilizada

para los paneles de mejora urbana? ¿Cuál es la resistencia de cada porcentaje de reemplazo de concreto en la mezcla de concreto utilizada en la losa optimizada?

Precisamos defender las razones que motivan la presente investigación, por tal razón, este informe requiere ser trabajado para que a futuro sea beneficioso para los residentes de esta ciudad, especialmente para aminorar los gastos de las personas de escasos recursos y, de los lugares donde se desestiman bloques de concretos provenientes de las demoliciones de edificaciones y/o pavimentos. Debido a esto, estimamos importante el diseño de una losa optimizada destinando dicho material reciclado en la ciudad de Piura. Por ello, este trabajo investigativo tiene una **justificación técnica**, ya que está cumpliendo con las normativas y/o manuales empleados para establecer el estado de los agregados obtenidos del concreto reciclado; así mismo, para la formulación de la mezcla a usar en esta losa optimizada. Del mismo modo, se tiene una **justificación de manera práctica**, porque aspira desarrollar una losa optimizada innovadora que favorezca al medio ambiente reciclando los bloques de concretos procedentes de demoliciones y/o construcciones; aplicando los agregados del concreto reciclado como un componente en la dosificación de la mezcla de la losa mencionada anteriormente. De igual forma, se tiene una **justificación de relevancia social**, porque es innovadora y conveniente; y a su vez, engloba el problema de concretos desechados al aire libre en vertederos informales, buscando así, servirse de los agregados obtenidos de dichos concretos y obtener una sostenibilidad ecológica reutilizándolos en una nueva mezcla de concreto, la cual será para una losa optimizada. Y para finalizar, se tiene una **justificación metodológica** porque ayudará a futuros estudiantes y profesionales en ingeniería civil a realizar investigaciones más exhaustivas y aplicar un diseño moderno de concreto ecológico en una losa optimizada.

Como todo proyecto de investigación, presenta un objetivo principal, derivado del propósito de estudio; en el presente informe de investigación nuestro objetivo principal es: **Evaluar estructuralmente la losa optimizada aplicando concreto reciclado en la ciudad de Piura**, utilizando diversos porcentajes de concreto reciclado para la mezcla de la losa optimizada. De igual forma, de acuerdo con los

objetivos específicos, pasos intermedios necesarios para finalizar el objetivo principal de esta investigación, los cuales se mencionan a continuación:

- Determinar, la situación de los agregados obtenidos del concreto reciclado.
- Determinar, los análisis físicos de los agregados logrados del concreto reutilizado.
- Determinar, el diseño de mezcla a emplear en la losa optimizada en la ciudad de Piura.
- Determinar, la resistencia del concreto para cada porcentaje de la mezcla de concreto utilizada en la losa optimizada.

Como toda cuestión, en un informe de investigación, este debe tener su propia solución, sin embargo, para llegar a una conclusión, se deberá proponer diversas hipótesis con respecto a los problemas planteados en líneas anteriores; para así, llegar a una conclusión donde se afirme o se niegue las mencionadas hipótesis. Por lo tanto, como hipótesis general tenemos: **El diseño de la mezcla optimizada de losa en Piura podría verse afectado por el uso de concreto reciclado**; de igual forma, consideramos las siguientes hipótesis específicas: Los agregados que se obtienen del concreto reciclado tienen el mismo o diferente estado que los agregados que se obtienen de la cantera. Los agregados obtenidos del concreto reciclado pasaron pruebas físicas, obteniendo como resultado que son similares o diferentes a los agregados provenientes de cantera. El diseño de mezcla a emplear en esta losa optimizada en la ciudad de Piura es similar o diferente al concreto tradicional. Podemos decir que la capacidad del concreto para la losa optimizada es mayor, igual o menor a la resistencia del concreto convencional.

II. MARCO TEÓRICO

Como toda investigación, cuenta con estudios previos, ya sea internacional como nacionalmente, dichos estudios se asemejan a nuestro tema de estudio.

En el ámbito internacional, Cruz García y colaboradores (2004) realizaron el trabajo de investigación titulado "Concreto Reciclado", el cual tenía como finalidad analizar el comportamiento de los residuos de demolición y construcción, especialmente gravas, utilizadas como árido en hormigón. La metodología utilizada fue experimental y de laboratorio, incorporando residuos de concreto en mezclas de hormigón y realizando ensayos correspondientes. Los resultados indicaron que los agregados de concreto no contaminantes pueden reemplazar satisfactoriamente los agregados gruesos en la producción de hormigón nuevo. Aunque el hormigón con áridos reciclados mostró una resistencia inferior a los áridos naturales, se demostró que es posible ajustarlo para alcanzar la misma resistencia que el hormigón convencional.

Así mismo, en el estudio de Cogollo Forero y colaboradores (2018) sobre "Modelación numérica de pavimentos rígidos mediante modulación convencional y de losas cortas", buscaba modelar la placa corta considerando la variación de espesor mediante el software EverFe 2.24. Los resultados indicaron que este enfoque de diseño permitía la optimización de estas dimensiones en losas cortas reduciendo el grosor solicitado, disminuyendo así la tensión máxima al cargar solo un juego de ruedas en cada losa. Además, observamos que este nuevo concepto de placa podía diseñarse con un espesor mínimo de 8 cm, según los análisis de rendimiento granular realizados. Asimismo, en EverFe 2.24, no se registró un gradiente térmico que pudiera generar deformaciones diferenciales entre la superficie del sustrato granular y el fondo de la placa, evitando así deformaciones cóncavas.

La tesis "Uso de concreto reciclado triturado como agregado alternativo para concreto", Ratcliffe (2016) busca demostrar que los áridos de concreto reciclado de piedra triturada no solo reducen el costo del concreto, sino que también generan menos desechos y tienen las mismas características de resistencia, trabajabilidad y otros atributos que el concreto construido a partir de áridos naturales. Debido a

que el agregado de concreto triturado tiene propiedades similares y es más económico, se encontró que el uso de agregado de concreto triturado es una buena opción.

En la investigación de Bedoya y colaboradores (2015) titulada "El concreto con agregados reciclados como proyecto de sostenibilidad urbana", buscaba evaluar la aplicación del hormigón reciclado como parte de un proyecto de desarrollo urbano sostenible. Se concluyó que el árido obtenido a partir de grava reciclada puede ser fácilmente incorporado en nuevas construcciones, a pesar de las diferencias en las propiedades de algunas materias primas. Se encontró que las mezclas con un reemplazo del 25% se mantienen prácticamente iguales a las mezclas tradicionales en términos de desempeño, resistencia, porosidad y costo, lo que sugiere que es factible utilizar concreto con fines constructivos.

A nivel nacional, Balazar La Puerta y sus colegas (2019) presentaron una tesis titulada "Propuesta de agregado reciclado para la elaboración de concreto estructural con $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ en estructuras aperticadas en la ciudad de Lima para reducir la contaminación ambiental". El propósito del estudio fue indagar como se comportaba el hormigón junto al árido grueso reciclado en estructuras de hormigón y su impacto ambiental en comparación con el hormigón convencional. Este estudio adoptó un enfoque experimental, realizando pruebas con agregados de concreto naturales y reciclados para examinar dichos efectos durante la elaboración de concreto estructural. Se concluyó que el uso de áridos reciclados obtenidos de elementos estructurales de alta resistencia ($f'c$) es recomendable, ya que esto tiene una relación directa con sus propiedades mecánicas.

Caycho Hidalgo y colaboradores (2019) realizaron una tesis que, está titulada "Mezcla de concreto con agregado grueso reciclado usando cemento Portland tipo HS para cimentaciones, distrito La Molina, Año – 2019" en Lima, Perú. Su objetivo principal fue mejorar el rendimiento de las cimentaciones en el área de La Molina en 2019. El estudio combinó un enfoque descriptivo, para analizar comparaciones con el hormigón convencional, con un enfoque experimental, probando agregados naturales y reciclados para observar sus efectos como parte de esta producción de concreto estructural. Para diseñar la mezcla de concreto reciclado, se utilizó el método de volumen equivalente de mortero. Esto permitió utilizar menos agregado

fino natural, agua y cemento. En los diseños usando 25%, 50% y 75% de agregado grueso reciclado, se lograron reducciones de 22 kg, 44 kg y 66 kg de cemento respectivamente, así como reducciones de 48 kg, 88 kg y 123 kg de agregado fino natural, y reducciones de 11 litros, 23 litros y 35 litros de agua, siguiendo el mismo patrón de diseño.

De igual manera, en la tesis de Erazo Gonzales (2018), titulada "Evaluación del diseño de concreto $F'c= 175 \text{ kg/cm}^2$ utilizando agregados naturales y reciclados para su aplicación en elementos no estructurales", se busca estimar el diseño de concreto. El método de investigación propuesto es experimental e incluye pruebas con áridos naturales y reciclados en la producción de hormigón. Se determinó que, al combinar la mezcla por peso en la construcción, se necesita una proporción de 1:2:3:2:7/30.4 litros/bolsa y una relación agua-cemento de 0.71, debido a una considerable absorción del agregado reciclado. Esto resulta en un uso mayor de agua en la mezcla, generando una proporción elevada de agua a cemento. Además, la prueba de asentamiento mostró que la mezcla de concreto alcanzó una altura de 3 pulgadas, lo que indica una consistencia plástica y fácil de trabajar.

Machaca Iquiapaza (2019) presenta su investigación que lleva por nombre "Evaluación de concreto reciclado, proveniente de procesos de demolición y construcción de viviendas para su reúso en concreto simple en la ciudad de Juliaca", cuya finalidad principal es evaluar el concreto reciclado que se obtuvo de la demolición y su reutilización de este material para fabricación de casas en Puno - Juliaca. Su metodología, de naturaleza experimental y aplicada, combina teoría y práctica utilizando datos de pruebas de laboratorio. Se concluyó que reemplazar el 5% del agregado natural con agregado reciclado superó el objetivo de resistencia de diseño a 28 días en un 7.73%, mientras que un reemplazo del 10% en peso de agregado natural se mantuvo dentro de los parámetros de resistencia deseados para el concreto simple.

Así mismo, para entender mejor nuestro tema de investigación, es necesario conocer algunos conceptos de palabras claves, los cuales, serán de gran ayuda a lo largo de nuestro estudio. Comenzaremos a definir el concepto de **evaluación**, el cual, se refiere a hacer juicios sobre un conjunto de datos tomando decisiones fundamentadas en los resultados.

Podemos afirmar que una **losa optimizada** constituye un método de diseño que surgió como solución al desafío de reducir el espesor de las estructuras de pavimento de hormigón, con el propósito de disminuir los costos iniciales sin sacrificar las ventajas inherentes al uso de pavimentos de hormigón. Esta innovación tecnológica permite reducir la incidencia de grietas, asimismo aumentar el soporte de carga de los ejes que tienen los vehículos pesados. Las losas de concreto de tamaño pequeño y grosor se apoyan sobre un cimiento granulado trabajado con cemento o asfalto, sin adherirse al revestimiento anterior. En comparación con los diseños de pavimento tradicionales, esta técnica resulta en losas de concreto para vías de alto tránsito que son, en promedio, 7 centímetros más delgadas.

Este método permite diseñar pavimentos de hormigón en vías menos transitadas y ofrece una alternativa a otras soluciones de materiales. Los paneles optimizados tienen muchas ventajas: son más delgados que los diseños convencionales, lo que reduce los recursos en un 20%; tienen un bajo impacto ambiental, lo que reduce la necesidad de iluminación en un 30%; son pequeños y delgados, por lo que son fáciles de reemplazar en caso de daños, evitando obstrucciones y aumentando la eficiencia; no requieren selladores de juntas, tensores ni varillas de transferencia y requieren poco mantenimiento.

La losa optimizada a diseñar en nuestro estudio, el material fundamental será de **concreto**, el cual, se compone de **agregados gruesos**, que son materiales químicamente no reactivos en el hormigón y represente el 60 y el 75 por ciento del total del volumen. También se puede definir como materiales inertes en forma de partículas, que son productos minerales que se pueden encontrar tanto en estado natural como artificial. De **agregados finos, cemento y agua**. Estos áridos naturales se pueden sustituir por áridos elaborados a partir de hormigón reciclado.

El **concreto reciclado** se define por su uso de áridos reciclados combinados con cemento, áridos naturales (grava y arena), agua y aditivos. Dicho modelo de hormigón posee cualidades tanto físicas como mecánicas, que se asemejan a las del hormigón tradicional.

Introducir concreto reciclado y reutilizarlo en nuevas mezclas ofrece una serie de **beneficios** significativos. Esto incluye la reducción de desechos en vertederos y la consiguiente degradación del suelo, así como la disminución del uso de nuevos recursos y los costos ambientales asociados con la extracción de materiales naturales. Los áridos reciclados se obtienen triturando concreto proveniente de demoliciones de edificios o de procesos donde el concreto ya ha endurecido y se descarta como grava.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación.

El propósito de este estudio (Aplicado) es utilizar el conocimiento adquirido y aplicarlo en la práctica, se pueden obtener resultados que detallan si lo investigado será aplicado de acuerdo o no con los objetivos planteados.

Su diseño también es experimental, debido a que su análisis se realizará mediante control variable o alternativo, por lo que se obtendrán datos de las actividades realizadas en el laboratorio, luego se recolectará información mediante fórmulas y procesadores de datos, para luego obtener los resultados exhibidos en la superficie.

3.2. Variables y operacionalización.

Este estudio considera dos variables, una variable independiente para observar los resultados de la otra variable dependiente; Estos grupos propuestos antes de la prueba se determinan en función del porcentaje que será reemplazado en un diseño mixto.

3.2.1. Variable Independiente

X1: Evaluación estructural de losa optimizada

Definición Conceptual

El método también permite el diseño eficiente de pavimentos de hormigón para carreteras menos transitadas cubiertas por los métodos de pavimento actuales, proporcionando una alternativa a otras soluciones materiales.

Definición operacional

Para evaluar la losa optimizada, primero se deben realizar pruebas de compresión al concreto a realizar; diseñar 0%, 20%, 30% y 40% de reemplazo del agregado de concreto convencional; determinando la fuerza del hormigón como también de su cumplimiento.

Dimensiones

Resistencia del concreto.

Indicadores

Ensayo de Compresión de Concreto

Escala de medición

Intervalo

3.2.2. Variable dependiente

X2: Aplicación del concreto reciclado

Definición conceptual

El concreto reciclado, en su mayoría, se emplea como agregado en la construcción de carreteras, comúnmente en forma granular. (Vega C.J., 2019)

Definición operacional

Se caracteriza por la utilización de áridos reciclados junto con cemento, áridos naturales (arena y grava), aditivos y agua, y así fabricar hormigones que poseen propiedades mecánicas y físicas iguales al hormigón convencional.

Dimensiones

Estado de los agregados

Análisis de los agregados físicamente

Diseño de mezcla a usar en la losa optimizada

Indicadores

Abrasión Los Ángeles, Gravedad específica, Peso Unitario y absorción, Equivalente de arena.

Análisis Granulométrico por tamizado.

Dosificación de concreto.

Escala de medición

Intervalo

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

3.3.1. Población

En nuestro trabajo de investigación, agregamos un número limitado de bloques de concreto por lote de producción con relleno de concreto reciclado en proporciones del 0%, 20%, 30%, 40% del volumen de relleno. Naturaleza.

3.3.2. Muestra

Nuestra muestra será 09 probetas de concreto convencional y 27 probetas de concreto sustituyendo proporciones de agregados obtenidos del concreto reciclado.

3.3.3. Muestreo

Con el muestreo como instrumento de elección realizaremos los ensayos de laboratorio de la muestra total de la población. Estos ensayos de laboratorio a realizar se basan en normas y/o reglamentos que eligen una diversidad de objetos concertados a una representación de una población determinada.

3.3.4. Unidad de análisis.

Estas unidades de observación están conformadas por distintos ensayos de las dos muestras, que se registraran:

M1: Concreto convencional de $F'c = 210 \text{ Kg/cm}$.

M2: Concreto reemplazando 20% de los agregados natural del concreto convencional.

M3: Concreto reemplazando el 30% de los agregados natural del concreto convencional.

M4: Concreto reemplazando el 40% de los agregados natural del concreto convencional.

Estas unidades estarán tanto en estado fresco y estados endurecidos a los que se efectuarán los ensayos de las roturas de probetas según la edad del testigo según normas.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se utilizarán métodos como la de observación, campo experimental y análisis de literatura que ayudará a determinar la primera medida correspondiente al estado del agregado obtenido del concreto reciclado. Además, se utilizarán tablas para registrar los datos de desgaste de LA, peso unitario, gravedad específica y absorción, así como el verdadero equivalente.

Para evaluar el objetivo número dos, que es apropiado para el análisis físico de agregados de concreto reciclado, se emplearán métodos como la observación en campo, de manera experimental y análisis de literatura, así como hojas de datos de tamaño de partícula de malla.

Se emplearán observaciones de campo y análisis de la literatura, junto con registros de datos de lotes de concreto, para evaluar el tercer objetivo: diseñar la mezcla óptima de losas para la ciudad de Piura.

Se utilizarán observaciones experimentales de campo y métodos de análisis de la literatura para evaluar la cuarta medida de resistencia del concreto, y nuevamente se utilizará el registro de resistencia del concreto.

3.5. Procedimientos

El procedimiento que permitió llegar a la recopilación de información se realizó por etapas de acuerdo a cada uno de nuestros objetivos.

Para lograr nuestro objetivo número uno, que es determinar el estado de los agregados obtenidos del concreto reciclado; primero debemos dirigirnos a los lugares de desechos de concretos y/o materiales (botaderos informales) para la recolección de nuestros bloques de concretos. Una vez obtenidos nuestros bloques de concretos, procederemos a la trituración de estos para posteriormente, realizar los ensayos a los agregados, tanto del concreto reciclado como los procedentes de la cantera, estos ensayos son: Peso Unitario, Contenido de Humedad, Abrasión Los Ángeles, Equivalente de Arena y Peso específico y absorción.

Nuestro objetivo número dos, que es determinar el análisis físico de los agregados de concretos reciclados para usar en nuestro nuevo diseño de mezcla, se realizará un análisis del tamaño de partículas para separar los agregados finos de los

gruesos; esta última es la dosis que utilizaremos y/o sustituiremos en una nueva dosis de la mezcla.

Asimismo, para nuestro objetivo número tres referentes a determinar el diseño de mezcla a usar en la losa optimizada, se calculará la dosificación precisa de todos los materiales que serán usados.

Respecto a nuestro objetivo cuatro, que fue determinar la resistencia de cada porcentaje de concreto de reemplazo en la mezcla de concreto utilizada en la losa optimizada. Esto se logra preparando 09 muestras de concreto normal y 27 muestras de concreto reciclado, reemplazando el 20%, 30% y 40% del material de cantera y compactando a los 07, 14 y 28 días.

3.6. Método de análisis de datos

Todos resultados deberán ser estudiados utilizando Excel y serán proporcionados por el Laboratorio de mecánica de suelos, que realizará los análisis y ensayos necesarios para nuestro trabajo de investigación.

3.7. Aspectos éticos

Se basan en los criterios de aplicación del proceso de reciclado del concreto, así mismo la presente investigación ha sido realizada por los autores, cabe indicar que las referencias bibliográficas se han desarrollado según el sistema ISO 690.

IV. RESULTADOS

Para llevar a cabo este informe de investigación, se consideró como principal objetivo **“EVALUAR ESTRUCTURALMENTE LA LOSA OPTIMIZADA APLICANDO CONCRETO RECICLADO EN LA CIUDAD DE PIURA”**.

En tanto a lo expuesto en nuestro objetivo número uno, que es: **“DETERMINAR EL ESTADO DE LOS AGREGADOS OBTENIDOS DEL CONCRETO RECICLADO”**.

Cuya finalidad de desarrollar nuestro primer objetivo es realizar un diagrama explicativo, donde se expone el cómo se llegan a obtener nuestros agregados a usar como prototipo, y así proceder a ejecutar los ensayos pertinentes:



Descripción:

Primero, nos dirigimos a los sitios donde hallamos desechos de concreto, específicamente en vertederos informales, para recolectarlos. Estos bloques son luego llevados a un laboratorio donde se trituran para obtener tanto agregados finos como gruesos.

Después de recolectar y triturar los bloques de concretos reciclados, se llevaron a cabo los ensayos correspondientes para evaluar su calidad. En cada prueba, se utilizó una proporción de 80% - 20%, 70% - 30% y 60% - 40% de agregados naturales y reciclados respectivamente. A continuación, iniciamos con las pruebas para evaluar los agregados gruesos:

ENSAYO DE ABRASIÓN:

Se trata de evaluar la degradación de agregados minerales estandarizados por impacto, trituración y abrasión en un tambor giratorio de acero, con una cantidad de esferas de acero que varía según la gradación de la muestra (MTC, 2016).

Inicialmente, procederemos a la tamización completamente de nuestra muestra proveniente de hormigón reciclado triturado. A continuación, se separa y se pesa cada fracción retenida en el tamiz para identificar el tipo de clasificación que se llevará a cabo, a través de la “**Tabla 1**”

Tabla 1: Gradación de muestras de ensayo

Medida del Tamiz (apertura cuadrada)		Masa de Tamaño indicado (gr)			
Qué pasa	Retenido sobre	Gradación			
		A	B	C	D
37.5 mm (1 ½")	25.0 mm (1")	1250 ± 25	-		
25.0 mm (1")	19.0 mm (¾")	1250 ± 25	-	-	-
19.0 mm (¾")	12.5 mm (½")	1250 ± 10	2500 ± 10	-	-
12.5 mm (½")	9.5 mm (⅜")	1250 ± 10	2500 ± 10	-	-
9.5 mm (⅜")	6.3 mm (¼")	-	-	2500 ± 10	-
6.3 mm (¼")	4.75 mm (N.º 04)	-	-	2500 ± 10	-
4.75 mm (N.º 04)	2.36 mm (N.º 08)	-	-	-	5000
TOTAL		5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10

Fuente: Manual de Ensayo de Materiales, 2016.

Cuando ya estén tamizados estos agregados reciclados, se procede a realizar la proporción de agregado natural – agregado reciclado de 80% - 20%, 70% - 30%, 60% - 40% respectivamente. Para dicha muestra de estudio, se realizaron dos Ensayos de Abrasión con una gradación de Tipo A; obteniendo resultados que se detallan en la siguiente **Tabla 2:**

Tabla 2. Resultados Ensayo Abrasión

Proporción de agregados (%)		Resistencia al desgaste (%)		Promedio (%)
Natural	Reciclado	Ensayo 01	Ensayo 02	
100	0	15.8	16.4	16.1
80	20	17.8	17.4	17.6
70	30	18.8	19	18.9
60	40	24.0	29.0	26.5

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Interpretación:

Se obtuvieron resultados de la realización de los dos ensayos para cada proporción de agregados se muestran en la "Tabla 2". Se pudo observar que, al agregar mayor la cantidad de agregado reciclado en la mezcla con material de cantera, también aumenta el desgaste, lo que resulta en una disminución de su resistencia. Por lo tanto, no sería viable su uso en una mezcla de concreto.

PESO UNITARIO

En este experimento, se emplearán muestras de 2,500 gramos cada una. Cada muestra contendrá una proporción específica de agregados naturales y reciclados: 80% - 20%, 70% - 30%, y 60% - 40%, respectivamente. Esta configuración es crucial para establecer el diseño de la mezcla del concreto correspondiente a cada proporción.

Tabla 3. Peso unitario del agregado grueso

Agregados (%)		Peso Unitario	
Naturales	Reciclados	Suelto	Compactado
60	40	1258	1520
70	30	1297	1550
80	20	1388	1555
100	0	1402	1557

Fuente: Elaboración Propia, 2022.

Interpretación:

Según la "Tabla 3", el Ensayo de Peso Unitario Suelto y Compactado nos revelan una disminución gradual conforme aumenta la proporción de agregados de

concreto reciclado. Este efecto se observa incluso en el agregado natural de cantera, que no ha sido reemplazado por material reciclado.

PESO ESPECÍFICO

Según el ensayo de granulometría realizado, la proporción predominante en muestrario de agregados reciclados es de 1/2". Por lo tanto, se obtuvo que, lo mínimo de peso de la muestra que se usa en el ensayo será de 2 kg, según está especificado en la tabla siguiente:

Tabla 4. Peso mínimo de la muestra de ensayo de Peso Específico

Tamaño Máximo Nominal mm (pulg)	Peso mínimo de la muestra de ensayo KG (lb)
12.5 (1/2") o menos	2 (4.4)
19.0 (3/4")	3 (6.6)
25.0 (1")	4 (8.8)
37.5 (1 1/2")	5 (11)
50.0 (2")	8 (18)
63.0 (2 1/2")	12 (26)
75.0 (3")	18 (40)
90.0 (3 1/2")	25 (55)
100.0 (4")	40 (88)
112.0 (4 1/2")	50 (110)
125.0 (5")	75 (165)
150.0 (6")	125 (276)

Fuente: Manual de Ensayo de Materiales, 2016.

Como disponemos de agregado grueso de 1/2", se pesan 2 kg de la muestra y se colocan en una tina de saturación durante 24 horas. Después de saturar el agregado, se retira de la tina y se debe secar completamente para asegurar que no quede rastros de agua. Finalmente, la muestra seca se debe de pesar.

Tabla 5. Resultados del peso específico y absorción del agregado grueso

Agregados (%)		Peso específico saturado	% Absorción
Naturales	Reciclados		
100	0	3.125	0.81
80	20	2.778	1.01
70	30	2.632	1.63
60	40	2.500	2.04

Fuente, Elaboración propio, 2022.

Interpretación:

Según la "Tabla 5", los valores obtenidos en el ensayo de peso específico y porcentaje de absorción aumentan conforme incrementa el porcentaje de agregados reciclados en la muestra, lo que indica que los agregados reciclados requerirán más agua.

Tras completar la evaluación de los agregados gruesos mediante diversas pruebas de laboratorio, analizamos los agregados finos provenientes de la cantera, que serán esenciales para determinar la mezcla de concreto adecuada según la proporción de agregados gruesos. Por lo tanto, realizaremos las siguientes pruebas para evaluar los agregados finos de su punto de extracción.

CONTENIDO DE HUMEDAD

El MTC (2016), manifiesta que el contenido de humedad se describe como la proporción, expresada en porcentaje, del peso del agua en una masa de suelo en comparación con el peso de las partículas sólidas.

Se extraen 500 gramos de la muestra de la cantera, los cuales se colocan en un recipiente y se secan en un horno. Luego de que la muestra esté completamente seca, se retira del horno para enfriar. Posteriormente, se pesa para calcular el contenido de humedad.

Tabla 6. Resultados de Ensayo de Contenido de Humedad del agregado fino proveniente de cantera.

Ensayo	Agregado fino
Contenido de humedad	1.94

Fuente, Elaboración propio, 2022.

Interpretación:

Como se muestra en la “**Tabla 6**” en nuestro estudio usaremos agregado fino cuya proporción de humedad es de 1.94%.

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCION

Según el MTC (2016), la prueba de gravedad específica y absorción de agua evalúa diversos aspectos, como la densidad específica en seco, la gravedad específica saturada en superficie seca, la gravedad específica aparente y la absorción de agua de los agregados finos. Estos datos se utilizan para ajustar el diseño de la mezcla, garantizando un control uniforme de las propiedades físicas.

Primero, se debe llenar la jarra con agua, se debe alcanzar los 500 cm³ y registrar el peso de la jarra con el agua. Luego, extrae parte del melón del recipiente y añade 300 g. Toma la muestra hasta alcanzar la fracción requerida; después, vierte toda la mezcla y agita el vial manualmente eliminando las burbujas de aire.

Ya realizado el proceso, obtenemos los resultados de los agregados finos provenientes de la cantera. Según detalla la "Tabla 7".

Tabla 7. Resultados de Ensayo de Gravedad específica y absorción del agregado fino proveniente de cantera

Ensayo	Agregado fino
Gravedad específica	2.815
% Absorción	0.841

Fuente: Elaboración propio, 2022.

Interpretación:

Según se evidencia en la “**Tabla 7**” tenemos que la gravedad específica de los agregados finos es de 2.815 y su porcentaje de absorción es del 0.841%.

EQUIVALENTE DE ARENA

Este ensayo analiza la cantidad de polvos finos, sustancias dañinas o arcillosas presentes en una capa de suelo seco.

Tabla 8. Resultados obtenidos del Ensayo de Equivalente de Arena de los agregados finos proveniente de cantera.

Ensayo	Ensayo		Promedio
	01	02	
Equivalente de Arena (%)	88	92	90

Fuente, Elaboración propio, 2022.

Interpretación:

Como se muestra en la "Tabla 8" tenemos que el Equivalente de Arena de los agregados finos provenientes de cantera es del 90%.

PESO UNITARIO

El peso unitario suelto del agregado fino se determinará vertiéndolo en una báscula y registrando su peso total, repitiendo este procedimiento dos veces más. Para calcular el peso unitario compactado, se llenará un molde en tres capas, compactando cada una con 25 golpes de una barra de hierro para eliminar los huecos. Después, se pesará y se registrará el peso final. Lo obtenido se presenta en la "Tabla 9".

Tabla 9. Resultados de Ensayo de Peso Unitario de agregados finos proveniente de cantera

Agregados	Peso Unitario	
	Suelto	Compactado
Naturales	1527	1649

Fuente: Elaboración propio, 2022.

Interpretación:

Como se pudo observar en la tabla anterior", dicho peso unitario suelto de los agregados finos es de 1258, y el compactado es de 1520. Para lograr nuestro segundo objetivo, "**DETERMINAR LOS ANÁLISIS FÍSICOS Y QUÍMICOS DE LOS AGREGADOS OBTENIDOS DEL CONCRETO RECICLADO**", comenzamos con el análisis físico mediante el análisis granulométrico de los agregados reciclados. Lo resultante de este análisis presenta características detalladas en la "Tabla 10".

Tabla 10. Análisis granulométrico por tamizado

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	Retenido Parcial (%)	Retenido Acumulado (%)	Porcentaje que Pasa (%)
3/4"	19.00				100.0
1/2"	12.70	628.9	31.5	31.5	68.6
3/8"	9.52	601.8	30.1	61.5	38.5
N° 4	4.75	315.2	15.8	77.3	22.7

N° 10	2.00	151.2	7.6	84.9	15.1
N° 40	0.42	101.2	5.1	89.9	10.1
N° 80	0.180	76.4	3.8	93.7	6.3
N° 200	0.075	92.5	4.6	98.4	1.6
Pasante		32.8	1.6	100.0	

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Interpretación

Tras la trituración de concretos reciclados, determinó que la muestra está compuesta por un 77.30% de agregados gruesos y un 22.70% de agregados finos. Esto indica que el concreto reciclado extraído de los vertederos contiene una mayor proporción de agregados gruesos que finos.

En cuanto al tercer objetivo, "DETERMINAR EL DISEÑO DE MEZCLA A USAR EN LA LOSA OPTIMIZADA EN LA CIUDAD DE PIURA", se considerará una resistencia a la compresión ($F'c$) de 210 kg/cm², y el diseño se realizará conforme al Método ACI (Comité 211).

Por lo tanto, primero iniciaremos calculando la resistencia promedio, según detalla "Tabla 11"

Tabla 11. Resistencia Promedio

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

Fuente: Método ACI (Comité 211), 2019.

Entonces para un diseño de resistencia 210 kg/cm² es necesario aumentarle el factor 85 kg/cm², obteniendo una resistencia requerida promedio de 295 Kg/cm².

Posteriormente, corresponde calcular la relación agua/cemento (a/c) que se especifica en la "Tabla 12", para valores intermedios se debe interpolar.

Tabla 12. 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), 2019.

Interpolando los valores entre $F'c = 250$ y $F'c = 300$; teniendo como resultado 0.57, sin considerar la integración de aire en el diseño, el porcentaje se obtendrá por medio de la “**Tabla 13**”

Tabla 13. 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), 2019.

Con respecto a nuestro diseño de mezcla, se tomará el agregado grueso de 1/2”, obteniendo el 2.50% de aire atrapado en la mezcla.

Con la finalidad alcanzar el volumen unitario de agua requerido, se tomó en consideración un diseño de consistencia plástica asegurando un trabajable concreto, logrando un asentamiento mínimo de 1” y máximo de 3”; según detalla la “**Tabla 14**”

Tabla 14. Asentamiento para diversos tipos de estructuras

Tipo de estructuras	Asentamiento (Pulg.)	
	Máximo	Mínimo
Zapatillas 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), 2019.

Con el fin de precisar el volumen unitario de agua, se tomó a consideración los valores mostrados en la “Tabla 15”

Tabla 15. Volumen Unitario de agua.

SLUMP	Tamaño máximo nominal							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Sin aire incorporado								
1" – 2"	205	200	185	180	160	155	145	125
3" – 4"	225	215	200	195	175	170	160	140
6" – 7"	240	230	210	205	185	185	170	-----
Con aire incorporado								
1" – 2"	180	175	165	160	145	140	135	120
3" – 4"	200	190	180	175	160	155	150	135
6" – 7"	215	202	190	185	170	165	160	----

Fuente: Método ACI (Comité 211), 2019.

Se determinó que el volumen unitario de agua es 200lt. Por lo cual, se debe tener en cuenta la relación de a/c, y así se podrá realizar el cálculo del peso del cemento:

$$\frac{A}{C} = 0.57$$

$$\frac{200}{C} = 0.57$$

$$C = 350.88 \text{ Kg}$$

El cálculo del Factor Cemento, se detalla a continuación:

$$\frac{350.9}{42.5} \text{ Kg} = 8.26 \approx 08 \text{ bolsas}$$

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

Donde:

$$\text{➤ Vol. Cemento} = \frac{350.90 \text{ Kg}}{2940 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}} = 0.119 \text{ m}^3$$

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

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

El volumen de cemento se mantiene constante en los diseños de mezcla para las diferentes proporciones de agregados, ya que este material no se ve afectado. Sin embargo, se reemplazan porcentajes de agregados naturales con agregados reciclados, lo que permite calcular diferentes tipos de mezcla para determinar sus respectivas resistencias.

En relación con lo mencionado, para la proporción de 60% de agregados naturales y 40% de agregados reciclados, se calculará el diseño de mezcla de la siguiente manera: el volumen absoluto de agregados es de 0.656 m³, considerando un 42% de agregados finos y un 58% de agregados gruesos.

$$\text{Fino} = 0.656 \text{ m}^3 \times 42\% = 0.275 \text{ m}^3 \times 2815 = 775.180 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Grueso} = 0.656 \text{ m}^3 \times 58\% = 0.380 \text{ m}^3 \times 2500 = 950.698 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$

Si se quiere lograr la corrección de datos de los pesos de los elementos de mezcla se debe calcular de esta forma:

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

$$\text{Agregado Grueso} = 950.70 \times \left(1 + \frac{1.73}{100} \right) = 967.10 \text{ Kg/m}^3$$

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

$$\text{Agregado Fino} = 775.20 \times \left(1 + \frac{1.94}{100} \right) = 790.20 \text{ Kg/m}^3$$

- $Agua = Peso\ Seco\ Agua - \left[\left(\frac{\%HumedadAf - \%AbsorciónAf}{100} \times PesoSeco \right) - \left(\frac{\%HumedadAg - \%AbsorciónAg}{100} \times PesoSeco \right) \right]$
- $Agua = 200 - \left[\left(\frac{1.94 - 0.84}{100} \times 775.20 \right) + \left(\frac{1.73 - 0.81}{100} \times 950.70 \right) \right] = 194.40\ Kg/m^3$

Una vez, calculada el diseño de mezcla se concluye que por cada 1m³ tenemos el peso de cada material a usar en el concreto, así como se detalla la “**Tabla 16**”

Tabla 16. Pesos de los elementos Kg/m³ en la proporción de 60% agregados naturales – 40% agregados reciclados

Elementos	Secos	Corregidos
Cemento	350.90	350.90
Agregado fino	775.20	790.20
Agregado grueso	950.70	967.10
Agua	200.00	194.40

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Interpretación:

En la tabla anterior se presenta la dosificación de los materiales necesarios para 1m³, donde se requieren 350.90 kg de cemento, 790.20 kg de agregado fino, 967.10 kg de agregado grueso y 194.40 kg de agua.

Del mismo modo, nuestra proporción es 70% de agregados naturales y 30% de agregados reciclados, calcularemos el diseño de mezcla de la siguiente manera: el volumen absoluto de agregados es de 0.656 m³, considerando un 42% para los agregados finos y un 58% para los agregados gruesos.

$$Fino = 0.656\ m^3 \times 42\% = 0.275\ m^3 \times 2815 = 775.180\ \frac{Kg}{m^3}$$

$$Grueso = 0.656\ m^3 \times 58\% = 0.380\ m^3 \times 2632 = 1,000.895\ \frac{Kg}{m^3}$$

Si se quiere lograr la corrección de datos de los pesos de los elementos de mezcla se debe calcular de esta manera:

- $Agregado\ Grueso = Peso\ Seco \times \left(1 + \left(\frac{\%Humedad\ Natural}{100} \right) \right)$
- $Agregado\ Grueso = 1,000.90 \times \left(1 + \frac{1.73}{100} \right) = 1,018.20\ Kg/m^3$
- $Agregado\ Fino = Peso\ Seco \times \left(1 + \left(\frac{\%Humedad\ Natural}{100} \right) \right)$

$$\text{Agregado Fino} = 775.20 \times \left(1 + \frac{1.94}{100}\right) = 790.20 \text{ Kg/m}^3$$

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

$$\text{➤ Agua} = 200 - \left[\left(\frac{1.94 - 0.84}{100} \times 775.20 \right) + \left(\frac{1.73 - 0.81}{100} \times 1,000.90 \right) \right] = 190.50 \text{ Kg/m}^3$$

Una vez, calculada el diseño de mezcla se concluye que por cada 1m³ tenemos el peso de cada material a usar en el concreto, así como detalla la “**Tabla 17**”

Tabla 17. Pesos de los elementos Kg/m³ en la proporción de 70% agregados naturales – 30% agregados reciclados

Elementos	Secos	Corregidos
Cemento	350.90	350.90
Agregado fino	775.20	790.20
Agregado grueso	1,000.90	1,018.20
Agua	200.00	190.50

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Interpretación:

En la tabla anterior, se presenta la dosificación de los materiales necesarios para 1m³, con una cantidad de cemento de 350.90 Kg, de agregado fino 790.20 Kg, de agregado grueso 1,018.20 Kg y de agua 190.50 Kg.

Del mismo modo, para nuestra proporción de 80% de agregados naturales y 20% de agregados reciclados, calcularemos el diseño de mezcla de la siguiente manera: el volumen absoluto de agregados es de 0.656 m³, considerando un 42% para los agregados finos y un 58% para los agregados gruesos.

$$\text{Fino} = 0.656 \text{ m}^3 \times 42\% = 0.275 \text{ m}^3 \times 2815 = 775.180 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Grueso} = 0.656 \text{ m}^3 \times 58\% = 0.380 \text{ m}^3 \times 2778 = 1,056.416 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$

Si se quiere lograr la corrección de datos de los pesos de los elementos de mezcla se debe calcular de esta manera:

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

$$\text{Agregado Grueso} = 1,056.40 \times \left(1 + \frac{1.73}{100}\right) = 1,074.70 \text{ Kg/m}^3$$

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

$$\text{Agregado Fino} = 775.20 \times \left(1 + \frac{1.94}{100}\right) = 790.20 \text{ Kg/m}^3$$

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

$$\text{➤ Agua} = 200 - \left[\left(\frac{1.94 - 0.84}{100} \times 775.20 \right) + \left(\frac{1.73 - .81}{100} \times 1,056.40 \right) \right] = 183.90 \text{ Kg/m}^3$$

Una vez, calculada el diseño de mezcla se concluye que por cada 1m³ tenemos el peso de cada material a usar en el concreto, así como detalla la “**Tabla 18**”

Tabla 18. Pesos de los elementos Kg/m³ en la proporción de 80% agregados naturales – 20% agregados reciclados

Elementos	Secos	Corregidos
Cemento	350.90	350.90
Agregado fino	775.20	790.20
Agregado grueso	1,056.40	1,074.70
Agua	200.00	183.90

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Interpretación:

Tal como se señala la tabla, se visualiza la dosificación de materiales que serán utilizados en 1m³, en el cual la cantidad de cemento es 350.90 Kg, de agregado fino 790.20 Kg, de agregado grueso 1,074.70 Kg de agua es de 183.90 Kg.

Así mismo, para nuestro concreto convencional, el cual está compuesto netamente por agregados naturales proveniente de cantera, lo calcularemos de la siguiente forma:

El volumen absoluto de agregados es de 0.656 m³; por lo que consideramos el porcentaje de 42% para los finos y 58% para los gruesos.

$$Fino = 0.656 m^3 \times 42\% = 0.275 m^3 \times 2815 = 775.180 \frac{Kg}{m^3}$$

$$Grueso = 0.656 m^3 \times 58\% = 0.380 m^3 \times 3125 = 1,188.373 \frac{Kg}{m^3}$$

Si se quiere lograr la corrección de datos de los pesos de los elementos de mezcla se debe calcular de esta manera:

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

$$\text{Agregado Grueso} = 1,188.40 \times \left(1 + \frac{1.73}{100} \right) = 1,208.90 \text{ Kg/m}^3$$

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

$$\text{Agregado Fino} = 775.20 \times \left(1 + \frac{1.94}{100} \right) = 790.20 \text{ Kg/m}^3$$

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

$$\text{➤ Agua} = 200 - \left[\left(\frac{1.94 - 0.84}{100} \times 775.20 \right) + \left(\frac{1.73 - .81}{100} \times 1,188.40 \right) \right] = 180.50 \text{ Kg/m}^3$$

Una vez, calculada el diseño de mezcla se concluye que por cada 1m³ tenemos el peso de cada material a usar en el concreto, así como se detalla en la siguiente “**Tabla 19**”

Tabla 19. Pesos de los elementos Kg/m³ en agregados naturales proveniente de cantera

Elementos	Secos	Corregidos
Cemento	350.90	350.90
Agregado fino	775.20	790.20
Agregado grueso	1,188.40	1,208.90
Agua	200.00	180.50

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Interpretación:

Según se aprecia en la tabla, se detalla la dosificación de los materiales requeridos para 1m³, con una cantidad de cemento de 350.90 Kg, de agregado fino 790.20 Kg, de agregado grueso 1,188.40 Kg y de agua 180.50 Kg.

El objetivo cuatro consiste en "DETERMINAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO PARA CADA UNO DE LOS PORCENTAJES A REEMPLAZAR EN LA MEZCLA DE CONCRETO UTILIZADA EN LA LOSA OPTIMIZADA".

Tras completar el diseño de la mezcla, se debe proceder a una fase de extracción de muestras para corroborar los datos alcanzados del diseño previo. Se empleará un cilindro con un diámetro de 15 cm y una altura de 30 cm. Luego, se preparará el concreto, se realizará el método de asentamiento y finalmente se verterá la mezcla en los moldes tubulares.

Tabla 20. Resistencia de Probetas de Concreto con Agregados proveniente de cantera

Proporción (%)	Días	Resistencia del Testigo (Kg/cm ²)
100 – 0	07	201
		203
		205
	14	234
		235
		243
	28	279
		288
		293

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Tabla 21. Resistencia de Probetas de Concreto en la proporción de 80% agregados naturales – 20% agregados reciclados

Proporción (%)	Días	Resistencia del Testigo (Kg/cm ²)
80 - 20	07	148
		147
		147
	14	181
		180
		180
	28	210
		212
		209

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Tabla 22. Resistencia de Probetas de Concreto en la proporción de 70% agregados naturales – 30% agregados reciclados

Proporción (%)	Días	Resistencia del Testigo (Kg/cm ²)
70 – 30	07	142
		142
		142
	14	164
		161
		171
	28	198
		205
		204

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Tabla 23. Resistencia de Probetas de Concreto en la proporción de 60% agregados naturales – 40% agregados reciclados

Proporción (%)	Días	Resistencia del Testigo (Kg/cm ²)
60 – 40	07	131
		130
		131
	14	142
		145
		141
	28	188
		186
		188

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Interpretación:

La tabla muestra que, los núcleos fueron compactados durante 7, 14 y 28 días (tres núcleos por ciclo) dando como resultado 210 kg/cm² de resistencia después de 28 días y un reemplazo del 30% del agregado. Después de 28 días la resistencia es 210 kg/cm². 202 KG/cm², reponer 40% árido, su resistencia a los 28 días es de 187 KG/cm².

V. DISCUSIÓN

Según los autores (Cruz García et al., 2004), en el objetivo relacionado con la resistencia del concreto al reutilizar agregados de concretos reciclados, se encontró que el concreto nuevo fabricado con estos agregados mostró una resistencia inferior en comparación con el concreto hecho con agregados naturales. Sin embargo, puede ser adecuado para aplicaciones que no requieran alta resistencia. Este estudio sugiere que, si se reemplaza el 20% de los agregados en la mezcla, la resistencia alcanzará un valor predeterminado si el espesor es mayor, lo cual no se recomienda ya que se considera que la resistencia debe ser superior a 210 para ser óptima para su uso.

El autor (Ratcliffe, 2016) llegó a la conclusión en el objetivo de estado de los agregados que el agregado de concreto triturado es adecuado para sustituir al agregado natural porque tiene propiedades similares; Sin embargo, nuestra investigación encontró que sus características y estado son inferiores a los de los rellenos naturales, lo que indica que no cumple con la resistencia requerida.

Según Caycho Hidalgo et al. (2019), emplear concreto reciclado con cemento en diferentes proporciones redujo significativamente el peso de las estructuras. Por ejemplo, se observó una disminución de 22 kg al usar un 25% de agregado grueso reciclado y de 44 kg al usar un 50% de este material. Esto implica un ahorro de 66 kg de áridos reciclados, cumpliendo con las normativas de construcción. En cuanto a los agregados finos naturales, el peso disminuyó en 48 kg con un 25% de agregado grueso reciclado, en 88 kg con un 50%, y en 123 kg con un 75%.

Además, el uso de agregado grueso reciclado resultó en reducciones en el consumo de agua, como 11 litros al usar un 25%, 23 litros al usar un 50%, y 35 litros al usar un 75%, siempre dentro de los límites establecidos por el modelo de diseño.

VI. CONCLUSIONES

En el objetivo uno, que implicaba evaluar los agregados obtenidos del proceso de trituración del concreto reciclado, se observó un porcentaje de desgaste de 26.5 para la proporción 60 – 40%, 18.9 para la proporción 70 – 30%, y 17.6 para la proporción 80 – 20% en comparación con el agregado natural de cantera, que mostró un desgaste de 16.1. Esto sugiere que a medida que se reemplace más agregado natural por reciclado, el desgaste será mayor, lo cual no es ideal para su uso en concreto. En cuanto a los porcentajes de absorción, para las proporciones 100%-0%, 80%-20%, 70%-30% y 60%-40% son 0.81%, 1.01%, 1.63% y 2.04% respectivamente, lo que indica que el agregado recuperado presenta un valor de absorción relativamente alto. Esto se traduce en la necesidad de agregar una mayor cantidad de agua al utilizar un mayor porcentaje de agregado en el diseño de la mezcla.

En el segundo propósito, que consiste en realizar el análisis físico mediante la trituración del concreto reciclado, se determinó que su composición es de 77.30% de agregado grueso y 22.70% de agregado fino. Esto indica que es posible obtener un agregado más grueso mediante la trituración del hormigón reciclado.

El objetivo número tres, que es el diseño de mezcla, las cantidades de cada material varían según las proporciones de áridos naturales y reciclados. Por ejemplo, para una proporción de 60% de árido natural y 40% de reciclado, se necesitan 350.90 kg de cemento, 790.20 kg de árido fino, 967.10 kg de árido grueso y 194.40 kg de agua. Con una proporción de 70% de árido natural y 30% de reciclado, las cantidades son 350.90 kg de cemento, 790.20 kg de árido fino, 1018.20 kg de árido grueso y 190.50 kg de agua. Para una proporción de 80% de árido natural y 20% de reciclado, se utilizan 350.90 kg de C, 790.20 kg de Ag F, 1074.70 kg de Ag G y 183.90 kg de agua. En el caso de la mezcla exclusiva de áridos de cantera, se emplean 350.90 kg de cemento, 790.20 kg de árido fino, 790.20 kg de árido grueso y 180.50 kg de agua.

La resistencia del concreto es una medida clave. Por ejemplo, la resistencia alcanzada a los 28 días para muestras diseñadas con concreto normal es de 286 kg/cm². Con un reemplazo del 20% de agregado, la resistencia a los 28 días sigue

siendo de 286 kg/cm², mientras que con un reemplazo del 30%, esta resistencia se reduce a 210 kg/cm². Para un reemplazo del 40% del agregado, la resistencia a los 28 días cae a 202 kg/cm², y finalmente, con un reemplazo del 50%, la resistencia a los 28 días se reduce aún más a 187 kg/cm².

VII. RECOMENDACIONES

Si es necesario utilizar agregados reciclados en las mezclas de concreto, la proporción de reemplazo de agregados naturales debe ser menor, debido a que es imposible lograr la resistencia requerida, y se recomiendan para resistencias menores o iguales a $F'c = 210 \text{ Kg. / cm}^2$ Et no es un elemento estructural, porque no puede soportar la compresión.

REFERENCIAS

- Balazar La Puerta, Luis Ricardo y Cadenillas Calderón, Miguel Antonio Jesús. 2019.** *Propuesta de agregado reciclado para la elaboración de concreto estructural con $f'c=280$ kg/cm² en estructuras aperticadas en la ciudad de Lima para reducir la contaminación ambiental.* Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima : s.n., 2019. Tesis de Pregrado.
- Bedoya, Carlos y Dzul, Luis. 2015.** *El concreto con agregado reciclados como proyecto de sostenibilidad urbana.* Universidad Nacional de Colombia. 2015.
- Caycho Hidalgo, Teresa Estefania y Espinoza Rodriguez, Diego. 2019.** *Mezcla de concreto con agregado grueso reciclado usando cemento portland tipo HS para cimentaciones, distrito La Molina, Año - 2019.* La Molina - Lima - Perú. : s.n., 2019.
- Cogollo Forero, Maria Isabel y Silva Bernal, Angie Yurley. 2018.** *Modelacion numerica de pavimentos rigidos mediante modulacion convencional y de losas cortas.* Universidad Catolica de Colombia. Bogota DC : s.n., 2018. pág. 57, Tesis de grado.
- Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sostenible. 2018.** *Reciclando Concreto.* Iniciativa por la sostenibilidad del cemento, pág. 65. ISBN: 978-3-940388-50-6.
- Covarrubias V, Juan Pablo. 2012.** *Diseño de losas de hormigon con geometria optimizada.* 03, Santiago, Chile : s.n., Diciembre de 2012, Ingenieria de construcción, Vol. 27, págs. 181-197. ISSN 0718-5073.
- Cruz García, Jorge Arturo y Ramón, Velazquez Yáñez. 2004.** *Concreto reciclado.* México : s.n., 2004. Tesis .
- C.J., Zega y A.A., Di Maio. 2007.** *Efecto del agregado grueso reciclado sobre las propiedades del hormigon.* 02, s.l. : 2007, Vol. 45. ISSN 0376-723X.
- Erazo Gonzales, Nilo Elio. 2018.** *Evaluación del diseño de concreto $F'c=175$ kg/cm² utilizando agregados naturales y reciclados para su aplicación en*

elementos no estructurales. Lima : s.n., 2018. Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil.

Machaca Iquiapaza, Gisela. 2019. *Evaluación de concreto reciclado, proveniente de procesos de demolición y construcción de viviendas para su reuso en concreto simple en la ciudad de Juliaca*". Juliaca : s.n., 2019.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. 2016. *Manual de ensayo de materiales*. 2016.

Ratcliffe, Shane. 2016. *The use of crushed recycled concrete as an alternative concrete aggregate*. Australia : s.n., 2016.

ANEXOS

ANEXO 1. DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo ERIC ANDRES TEMOCHE MENDIGUREN con DNI 42946063, a efectos de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en reglamento de grados y títulos de la universidad cesar vallejo, escuela de ingeniería civil, declaro bajo juramento que toda la información que acompaño es veraz y autentica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

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

Piura, 22 de jul. de 2022

ANEXO 2. DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo LUZ YESSICA SAMAME RUIDIAS con DNI 16783439 a efectos de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en reglamento de grados y títulos de la universidad cesar vallejo, escuela de ingeniería civil, declaro bajo juramento que toda la información que acompaño es veraz y autentica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

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

Piura, 22 de jul. de 2022

ANEXO 3. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 24. Operacionalización de Variable Dependiente

Variable de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Escala de medición
Evaluación estructural de losa optimizada	este método también es capaz de diseñar de manera eficiente pavimentos de concreto para vías de menor volumen de tráfico que son cubiertas con los actuales métodos de diseño de pavimento, ofreciendo una alternativa a soluciones en otros materiales.	Para realizar la evaluación de la losa optimizada, primero se deberá realizar el ensayo de compresión del concreto a realizar; el cual será diseñado reemplazando el 0%, 20%, 30% y 40% de los agregados gruesos del concreto convencional; para determinar la resistencia de concreto y el cumplimiento de ésta.	Resistencia del concreto.	Ensayo de Compresión de Concreto	Intervalo

Fuente: Elaboración propia, 2022

Tabla 25. Operacionalización de Variable Independiente.

Variable de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Escala de medición
Aplicación de concreto reciclado	la mayoría de concreto reciclado se utiliza como agregado para subbases viales, normalmente en su forma granulada.	se caracteriza básicamente por contar con agregados reciclados, el cual se mezcla con cemento, agregado natural (grava y arena), agua y aditivos para obtener un concreto de características físicas y mecánicas similares a las de concreto tradicional.	Estado de los agregados	Abrasión Los Ángeles	Intervalo
				Peso Unitario	
				Gravedad específica y absorción	
				Equivalente de arena	
			Análisis físicos de los agregados	Análisis Granulométrico por tamizado.	
			Diseño de mezcla a usar en la losa optimizada	Dosificación de concreto.	

Fuente: Elaboración propia, 2022.

ANEXO 4. ESTADO DE LOS AGREGADOS



Figura 1. Ensayo de Abrasión Los Ángeles a 60% de agregados naturales proveniente de cantera.

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos – Geoslido,



GEOSLIDO

ESPECIALISTA EN GEOTÉCNIA,
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE ABRASION

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

TESIS SOLICITA : "EVALUACION ESTRUCTURAL DE LOSA OPTIMIZADA APLICANDO CONCRETO RECICLADO,
Samamé Ruidias, Luz Yessica
Temoche Mendiguren Eric Andrés

MATERIAL : 60% Agregado Natural - 40% Agregado Reciclado

DESCRIPCION DE LA MUESTRA

DESCRIPCION	ENSAYO N° 1			ENSAYO N° 2		
	MALLA	GRADUACIONES			GRADUACIONES	
	"A"	"B"	"C"	"A"	"B"	"C"
1 1/2"						
1"	1250			1250		
3/4"	1250			1250		
1/2"	1250			150		
3/8"	1250			1250		
N° 4						
PESO TOTAL grs.	5000			5000		
PERD. DESP. DEL ENSAYO	1200			1450		
PESO OBTENIDO grs	3800			3550		
N° DE ESFERAS	12			11		
N° DE REVOLUCIONES rpm.	500			500		
% OBTENIDO	24.0			29		
PROMEDIO %				26.5		

Stefany
ANA STEFANY GARCIA OROZCO
 Ingeniera Civil
 CIP N° 252820

geoslidocompany@gmail.com / moyolaz@yahoo.es
 @geoslidoperu / 051 - 998063774

Figura 2. Ensayo de Abrasión Los Ángeles a 60% de agregados naturales y 40% reciclados.

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos – Geoslido,



GEOSLIDES

ESPECIALISTA EN GEOTÉCNIA,
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE ABRASION

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

TESIS SOLICITA : "EVALUACION ESTRUCTURAL DE LOSA OPTIMIZADA APLICANDO CONCRETO RECICLADO,
Samamé Ruidias, Luz Yessica
Temoche Mendiguren Eric Andrés

MATERIAL : 70% Agregado Natural - 30% Agregado Reciclado

DESCRIPCION DE LA MUESTRA

DESCRIPCION	ENSAYO N° 1			ENSAYO N° 2			
	MALLA	"A"	"B"	"C"	"A"	"B"	"C"
1 1/2"							
1"		1250			1250		
3/4"		1250			1250		
1/2"		1250			150		
3/8"		1250			1250		
N° 4							
PESO TOTAL grs.		5000			5000		
PERD. DESP. DEL ENSAYO		940			950		
PESO OBTENIDO grs		4060			4050		
N° DE ESFERAS		12			11		
N° DE REVOLUCIONES rpm.		500			500		
% OBTENIDO		18.8			19		
PROMEDIO %							18.9

Stefany
ANA STEFANY
GARCIA OROZCO
Ingeniera Civil
CIP N° 262620

geoslidescompany@gmail.com / moyolaz@yahoo.es
@geoslidesperu / 051 - 998063774

2.

Figura 3. Ensayo de Abrasión Los Ángeles a 70% de agregados naturales y 30% reciclados.

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos – Geoslides, 2022.



GEOSLIDES

ESPECIALISTA EN GEOTÉCNIA,
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE ABRASION

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

TESIS : "EVALUACION ESTRUCTURAL DE LOSA OPTIMIZADA APLICANDO CONCRETO RECICLADO,
SOLICITA : Samamé Ruidias, Luz Yessica
Temoche Mendiguren Eric Andrés
MATERIAL : 80% Agregado Natural - 20% Agregado Reciclado

DESCRIPCION DE LA MUESTRA

DESCRIPCION	ENSAYO N° 1			ENSAYO N° 2			
	MALLA	"A"	"B"	"C"	"A"	"B"	"C"
1 1/2"							
1"		1250			1250		
3/4"		1250			1250		
1/2"		1250			150		
3/8"		1250			1250		
N° 4							
PESO TOTAL grs.		5000			5000		
PERD. DESP. DEL ENSAYO		890			870		
PESO OBTENIDO grs		4110			4130		
N° DE ESFERAS		12			11		
N° DE REVOLUCIONES rpm.		500			500		
% OBTENIDO		17.8			17.4		
PROMEDIO %					17.6		

Stefany
ANA STEFANY
GARCIA OROZCO
Ingeniera Civil
CIP N° 2626520

geoslidescompany@gmail.com / moyolaz@yahoo.es
@geoslidesperu / 051 - 998063774

Figura 4. Ensayo de Abrasión Los Ángeles a 80% de agregados naturales y 20% reciclados.

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos – Geoslides, 2022.

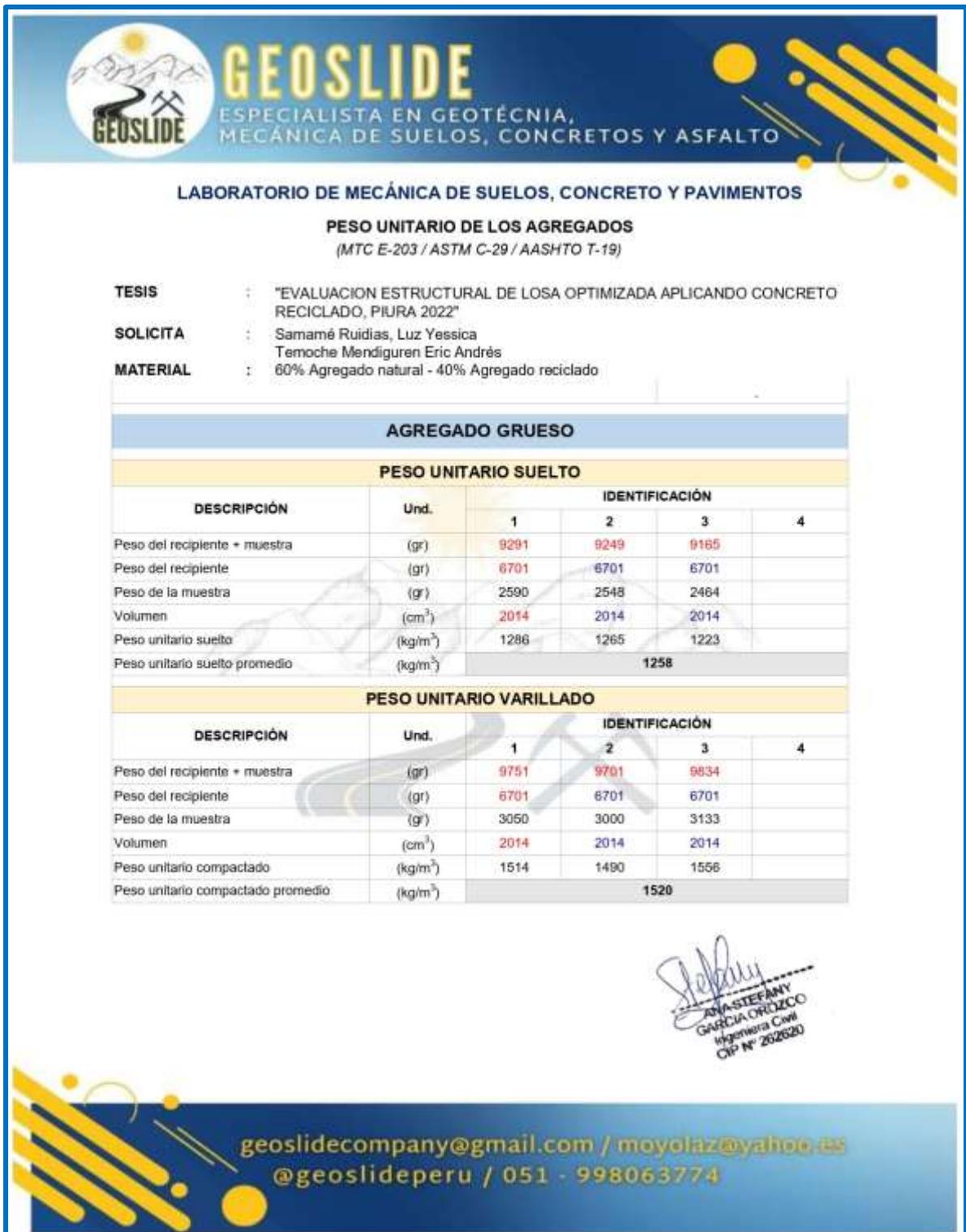


Figura 5. Ensayo de Peso Unitario del 60% de agregado natural - 40% agregado reciclado.

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos – Geoslido, 2022.



GEOSLIDA

ESPECIALISTA EN GEOTÉCNIA,
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS

(MTC E-203 / ASTM C-29 / AASHTO T-19)

TESIS : "EVALUACION ESTRUCTURAL DE LOSA OPTIMIZADA APLICANDO CONCRETO RECICLADO, PIURA 2022"
SOLICITA : Samamé Ruidias, Luz Yessica
Temoche Mendiguren Eric Andrés
MATERIAL : 80% Agregado Natural - Agregado Reciclado

AGREGADO GRUESO					
PESO UNITARIO SUELTO					
DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	{gr}	9359	9307	9276	
Peso del recipiente	{gr}	6701	6701	6701	
Peso de la muestra	{gr}	2658	2606	2575	
Volumen	{cm ³ }	2014	2014	2014	
Peso unitario suelto	{kg/m ³ }	1320	1294	1279	
Peso unitario suelto promedio	{kg/m ³ }	1297			

PESO UNITARIO VARILLADO					
DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	{gr}	9820	9786	9861	
Peso del recipiente	{gr}	6701	6701	6701	
Peso de la muestra	{gr}	3119	3085	3160	
Volumen	{cm ³ }	2014	2014	2014	
Peso unitario compactado	{kg/m ³ }	1549	1532	1569	
Peso unitario compactado promedio	{kg/m ³ }	1550			


ANA STEFANY
GARCIA OROZCO
Ingeniera Civil
CIP N° 262620

geoslidecompany@gmail.com / moyolaz@yahoo.es
@geoslideperu / 051 - 998063774

Figura 6. Ensayo de Peso Unitario del 70% de agregado natural - 30% agregado reciclado.

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos – Geoslida, 2022.



GEOSLIDO

ESPECIALISTA EN GEOTÉCNIA,
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS

(MTC E-203 / ASTM C-29 / AASHTO T-19)

TESIS : "EVALUACION ESTRUCTURAL DE LOSA OPTIMIZADA APLICANDO CONCRETO RECICLADO, PIURA 2022"
SOLICITA : Samamé Ruidias, Luz Yessica
Temoche Mendiguren Eric Andrés
MATERIAL : 80% Agregado Natural - Agregado Reciclado

AGREGADO GRUESO

PESO UNITARIO SUELTO

DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	9482	9493	9516	
Peso del recipiente	(gr)	6701	6701	6701	
Peso de la muestra	(gr)	2781	2792	2815	
Volumen	(cm ³)	2014	2014	2014	
Peso unitario suelto	(kg/m ³)	1381	1388	1398	
Peso unitario suelto promedio	(kg/m ³)	1388			

PESO UNITARIO VARILLADO

DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	9837	9819	9843	
Peso del recipiente	(gr)	6701	6701	6701	
Peso de la muestra	(gr)	3136	3118	3142	
Volumen	(cm ³)	2014	2014	2014	
Peso unitario compactado	(kg/m ³)	1557	1548	1560	
Peso unitario compactado promedio	(kg/m ³)	1555			

ANA STEFANY
GARCÍA OROZCO
Ingeniera Civil
CIP N° 262620

geoslidocompany@gmail.com / moyolaz@yahoo.es
@geoslido Peru / 051 - 998063774

Figura 7. Ensayo de Peso Unitario del 80% de agregado natural - 20% agregado reciclado.

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos – Geoslido, 2022.



GEOSLIDE

ESPECIALISTA EN GEOTÉCNIA,
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS

(MTC E-203 / ASTM C-29 / AASHTO T-19)

- TESIS** : "EVALUACION ESTRUCTURAL DE LOSA OPTIMIZADA APLICANDO CONCRETO RECICLADO, PIURA 2022"
SOLICITA : Samamé Ruidias, Luz Yessica
Temoche Mendiguren Eric Andrés
MATERIAL : Agregado Natural Proveniente de cantera

AGREGADO GRUESO					
PESO UNITARIO SUELTO					
DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	9518	9527	9531	
Peso del recipiente	(gr)	6701	6701	6701	
Peso de la muestra	(gr)	2817	2826	2830	
Volumen	(cm ³)	2014	2014	2014	
Peso unitario suelto	(kg/m ³)	1399	1403	1405	
Peso unitario suelto promedio	(kg/m ³)	1402			

PESO UNITARIO VARILLADO					
DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	9849	9827	9836	
Peso del recipiente	(gr)	6701	6701	6701	
Peso de la muestra	(gr)	3148	3126	3135	
Volumen	(cm ³)	2014	2014	2014	
Peso unitario compactado	(kg/m ³)	1583	1552	1557	
Peso unitario compactado promedio	(kg/m ³)	1557			


ANA STEFANY
GARCIA OROZCO
Ingeniera Civil
CIP N° 262620

geoslidecompany@gmail.com / moyolaz@yahoo.es
@geoslideperu / 051 - 998063774

Figura 8. Ensayo de Peso Unitario de agregado natural proveniente de cantera.
Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos – Geoslides, 2022.



GEOSLIDA

ESPECIALISTA EN GEOTÉCNIA,
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN

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

TESIS : "EVALUACION ESTRUCTURAL DE LOSA OPTIMIZADA APLICANDO CONCRETO RECICLADO, PIURA"
SOLICITA : Samamé Ruidias, Luz Yessica
Temoche Mendiguren Eric Andrés
MATERIAL : 60% agregado natural - 40% agregado reciclado

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.	2450			
7	Peso de la muestra seca (A)	gr.	2450			

RESULTADOS						PROMEDIO
8	Peso Específico de masa		2.450			2.450
9	Peso Específico de masa saturada superficie seco		2.500			2.500
10	Peso específico aparente		2.579			2.579
11	Porcentaje de absorción	%	2.04			2.04

Stefany
ANASTEFANY
GARCIA ORZCO
Ingeniera Civil
CIP N° 262620

geoslidecompany@gmail.com / moyolaz@yahoo.es
@geoslideperu / 051 - 998063774

Figura 9. Ensayo de Peso Específico del 60% de agregado natural - 40% agregado reciclado.

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos – Geoslida, 2022.



GEOSLIDES

ESPECIALISTA EN GEOTÉCNIA,
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO

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 : "EVALUACION ESTRUCTURAL DE LOSA OPTIMIZADA APLICANDO CONCRETO RECICLADO, PIURA 2022"
SOLICITA : Samané Ruidias, Luz Yessica
Temoche Mendiguren Eric Andrés
MATERIAL : 70% agregado natural - 30% agregado reciclado

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.	1550			
4	Peso de la muestra saturada dentro del agua (C)	gr.	1550			
5	Peso de la tara	gr.				
6	Peso de la tara + muestra seca (horno)	gr.	2460			
7	Peso de la muestra seca (A)	gr.	2460			

RESULTADOS						PROMEDIO
8	Peso Especifico de masa		2.589			2.589
9	Peso Especifico de masa saturada superficie seco		2.632			2.632
10	Peso especifico aparente		2.703			2.703
11	Porcentaje de absorción	%	1.63			1.63

Stefany
ANASTEFANY
GARCIA OROZCO
Ingeniera Civil
CIP N° 262620

geoslidescompany@gmail.com / moyolaz@yahoo.es
@geoslidesperu / 051 - 998063774

Figura 10. Ensayo de Peso Especifico del 70% de agregado natural - 30% agregado reciclado.

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos – Geoslides, 2022.



GEOSLIDA

ESPECIALISTA EN GEOTÉCNIA,
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO

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 : "EVALUACION ESTRUCTURAL DE LOSA OPTIMIZADA APLICANDO CONCRETO RECICLADO, PIURA 2022"
SOLICITA : Samané Ruidias, Luz Yessica
Temoche Mendiguren Eric Andrés
MATERIAL : 80% agregado natural - 20% agregado reciclado

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

Ana Stefany
ANA STEFANY
GARCIA OROZCO
Ingeniera Civil
CIP Nº 262620

geoslidecompany@gmail.com / moyolaz@yahoo.es
@geoslideperu / 051 - 998063774

Figura 11. Ensayo de Peso Especifico del 80% de agregado natural - 20% agregado reciclado.

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos – Geoslida, 2022.



GEOSLIDE

ESPECIALISTA EN GEOTÉCNIA,
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO

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 SOLICITA : "EVALUACION ESTRUCTURAL DE LOSA OPTIMIZADA APLICANDO CONCRETO RECICLADO, PIURA 2022"
: Samané Ruidias, Luz Yessica
Temoche Mendiguren Eric Andrés

MATERIAL : Agregado natural proveniente de cantera

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.	1700			
4	Peso de la muestra saturada dentro del agua (C)	gr.	1700			
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		3.100			3.100
9	Peso Especifico de masa saturada superficie seco		3.125			3.125
10	Peso especifico aparente		3.179			3.179
11	Porcentaje de absorción	%	0.81			0.81


ANA STEFFANY
GARCIA OROZCO
Ingeniera Civil
CIP N° 262620

geoslidecompany@gmail.com / moyolaz@yahoo.es
@geoslideperu / 051 - 998063774

Figura 12. Ensayo de Peso Específico de agregado natural proveniente de cantera.

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos – Geoslides, 2022.



GEOSLIDE

ESPECIALISTA EN GEOTÉCNIA,
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

(MTC E-108 / ASTM D-2216)

TESIS : "EVALUACION ESTRUCTURAL DE LOSA OPTIMIZADA APLICANDO CONCRETO RECICLADO, PIURA 2022"
SOLICIT : Samamé Ruidias, Luz Yessica
MATERIA : Temoche Mendiguren Eric Andrés
Agregado fino proveniente de cantera

1. Contenido de Humedad Muestra Integral :

Descripcion	1	2
Peso de tara (gr)		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	500.0	
Peso de la tara + muestra seca (gr)	490.5	
Peso del agua contenida (gr)	9.5	
Peso de la muestra seca (gr)	490.5	
Contenido de Humedad (%)	1.9	
Contenido de Humedad Promedio (%)	1.94	


ANA-STEFFANY
GARCIA OROZCO
Ingeniera Civil
CIP N° 262620

geoslidcompany@gmail.com / moyolaz@yahoo.es
@geoslidperu / 051 - 998063774

Figura 13. Ensayo de Contenido de Humedad de agregados finos proveniente de cantera.

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos – Geoslides, 2022.



GEOSLIDES

ESPECIALISTA EN GEOTÉCNIA,
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO

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 : "EVALUACION ESTRUCTURAL DE LOSA OPTIMIZADA APLICANDO CONCRETO RECICLADO, PIURA 2022"
SOLICITA : Samamé Ruidias, Luz Yessica
Temoche Mendiguren Eric Andrés
MATERIAL : Agregado fino proveniente de cantera

DATOS			1	2	3	4
1	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en Aire) (gr)	gr.	300.0	300.0	300.0	
2	Peso Frasco + agua	gr.	657.4	657.1	656.1	
3	Peso Frasco + agua + A (gr)	gr.	957.4	957.1	956.1	
4	Peso del Mat. + agua en el frasco (gr)	gr.	846.9	858.7	844.2	
5	Vol de masa + vol de vacio = C-D (gr)	gr.	110.5	98.4	111.9	
6	Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)	gr.	298.3	297.8	296.4	
7	Vol de masa = E - (A - F) (gr)		108.8	96.2	108.3	

RESULTADOS						PROMEDIO
8	Pe bulk (Base seca) = F/E		2.700	3.026	2.649	2.792
9	Pe bulk (Base saturada) = A/E		2.715	3.049	2.681	2.815
10	Pe aparente (Base Seca) = F/G		2.742	3.096	2.737	2.858
11	% de absorción = ((A - F)/F)*100		0.570	0.739	1.215	0.841

Stefany
ANA STEFANY
GARCIA OROZCO
Ingeniera Civil
CIP N° 262620

geoslidescompany@gmail.com / moyolaz@yahoo.es
@geoslidesperu / 051 - 998063774

Figura 14. Ensayo de Gravedad específica de agregados finos proveniente de cantera

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos – Geoslides, 2022.



GEOSLIDES

ESPECIALISTA EN GEOTÉCNIA,
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

EQUIVALENTE DE ARENA

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

TESIS : "EVALUACION ESTRUCTURAL DE LOSA OPTIMIZADA APLICANDO CONCRETO RECICLADO, PIURA 2022"
SOLICITA : Samamé Ruidias, Luz Yessica
Temoche Mendiguren Eric Andrés
MATERIAL : Agregado fino proveniente de cantera

Descripción	U/m	IDENTIFICACION		Promedio
		1	2	
Tamaño máximo (pasa malla N° 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	3.65	
	plg	3.30	3.35	
Equivalente de Arena	%	88	92	90

Stefany
ANASTEFANY
GARCIA OROZCO
Ingeniera Civil
CIP N° 262620

geoslidescompany@gmail.com / moyolaz@yahoo.es
@geoslidesperu / 051 - 998063774

Figura 15. Ensayo de Equivalente de Arena de agregados finos provenientes de cantera

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos – Geoslides, 2022.



GEOSLIDA

ESPECIALISTA EN GEOTÉCNIA,
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS

(MTC E-203 / ASTM C-29 / AASHTO T-19)

TESIS : "EVALUACION ESTRUCTURAL DE LOSA OPTIMIZADA APLICANDO CONCRETO RECICLADO, PIURA 2022"
SOLICITA : Samamé Ruidias, Luz Yessica
Temoche Mendiguren Eric Andrés
MATERIAL : Agregado fino proveniente de cantera

AGREGADO FINO					
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/m ³)	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)	2998	2998	2998	
Peso unitario compactado	(kg/m ³)	1643	1645	1631	
Peso unitario compactado promedio	(kg/m ³)	1640			

Stefany
ANA STEFANY
GARCIA DROZCO
Ingeniera Civil
CIP N° 262620

geoslidecompany@gmail.com / moyolaz@yahoo.es
@geoslideperu / 051 - 998063774

Figura 16. Ensayo de Peso Unitario de agregados finos proveniente de cantera
Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos – Geoslida, 2022.

ANEXO 5. ANALISIS FISICO DE LOS AGREGADOS

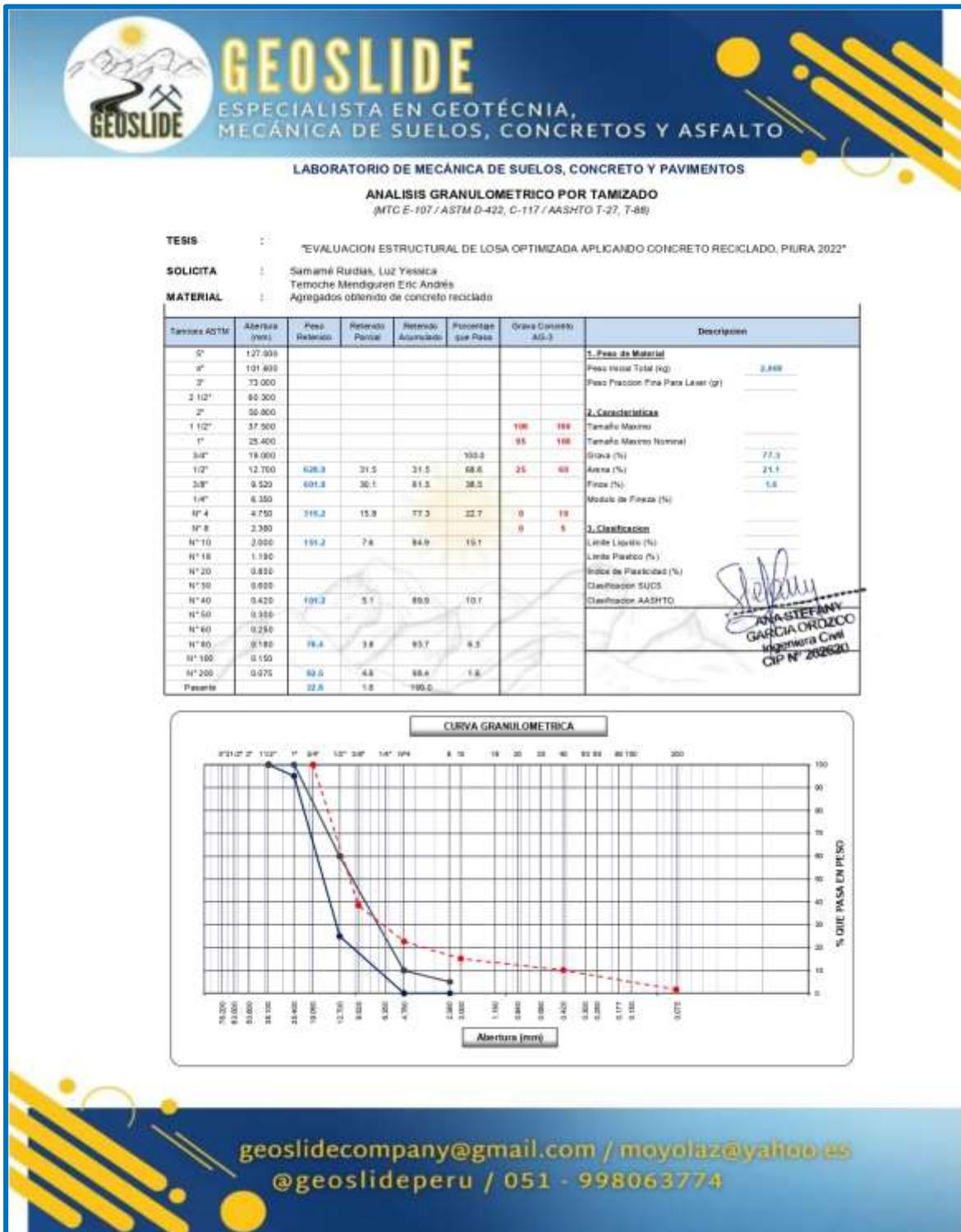


Figura 17. Análisis granulométrico de agregados reciclados.

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos – Geoslide, 2022.

ANEXO 6. DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

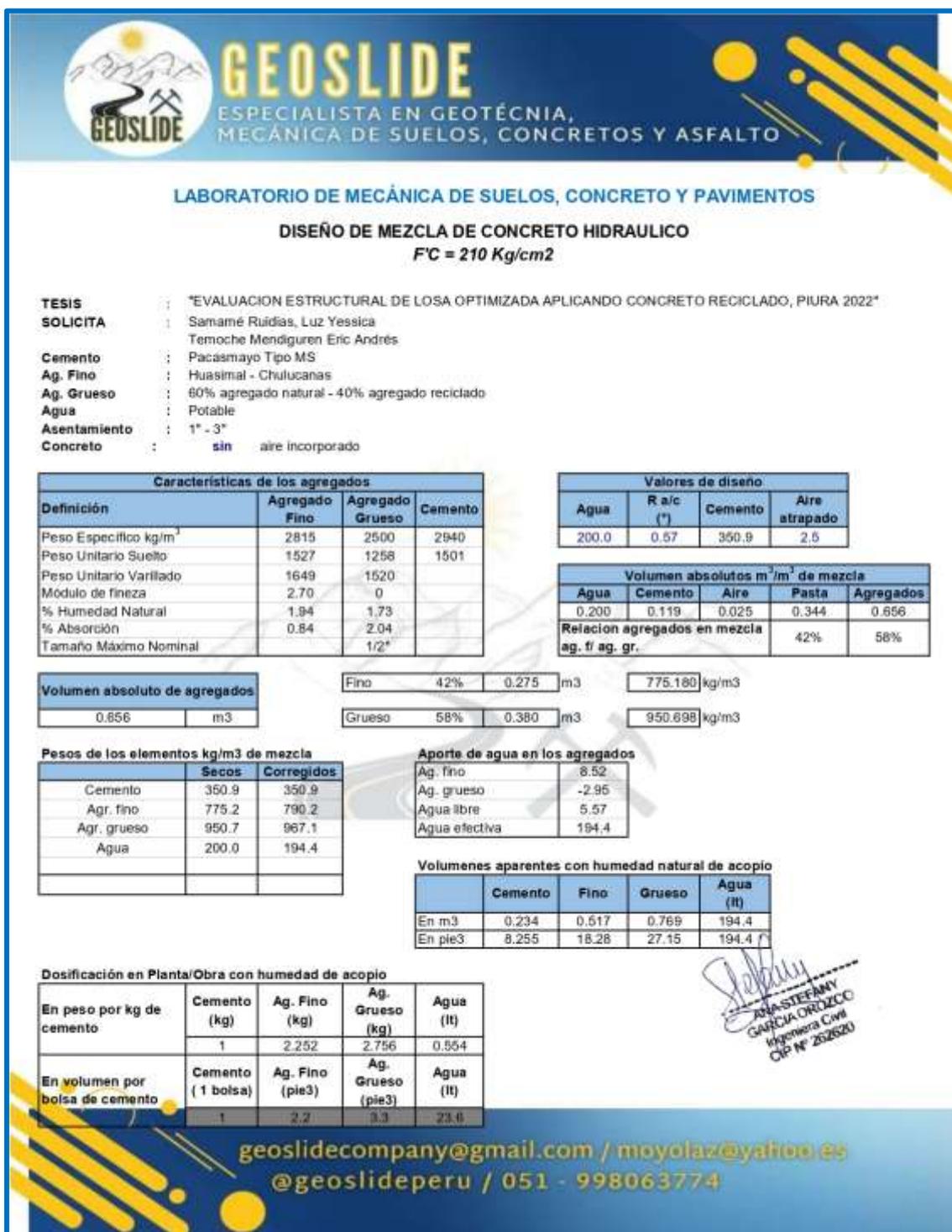


Figura 18. Diseño de mezcla de concreto para proporción de 60% agregado natural y 40% agregado reciclado.

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos – Geoslide, 2022.



GEOSLIDE

ESPECIALISTA EN GEOTÉCNIA,
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO HIDRAULICO

F'C = 210 Kg/cm²

TESIS : "EVALUACION ESTRUCTURAL DE LOSA OPTIMIZADA APLICANDO CONCRETO RECICLADO, PIURA 2022"
SOLICITA : Samané Ruidias, Luz Yessica
 Temoche Mendiguren Eric Andrés
Cemento : Pacasmayo Tipo MS
Ag. Fino : Huasimal - Chulucanas
Ag. Grueso : 70% agregado natural - 30% agregado reciclado
Agua : Potable
Asentamiento : 1" - 3"
Concreto : sin aire incorporado

Características de los agregados			
Definición	Agregado Fino	Agregado Grueso	Cemento
Peso Especifico kg/m ³	2815	2632	2940
Peso Unitario Suelto	1527	1297	1501
Peso Unitario Variado	1649	1550	
Módulo de fineza	2.70	0	
% Humedad Natural	1.94	1.73	
% Absorción	0.84	1.63	
Tamaño Máximo Nominal		1/2"	

Valores de diseño			
Agua	R a/c (*)	Cemento	Aire atrapado
200.0	0.57	350.9	2.5

Volumen absolutos m ³ /m ³ de mezcla				
Agua	Cemento	Aire	Pasta	Agregados
0.200	0.119	0.025	0.344	0.656
Relacion agregados en mezcla ag. f/ ag. gr.			42%	58%

Volumen absoluto de agregados	
0.656	m ³

Fino	42%	0.275	m ³	775.180	kg/m ³
Grueso	58%	0.380	m ³	1000.895	kg/m ³

Pesos de los elementos kg/m ³ de mezcla		
	Secos	Corregidos
Cemento	350.9	350.9
Agr. fino	775.2	790.2
Agr. grueso	1000.9	1018.2
Agua	200.0	190.5

Aporte de agua en los agregados	
Ag. fino	8.52
Ag. grueso	1.00
Agua libre	9.52
Agua efectiva	190.5

Volumenes aparentes con humedad natural de acopio				
	Cemento	Fino	Grueso	Agua (lt)
En m ³	0.234	0.517	0.785	190.5
En pie ³	8.255	18.28	27.72	190.5

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	2.252	2.902	0.543
En volumen por bolsa de cemento	Cemento (1 bolsa)	Ag. Fino (pie ³)	Ag. Grueso (pie ³)	Agua (lt)
	1	2.2	3.4	23.1

Ana Stefany García Orozco
 ANA STEFANY GARCÍA OROZCO
 Ingeniera Civil
 CIP N° 202820

geoslidecompany@gmail.com / moyolaz@yahoo.es
 @geoslidoperu / 051 - 998063774

Figura 19. Diseño de mezcla de concreto para proporción de 70% agregado natural y 30% agregado reciclado.

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos – Geoslíde, 2022.



GEOSLIDES

ESPECIALISTA EN GEOTÉCNIA,
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO HIDRAULICO

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

TESIS : "EVALUACION ESTRUCTURAL DE LOSA OPTIMIZADA APLICANDO CONCRETO RECICLADO, PIURA 2022"
SOLICITA : Samané Ruidias, Luz Yessica
 Temoche Mendiguren Eric Andrés
Cemento : Pacasmayo Tipo MS
Ag. Fino : Huasimal - Chulucanas
Ag. Grueso : 80% agregado natural - 20% agregado reciclado
Agua : Potable
Asentamiento : 1" - 3"
Concreto : sin aire incorporado

Características de los agregados			
Definición	Agregado Fino	Agregado Grueso	Cemento
Peso Especifico kg/m^3	2815	2778	2940
Peso Unitario Suelto	1527	1388	1501
Peso Unitario Varillado	1649	1555	
Módulo de fineza	2.70	0	
% Humedad Natural	1.94	1.73	
% Absorción	0.84	1.01	
Tamaño Máximo Nominal		1/2"	

Valores de diseño			
Agua	R a/c (*)	Cemento	Aire atrapado
200.0	0.57	350.9	2.5

Volumen absolutos m^3/m^3 de mezcla				
Agua	Cemento	Aire	Pasta	Agregados
0.200	0.119	0.025	0.344	0.656
Relacion agregados en mezcla ag. f/ ag. gr.			42%	58%

Volumen absoluto de agregados	
0.656	m^3

Fino	42%	0.275	m^3	775.180	kg/m^3
Grueso	58%	0.380	m^3	1056.416	kg/m^3

Pesos de los elementos kg/m^3 de mezcla		
	Secos	Corregidos
Cemento	350.9	350.9
Agr. fino	775.2	790.2
Agr. grueso	1056.4	1074.7
Agua	200.0	183.9

Aporte de agua en los agregados	
Ag. fino	8.52
Ag. grueso	7.61
Agua libre	18.13
Agua efectiva	183.9

Volumenes aparentes con humedad natural de acopio				
	Cemento	Fino	Grueso	Agua (lt)
En m^3	0.234	0.517	0.774	183.9
En pie^3	8.255	18.28	27.34	183.9

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	2.262	3.063	0.524
En volumen por bolsa de cemento	Cemento (1 bolsa)	Ag. Fino (pie^3)	Ag. Grueso (pie^3)	Agua (lt)
	1	2.2	3.3	22.3

Stefany
 ANA STEFANY
 GARCIA OROZCO
 Ingeniera Civil
 CIP N° 262620

geoslidescompany@gmail.com / moyolaz@yahoo.es
 @geoslidesperu / 051 - 998063774

Figura 20. Diseño de mezcla de concreto para proporción de 80% agregado natural y 20% agregado reciclado.

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos – Geoslides, 2022.



GEOSLIDE

ESPECIALISTA EN GEOTÉCNIA,
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO HIDRAULICO

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

TESIS : "EVALUACION ESTRUCTURAL DE LOSA OPTIMIZADA APLICANDO CONCRETO RECICLADO, PIURA 2022"
SOLICITA : Samamé Ruidias, Luz Yessica
 Temoche Mendiguren Eric Andrés
Cemento : Pacasmayo Tipo MS
Ag. Fino : Huasimal - Chulucanas
Ag. Grueso : Cerro Mocho - Sullana
Agua : Potable
Asentamiento : 1" - 3"
Concreto : sin aire incorporado

Características de los agregados			
Definición	Agregado		Cemento
	Fino	Grueso	
Peso Especifico kg/m^3	2815	3125	2940
Peso Unitario Suelto	1527	1402	1501
Peso Unitario Varillado	1649	1557	
Módulo de fineza	2.70	0	
% Humedad Natural	1.94	1.73	
% Absorción	0.84	0.81	
Tamaño Máximo Nominal		1/2"	

Valores de diseño			
Agua	R a/c (*)	Cemento	Aire atrapado
200.0	0.57	350.9	2.5

Volumen absolutos m^3/m^3 de mezcla				
Agua	Cemento	Aire	Pasta	Agregados
0.200	0.119	0.025	0.344	0.656
Relacion agregados en mezcla ag. f/ ag. gr.			42%	58%

Volumen absoluto de agregados	
0.656	m^3

Fino	42%	0.275	m^3	775.180	kg/m^3
Grueso	58%	0.380	m^3	1188.373	kg/m^3

Pesos de los elementos kg/m^3 de mezcla

	Secos	Corregidos
Cemento	350.9	350.9
Agr. fino	775.2	790.2
Agr. grueso	1188.4	1208.9
Agua	200.0	180.5

Aporte de agua en los agregados

Ag. fino	8.52
Ag. grueso	10.93
Agua libre	19.45
Agua efectiva	180.5

Volumenes aparentes con humedad natural de acopio

	Cemento	Fino	Grueso	Agua (lt)
En m^3	0.234	0.517	0.862	180.5
En pie^3	8.255	18.28	30.45	180.5

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	2.252	3.445	0.515
En volumen por bolsa de cemento	Cemento (1 bolsa)	Ag. Fino (pie^3)	Ag. Grueso (pie^3)	Agua (lt)
	1	2.2	3.7	21.9

Stefany
 ANA STEFANY
 GARCIA ORDOZCO
 Ingeniera Civil
 OIP N° 262620

geoslidecompany@gmail.com / moyolaz@yahoo.es
 @geoslideperu / 051 - 998063774

Figura 21. Ensayo de Diseño de mezcla con agregados naturales provenientes de cantera.

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos – Geoslid, 2022.

ANEXO 7. RESISTENCIA DEL CONCRETO



Figura 22. Ensayo de resistencia de concreto con 100% de agregado natural (Concreto convencional)

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos – Geoslide, 2022



Figura 23. Ensayo de resistencia de concreto con 80% de agregado natural y 20% agregado reciclado.

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos – Geoslida, 2022.



Figura 24. Ensayo de resistencia de concreto con 70% de agregado natural y 30% agregado reciclado.

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos – Geoslides, 2022.



GEOSLIDO

ESPECIALISTA EN GEOTÉCNIA,
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO

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 SOLICITA** : "EVALUACION ESTRUCTURAL DE LOSA OPTIMIZADA APLICANDO CONCRETO RECICLADO, PIURA 2022"
 : Samané Ruidias, Luz Yessica
 : Temoche Mendiguren Eric Andrés
- DISEÑO DE MEZCLA** : 60% agregados naturales - 40% agregados reciclados

NÚMERO DE TESTIGO	REGISTRO	UBICACIÓN	FECHA		Edad Días	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 210 Kg./cm ²	LABORATORIO DE CONCRETO	20/06/2022	27/05/2022	7	2"	15.00	176.7	23094	131	210	62	70	NO CUMPLE
3-B						2"	15.00	176.7	23016	130	210	62		NO CUMPLE
3-C						2"	15.00	176.7	23105	131	210	62		NO CUMPLE
3-D				03/06/2022	14	2"	15.00	176.7	25145	142	210	68	85	NO CUMPLE
3-E						2"	15.00	176.7	25645	145	210	69		NO CUMPLE
3-F						2"	15.00	176.7	24953	141	210	67		NO CUMPLE
3-G			17/06/2022	28	2"	15.00	176.7	33196	188	210	89	100	NO CUMPLE	
3-H					2"	15.00	176.7	32804	186	210	88		NO CUMPLE	
3-I					2"	15.00	176.7	33286	188	210	89		NO CUMPLE	

Ing. Marcos Oyola Zapata
 geoslidecompany@gmail.com / moyolaz@yahoo.es
 @geoslidoperu / 051 - 998063774

ANA-STEPHANY
 GARCIA ORZCO
 Ingeniera Civil
 CIP N° 262620

Figura 25. Ensayo de resistencia de concreto con 60% de agregado natural y 40% agregado reciclado.

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos – Geoslido, 2022.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, ALZAMORA ROMAN HERMER ERNESTO, 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 titulada: "Evaluación Estructural de losa Optimizada Aplicando Concreto Reciclado ,Piura 2021", cuyos autores son TEMOCHE MENDIGUREN ERIC ANDRES, SAMAME RUIDIAS LUZ YESSICA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 20.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

PIURA, 18 de Noviembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
ALZAMORA ROMAN HERMER ERNESTO DNI: 03303253 ORCID: 0000-0002-2634-7710	Firmado electrónicamente por: HALZAMORA el 18- 11-2022 10:00:08

Código documento Trilce: TRI - 0444807