

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL**



**Análisis de resistencia a compresión en adoquines de concreto tipo I  
adicionando residuos de baldosas cerámicas en diferentes porcentajes**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

**AUTOR**

**Edwin Manuel Sanchez Medina**

**ASESOR**

**Jorge Enrique Alvarez Ruffran**

<https://orcid.org/0000-0002-5321-8500>

**Chiclayo, 2023**

**Análisis de resistencia a compresión en adoquines de concreto tipo I  
adicionando residuos de baldosas cerámicas en diferentes  
porcentajes**

PRESENTADA POR

**Edwin Manuel Sanchez Medina**

A la Facultad de Ingeniería de la  
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
para optar el título de  
**INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

APROBADA POR

Jose Alfredo Rolando Cespedes Deza  
PRESIDENTE

Juan Jacobo Sanchez Baustista  
SECRETARIO

Jorge Enrique Alvarez Ruffran  
VOCAL

## **Dedicatoria**

A mis padres, Manuel Eduardo Sánchez Mora y Rosa Clara Medina Peralta que hacen grandes esfuerzos para brindarme educación de alta calidad y apoyarme a lo largo de mi carrera universitaria.

A mi hermano Joel Eduardo Sánchez Medina quien me brindo su apoyo , comprensión y aliento incondicional.

## **Agradecimientos**

Al Ing. Jorge Enrique Alvarez Ruffrán y al Ing. Joaquín Hernan Rojas Oblitas, por haberme guiado y brindarme sus conocimientos en todo el desarrollo de esta presente investigación .

A mi padre el Ing., Manuel Eduardo Sánchez Mora por acompañarme y estar pendiente en todo el proceso de esta investigación

# EDWIN MANUEL SANCHEZ MEDINA 100%

## INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>18%</b>	<b>18%</b>	<b>1%</b>	<b>6%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>5%</b>
<b>2</b>	<b>repositorio.usanpedro.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>3</b>	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>tesis.usat.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>repositorio.urp.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>repositorio.upla.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>7</b>	<b>tesis.ucsm.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>8</b>	<b>repositorio.uandina.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>9</b>	<b>Submitted to Universidad Cesar Vallejo</b> Trabajo del estudiante	<b>&lt;1%</b>

## Índice

Resumen .....	11
Abstract .....	12
Introducción .....	13
Revisión de la literatura.....	16
Materiales y métodos .....	29
Resultados y discusión .....	45
Conclusiones .....	68
Recomendaciones.....	69
Referencias .....	70
Anexos.....	73

## Lista de imágenes

Imagen 1. Adoquines de concreto .....	20
Imagen 2. Vertedero de Pucalá .....	33
Imagen 3. Residuos de baldosas cerámicas.....	33
Imagen 4. Trituración de las baldosas cerámicas .....	34
Imagen 5. Muestra de consistencia fina de baldosas cerámicas.....	35
Imagen 6. Tamices del agregado fino .....	35
Imagen 7. Tamizado del agregado fino .....	36
Imagen 8. Ingreso de los agregados al horno .....	36
Imagen 9. Peso del recipiente.....	37
Imagen 10. PUS del Ag.Fino (sin varillar).....	37
Imagen 11. PUC del Ag.fino (varillado) .....	38
Imagen 12. PUS del agregado grueso ( sin varillar) .....	38
Imagen 13. PUC del Ag.grueso (varillado).....	39
Imagen 14. Varillado del PUC de las baldosas cerámicas .....	39
Imagen 15. Fiolas +Arena sup.seca.....	40
Imagen 16. Peso de las Baldosas cerámicas en la fiola +agua.....	40
Imagen 17. Elaboración de la muestra .....	42
Imagen 18. Adición de las baldosas cerámicas a la mezcla .....	42
Imagen 19. Proceso del secado .....	43
Imagen 20. Curado .....	43
Imagen 21.Rotura de adoquines .....	44
Imagen 22. Resistencia abrasión mediante rodillo giratorio .....	44

## Lista de tablas

Tabla 1. Tipos de adoquín .....	20
Tabla 2. Especificaciones de adoquines .....	21
Tabla 3. Tolerancia de dimensiones .....	21
Tabla 4. Absorción máxima en tipos de adoquín .....	21
Tabla 5. Tipos de cementos.....	22
Tabla 6. % Porcentaje que pasa del Ag.fino .....	22
Tabla 7. Materiales que reaccionan con los álcalis de cemento.....	25
Tabla 8. Tipología baldosa cerámica.....	26
Tabla 9. Cualidades de los azulejos .....	26
Tabla 10. Cualidades de los pavimentos gres .....	27
Tabla 11. Cualidades del gres porcelánico.....	27
Tabla 12. Cualidades del baldosín catalán .....	27
Tabla 13. Cualidades del gres rústico.....	28
Tabla 14. Cualidades del barro cocido .....	28
Tabla 15. Muestra a ensayar - Resistencia a compresión.....	30
Tabla 16. Muestra a ensayar-Resistencia abrasión.....	30
Tabla 17. Operacionalización de variable .....	31
Tabla 18. Granulometría del Ag.fino .....	45
Tabla 19. Granulometría del Ag.grueso .....	45
Tabla 20, Granulometría de las Baldosas cerámicas.....	46
Tabla 21. %H. Ag. Fino .....	48
Tabla 22. %H. Ag. Grueso .....	48
Tabla 23. %H. Baldosas cerámicas .....	48
Tabla 24. PUS del Ag. Fino .....	48
Tabla 25. PUS del Ag.grueso .....	49
Tabla 26. PUS de las Baldosas cerámicas.....	49

Tabla 27. PUC del Ag.Fino .....	49
Tabla 28. PUC del Ag.Grueso.....	49
Tabla 29.PUC de las Baldosas cerámicas .....	50
Tabla 30. P.E y % Absor. del Ag.Fino .....	50
Tabla 31. P.E y % Absor. del Ag.Grueso.....	50
Tabla 32. P.E y % Absor. de las Baldosas cerámicas .....	51
Tabla 33. F'c, a los 7 días (muestra patrón y experimental).....	52
Tabla 34. F'c, a los 14 días .....	52
Tabla 35. F'c, a los 28 días .....	52
Tabla 36. Desgaste en los adoquines con 0% de baldosas cerámicas .....	57
Tabla 37. Desgaste en los adoquines con 5% de baldosas cerámicas .....	58
Tabla 38. Desgaste en los adoquines con10% de baldosas cerámicas .....	59
Tabla 39. Desgaste en los adoquines con 15% de baldosas cerámicas .....	60
Tabla 40, Precio unitario de adoquines patrón .....	62
Tabla 41. Precio unitario de adoquines con adición 5% baldosas cerámicas .....	62
Tabla 42. Precio unitario adoquines con adición 10% baldosas cerámicas .....	63
Tabla 43. Precio unitarios adoquines con adición 15% baldosas cerámicas.....	63
Tabla 44.Contraste de características de los agregados con la investigación[16].....	64
Tabla 45. Comparación de datos obtenidos con la investigación [13].....	65

## Lista de gráficas

Gráfica 1. Cumplimiento de la curva granulométrica del Ag.fino .....	46
Gráfica 2.Cumplimiento de la curva granulométrica del Ag,Grueso.....	47
Gráfica 3. Cumplimiento de la curva granulométrica de las baldosas cerámicas .....	47
Gráfica 4. Resistencia compresión promedio vs tiempo de curado de los adoquines patrón .	53
Gráfica 5. Resistencia compresión promedio vs tiempo de curado de los adoquines con adición de 5% de baldosas cerámicas .....	53
Gráfica 6. Resistencia compresión promedio vs tiempo de curado de los adoquines con adición de 10% baldosas cerámicas .....	54
Gráfica 7. Resistencia compresión promedio vs tiempo de curado de los adoquines con adición de 15% baldosas cerámicas .....	54
Gráfica 8. Resistencia compresión promedio vs tiempo de curado de los adoquines patrón y adición del 5% baldosas cerámicas .....	55
Gráfica 9. Resistencia compresión promedio vs tiempo de curado de los adoquines patrón y adición 10% baldosas cerámicas .....	55
Gráfica 10. Resistencia a compresión promedio vs tiempo de curado de los adoquines patrón y adición 15% baldosas cerámicas .....	56
Gráfica 11. Resistencia compresión promedio vs tiempo de curado de los adoquines patrón y con adición 5%,10% y 15% baldosas cerámicas.....	56
Gráfica 12. Desgaste por abrasión patrón .....	58
Gráfica 13. Desgaste por abrasión 5% baldosas cerámicas .....	59
Gráfica 14. Desgaste por abrasión 10% baldosas cerámicas .....	60
Gráfica 15. Desgaste por abrasión 15% baldosas cerámicas .....	61

## Resumen

Con el paso del tiempo, el campo de la ingeniería ha experimentado un notable crecimiento, lo que ha llevado a un aumento en los desechos de construcción que se eliminan en vertederos o se arrojan a los ríos. En este contexto, hemos decidido aprovechar los residuos extraídos del vertedero de Pucalá. El objetivo de esta investigación fue analizar la resistencia a la compresión de los adoquines de concreto tipo I adicionando residuos de baldosas cerámicas en diferentes porcentajes. Se evaluaron las propiedades físicas de los agregados y los residuos de baldosas cerámicas, así como su influencia en la resistencia a la compresión. Para ello, se llevaron a cabo pruebas de laboratorio para determinar estas propiedades y luego se realizó el diseño de mezcla. Los resultados obtenidos en los adoquines de referencia y aquellos con adiciones del 5%, 10% y 15% de baldosas cerámicas fueron de 317.81 kg/cm<sup>2</sup>, 321.14 kg/cm<sup>2</sup>, 302.48 kg/cm<sup>2</sup> y 284.83 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, respectivamente. En conclusión, la adición del 5% de baldosas cerámicas mejora la resistencia a la compresión en comparación con los adoquines patrón (317.81 kg/cm<sup>2</sup>) y cumple con los requisitos de resistencia promedio e individual establecidos por la norma NTP 399.611, que son de 290 kg/cm<sup>2</sup> y 320 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente. En cuanto a la viabilidad económica, sería factible producir adoquines con la adición de baldosas cerámicas en los diferentes porcentajes mencionados anteriormente, ya que la diferencia de precios en comparación con el adoquín convencional no supera los S/.1.557.

**Palabras clave:** adoquines de concreto, resistencia a compresión , baldosas cerámicas ,adición.

### **Abstract**

Over time, the field of engineering has experienced significant growth, leading to an increase in construction waste that is disposed of in landfills or dumped into rivers. In this context, we have decided to utilize the waste extracted from the Pucalá landfill. The objective of this research was to analyze the compressive strength of type I concrete pavers by adding ceramic tile waste in different percentages. The physical properties of the aggregates and ceramic tile waste were evaluated, along with their influence on compressive strength. Laboratory tests were conducted to determine these properties, followed by mixture design. The results obtained for the reference pavers and those with additions of 5%, 10%, and 15% of ceramic tiles were 317.81 kg/cm<sup>2</sup>, 321.14 kg/cm<sup>2</sup>, 302.48 kg/cm<sup>2</sup>, and 284.83 kg/cm<sup>2</sup> at 28 days, respectively. In conclusion, the addition of 5% ceramic tiles improves the compressive strength compared to the reference pavers (317.81 kg/cm<sup>2</sup>) and meets the average and individual strength requirements set by the NTP 399.611 standard, which are 290 kg/cm<sup>2</sup> and 320 kg/cm<sup>2</sup>, respectively. In terms of economic viability, it would be feasible to produce pavers with the addition of ceramic tiles in the mentioned percentages, as the price difference compared to conventional pavers does not exceed S/.1.557.

**Keywords:** concrete pavers, compressive strength, ceramic tiles, addition.

## Introducción

A través del tiempo, el sector ingenieril ha ido extendiéndose considerablemente, generando así un incremento en los residuos de la construcción, los cuales son eliminados hacia los vertederos o arrojados a los ríos. Es así que algunas empresas extranjeras, rescatan y aprovechan uno de estos residuos que es la baldosa cerámica.

Los orígenes de los residuos cerámicos están íntimamente ligado al sector de la construcción, son directamente ocasionados por despojos de las distintas fábricas, los cuales son depositados sin control en diversos vertederos, ocasionando pérdidas de un material potencialmente reutilizable, valorizables o reciclable, además de producir un impacto ambiental negativo en el entorno [1].

Actualmente en todo el planeta, se generan 10 mil millones de toneladas en residuos de construcción, siendo los países que lideran: Estados Unidos y China, con 7000 y 2300 millones de toneladas respectivamente. Esto se debe a que, en dichos países, anualmente aumenta la tasa poblacional, la cual a su vez es directamente proporcional al sector de la construcción [2].

La industria cerámica española, cumple una función primordial para garantizar el bienestar de la sociedad, además de mantener el compromiso estable con la sostenibilidad medioambiental, la cual consiste en proteger el medio ambiente durante de la fabricación de cerámica, utilizando un sistema de cogeneración ,disminuyendo así a lo más mínimo el impacto en el medio ambiente producido por la actividad de la elaboración de cerámicas por las fábricas [3].

Actualmente en el Perú, según INEI (2020), el sector construcción aumento en 23.07% en el país, de modo que también se incrementó el volumen de RCD. Lamentablemente, las autoridades no brindan la debida importancia a los residuos cerámicos de construcción, debido al desconocimiento o falta de instrucción sobre el aprovechamiento específico de éstos, originando en los ciudadanos a su vez, una inconsciencia y daños ambientales en su accionar como es en la eliminación de residuos cerámicos hacia los ríos, playas, lagos o vertederos ilegales [4].

En Chiclayo, se percibe la incorrecta aplicación del decreto DS N° 019-2016-vivienda, donde indica las medidas apropiadas que se deben realizar para el manejo de estos residuos.

Otro factor carente, es la falta de programas ambientales dirigidos hacia la población que influye en el aumento de los RCD ante el incremento de viviendas en zonas urbanísticas donde no se aplican un adecuado manejo para estos residuos [5]

Es así como, en el distrito de Pucalá, no es ajena a esta problemática, puesto que se encuentra en un proceso de urbanización y tasa poblacional creciente por lo cual los residuos de construcción y demolición son directamente proporcionales a estos. Hoy en día el vertedero de Pucalá es el único lugar donde todos los pobladores y ente municipal depositan sus residuos de manera descontrolada y luego proceden a quemarla, sin tener conciencia ambiental alguna del daño que ocasionan hacia el medio ambiente, cuando estos residuos pueden ser reutilizados o reciclados.

Una de las metodologías conocidas en el rubro del reciclaje, se le conoce como reciclaje creativo, consiste en la aplicación de la técnica del collage, en la cual se juega con las formas y colores de la cerámica. Para esto se necesita disponer de numerosos fragmentos, los cuales se añaden a una superficie nueva, en el caso del concreto, se le coloca cuando éste se encuentre en estado fresco no endurecido, implicando directamente en cuanto a su resistencia [1].

Los adoquines de concreto es una de las principales opciones para el proceso de urbanización a todo nivel, esto se debe a que posee buenas propiedades mecánicas y características decorativas. Incluso es un material que puede ser reutilizado cuando se requiere hacer reparaciones de las estructuras. Así evita las demoliciones y reconstrucciones con nuevo material, por ende, beneficiará económicamente a futuro durante la vida útil del proyecto [6].

Ante dicho problema es por el cual se plantea la siguiente pregunta ¿Cuál será la variación de la resistencia a compresión de los adoquines de concreto tipo I, al adicionar residuos de baldosas cerámicas al 5% 10% y 15 %?

En relación con la pregunta de investigación se propone la hipótesis que la adición de los residuos de baldosas cerámicas en 5%,10% y 15%, aumentará su resistencia a compresión a los 28 días.

A partir de ello, surgen los motivos por lo cual nos llevan a justificar la presente investigación, se pretende mejorar la resistencia de los adoquines tipo I adicionando residuos de baldosas cerámicas. En el aspecto técnico, al adicionar los residuos de baldosas cerámicas en la elaboración de adoquines es una alternativa innovadora en los materiales de construcción para incrementar la resistencia a compresión debido a sus características y propiedades físicas. Es por esto por lo que es necesario realizar un estudio que garantice que la adición de este residuo logre incrementar la resistencia a compresión. En el aspecto social, al conocer la influencia y el aporte respecto a su resistencia mediante la adición de los residuos de baldosas cerámicas en

adoquines de concreto, se podría aplicar dicha metodología en construcciones futuras en diversas zonas urbanísticas. En el aspecto económico, resultaría más factible emplear los residuos de baldosas cerámicas como adición para incrementar la resistencia a compresión a diferencia de comprar algún aditivo certificado.

En cuanto al aspecto ambiental se aprovechará los residuos de baldosas cerámicas que se generan en las construcciones, por ende, se disminuirá el porcentaje de impacto ambiental negativo, ocasionadas por las cantidades arrojadas en los rellenos sanitarios, vertederos y ríos.

**EL objetivo general de esta investigación es :** Analizar la resistencia a compresión de los adoquines de concreto tipo I adicionando residuos de baldosas cerámicas en diferentes porcentajes. Así como también los **objetivos específicos:** Clasificar los residuos de baldosas cerámicas, para la trituración y adición en mezcla de adoquines de concreto. Determinar las características y propiedades de los residuos de baldosas cerámicas que influyen en la resistencia a compresión de los adoquines de concreto tipo. Diseñar la mezcla patrón de los adoquines de concreto tipo I y con adición del % 5,10% y 15 % de residuos de baldosas cerámicas. Determinar la resistencia a abrasión de los adoquines de concreto tipo I y con adición del 5%,10% y 15 % de residuos de baldosas cerámicas. Comparar la resistencia a compresión de las de adoquines de concreto tipo I vs adoquines de concreto con adición del 5% ,10% y 15 % de residuos de baldosas cerámicas. Realizar el análisis de costo unitario de la mezcla patrón de adoquines tipo I vs mezcla patrón con adición del 5%,10% y 15% de residuos de baldosas cerámicas. Evaluar el Estudio de Impacto Ambiental de la fabricación de adoquines de concreto tipo I con adición de residuos de baldosas cerámicas.

## Revisión de la literatura

### Antecedentes

#### Antecedentes internacionales

[7]J. Chóez en su tesis de pregrado “Elaboración de un bloque de construcción con reciclaje de residuos de cerámica y mampostería para viviendas de interés social”, realizado en la Universidad Laica Vicente Roca Fuerte de Guayaquil, teniendo como objetivo principal diseñar un prototipo de bloque de construcción con residuos de cerámica y mampostería reciclados para viviendas de interés social. La tesis consistió en reemplazar el agregado grueso por los residuos reciclables con respecto al volumen, realizando diferentes dosificaciones hasta que esta sea óptima. Teniendo como conclusiones que el bloque diseñado por estos residuos ha demostrado tener un desempeño satisfactorio al ensayo de resistencia a compresión, el cual fue de 2.19 Mpa a los 28 días, cumpliendo así con la Norma ecuatoriana INEN 639. Así mismo también resulto factible económicamente la elaboración de este bloque con residuos con relación al bloque tradicional, teniendo un coste de similar de 0.55 USD y 0.56 USD respectivamente.

[8]J. Osorio, A. Rosas y M. Bolívar en su tesis de pregrado “Determinación de la resistencia a compresión de un diseño de mezcla de concreto utilizando cerámica reciclada en sustitución parcial del agregado grueso”, los porcentajes utilizados fueron de 10 % y 15 % reemplazando al agregado grueso, en el diseño de mezcla para un concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup>. En donde concluyen que al sustituir en un 10 % de este agregado ya mencionado anteriormente, la resistencia a compresión logró incrementar, llegando a ser mayor en un 9.07% con respecto a probeta diseño. En cambio, cuando se reemplazaba en un 15 % por material cerámico, la resistencia a compresión promedio era de 13,18 kg/cm<sup>2</sup> notándose que era menor a la resistencia de la probeta patrón diseñada. Por otro lado, a los 90 días la probeta patrón resulto tener una mejor resistencia con respecto a las probetas con un 10% y 15 % de material cerámico. En conclusión, el concreto elaborado con residuos cerámicos cumple con los requisitos de la normativa, en cuanto a la resistencia a compresión a los 28 días.

[9]P. Rubio de Hita et al, “Characterisation of recycled ceramic mortars for use in prefabricated beam-filling pieces in structural floors” realizado en la Universidad Sevilla, esta investigación tiene como propósito reemplazar los áridos por residuos de materiales cerámicos desde un 10% hasta un 50% en la fabricación del mortero, para esto todos los materiales implicados fueron analizados mediante técnica de fluorescencia y difracción de rayos x, para

así poder conocer sus propiedades tanto físicas, como mecánicas, también se realizó adicionalmente un estudio químico. Los resultados de elaboración de la mezcla del mortero, considerando los distintos porcentajes propuestos, fueron de que a mayor porcentaje de residuos cerámicos sean aplicados en la mezcla mayor será la adición de agua, esto se realiza para mantener un buen amasado y no afectar la trabajabilidad, si se supera el 30 % se utilizaran aditivos. En la resistencia a compresión reemplazando 20% y 30 % por residuos cerámicos, se obtuvo 21.89 Mpa y 23.58 Mpa respectivamente, siendo mayor respecto a la probeta patrón, en los demás porcentajes ésta disminuye. Para la resistencia a flexión si se aumenta a más del 30 % de estos residuos, esta reducirá debido a que hubo un mayor contenido de agua en la mezcla, incluyendo también el acoplamiento de los áridos teniendo como efecto una mezcla menos homogénea. En conclusión, es factible utilizar los residuos de cerámica en un 30 % de reemplazo de los áridos, siendo este porcentaje el que más se asimila a las propiedades del mortero tradicional.

[10]J. Bolaños en su tesis de pregrado “Estudio del uso de materiales reciclados como hormigones, cerámica y otros productos de derrocamiento o desperdicio de obra como agregados para un hormigón” realizado en la Universidad Internacional del Ecuador, el objetivo de esta investigación es realizar un estudio de hormigones elaborados con el reemplazo de materiales reciclables como hormigones, cerámicas y otros productos de derrocamiento, para la elaboración de hormigones de 20 Mpa. En donde concluye que el árido reciclado de los hormigones, presentan características similares al hormigón tradicional con respecto a su resistencia a compresión promedio a los 28 días, el cual obtuvo 101 % de resistencia en relación con el hormigón convencional que obtuvo 102%. En el caso de los ladrillos con residuos de cerámica alcanzaron una resistencia de 180 kg/cm<sup>2</sup>, no llegando a la resistencia esperada pero aun así siendo un resultado tolerable, en cuantos a la mezcla de bloques y cerámica se obtuvo una menor resistencia a todas las mezclas de los residuos reciclables siendo 140 kg/cm<sup>2</sup>, por esto solo se puede reemplazar en un 30 % el material de hormigón reciclado por el árido grueso en la mezcla.

[11]M. Ornelas et al, “ Feasibility of Using Clay Ceramic Residue in Substitution of Washed Sand for Concrete Manufacturing ” en este artículo investigación tiene como propósito reemplazar agregados finos por residuos de cerámica en la elaboración del concreto. Estos residuos se recolectaron de los patios de construcción de edificios, para luego ser seleccionados y triturarlos con un martillo de piedra, para después tamizarlo por la Malla N° 20. Las muestras

elaboradas fueron 16, de las cuales la mitad fueron elaboradas considerando 30% de residuos cerámicos como reemplazo de la arena mientras que las demás fueron elaboradas sin residuo alguno. Se obtuvieron resultados que la probeta patrón obtuvo 26.6 Mpa en el ensayo de resistencia a compresión, mientras que considerando el 30 % fue de 22.7 Mpa, siendo esta menor en un 17% que la probeta patrón pero aun así cumpliendo con la normativa que pide como mínimo 20 Mpa. Teniendo como conclusiones que es factible reemplazar el agregado fino en un 30 % por los residuos cerámicos por la razón que presenta propiedades similares del concreto tradicional, como también resulta más económico y ambiental su elaboración.

[12]M. Saavedra en su tesis de maestría “Valorización de residuos cerámicos nacionales. Estudio preliminar de su capacidad puzolánica” realizada en la Universidad de la República de Uruguay, en la cual en dicha investigación estudiaron las características tanto físicas como químicas de los residuos de cerámicas por medio de las técnicas FRX, DRX y TGA, en donde los resultados fueron que estos residuos presentan características puzolánicas similares al cemento portland. En la resistencia a compresión a los 28 días cuando se reemplazaba en un 15 % por los residuos cerámicos, los resultados fueron 33,75 Mpa superando a la resistencia de la probeta patrón que obtuvo 31.88 Mpa cumpliendo así con la normativa, en los demás porcentajes los resultados fueron similares a la probeta patrón. Para la resistencia a flexión con reemplazo de un 5 % y 30 % de residuos de cerámica tampoco presentaba diferencias significativas con el mortero tradicional. Por otra parte se notó una reducción en la conductividad eléctrica cuando se aumenta la cantidad de porcentajes de residuos cerámicos.

### **Antecedentes nacionales**

[13]M. Ydrogo en su tesis de pregrado “Resistencia a la compresión del adoquín convencional Tipo I  $f_c = 290 \text{ kg/cm}^2$  adicionando caucho al 5% y 10% como agregado fino”, realizado en la Universidad Privada del Norte tiene como objetivo determinar la resistencia a la compresión del adoquín convencional adicionando caucho al 5% y 10 % como agregado fino. La tesis se basó en añadir un porcentaje determinado de caucho al diseño de mezcla, para así saber en cuanto aumentaba o disminuía la resistencia a la compresión. Se obtuvo como resultados que al añadir 5% y 10 % de caucho, la resistencia a la compresión en adoquines disminuía en 9.94% y 51.22% con respecto a la probeta patrón. Pero en el caso de añadir solo el 5% de caucho, la resistencia a la compresión no varía tanto a su resistencia base, ya que el adoquín tipo I es de uso peatonal.

[14]L. Chaquila y F. Ramírez en su tesis de pregrado “Diseño de adoquines de concreto con adición de fibra de estopa de coco para mejorar su resistencia a compresión y propiedad térmica, Tarapoto – 2019”, realizado en la Universidad Cesar Vallejo, teniendo como objetivo principal diseñar adoquines de concreto adicionando fibra de coco en diferentes porcentajes para mejorar las propiedades mecánicas y térmicas. Teniendo como conclusiones que al agregar un porcentaje de 2%, 3% y 5% de fibra de coco a la mezcla, su resistencia a compresión aumentaba obteniendo resultados de 104.73%, 120.43% y 126% respectivamente. Asimismo, en las propiedades térmicas del adoquín se obtuvo un mejoramiento del 10 % de calor más en su interior que el del adoquín tradicional, considerándolo, así como un material aislante térmico.

### **Antecedentes locales**

[15]C. Córdova en su tesis de pregrado “Análisis del concreto siempre utilizando vidrio pulverizado como adición para concreto de alta resistencia con agregados de la ciudad de Chiclayo ”, realizado en la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo , teniendo como fin buscar conocer cuál es el porcentaje y tamaño óptimo de vidrio que al ser adicionado en la mezcla , mejore su resistencia a compresión .Concluyó que el vidrio pulverizado puede sustituir al cemento en un 10% con respecto a su peso , sin tener variaciones en su resistencia, así como también la al adicionar este residuo no afecta a las propiedades del concreto fresco las cuales son el contenido de aire , exudación y peso unitario , por otro lado si afecta al tiempo de fraguado cuando la resistencia a la compresión es mayor igual a 385kg/cm<sup>2</sup>.

[16]E. Benavides en su tesis de pregrado “Elaboración de concreto económico utilizando cascote cerámico como reemplazo parcial del cemento”, realizado en la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, la tesis consiste en reutilizar los residuos de cascote cerámicos como un reemplazante parcial del cemento en la mezcla del concreto, los porcentajes que se plantearon fueron de 5%, 10% y 15 % con respecto al peso del cemento. Los cascotes cerámicos fueron pulverizados para luego ser adicionados con los agregados .Teniendo como resultados que su resistencia a compresión de las muestras elaboradas a los 7 días en los diferentes porcentajes seleccionados fueron menor que la resistencia patrón del concreto diseñado para 210 kg/cm<sup>2</sup>,de la misma manera su trabajabilidad también disminuye .Por otro lados a los 90 días la probeta con 5 % de adición de cascote cerámico obtuvo una resistencia mayor de 18.26% con respecto a la probeta patrón , los demás porcentajes presentaron resultados similares al diseño. Como conclusión el cascote cerámico en el transcurso del tiempo adquiere una mayor resistencia a compresión, pero también su trabajabilidad disminuye cuanta más adición de

residuo se le agregue. El autor también nos sugiere que los agregados que se van a seleccionar en el mezclado sean de un solo lote y no de varios, porque puede afectar el diseño de su elaboración.

## Bases teóricas

### Definición de términos

**Adoquines de concreto:** se definen como piezas de concretos prefabricados. Para su elaboración se necesita cemento, agua de mezcla y agregados; si en el caso se requiere también se utilizarán aditivos químicos [17].

*Imagen 1. Adoquines de concreto*



*Fuente: Propia*

**Tipos:** según [17] se clasifican en 3 tipos de adoquines.

*Tabla 1. Tipos de adoquín*

<b>TIPOS DE ADOQUINES</b>	
<b>Tipo I</b>	Adoquines para pavimentos de uso peatonal
<b>Tipo II</b>	Adoquines para pavimentos de tránsito vehicular ligero
<b>Tipo III</b>	Adoquines para pavimentos de tránsito vehicular pesado, patios industriales y contenedores

*Fuente: [17]*

## Requisitos que tienen que cumplir los adoquines

### Requisitos físicos

#### Resistencia a compresión

Tabla 2. Especificaciones de adoquines

TIPO	Espesor nominal (mm)	Resistencia a la compresión ,min.MPA(kg/cm <sup>2</sup> )	
		Promedio de 3 unidades	Unidad individual
<b>I</b> Tipo B,C y D Todos los tipos	40	31 (320)	28 (290)
	60	31 (320)	28( 290)
<b>II</b> (Vehicular ligero )	60	41 (420)	37 (380)
	80	37 (380)	33 (340 )
	100	35 (360)	32 (325)
<b>III</b> (Vehicular pesado, patios industriales o de contenedores )	≥80	55 (561)	50 (510)

Fuente: [17]

Tabla 3. Tolerancia de dimensiones

Tolerancia dimensional, máx.(mm)		
Longitud	Ancho	Espesor
± 1,6	± 1,6	± 3,2

Fuente: [17]

### Requisitos complementarios

Según NTP 399.611, aquellos adoquines que puedan estar sometidos a la agresión por sulfatos, así como altas condiciones de durabilidad, deberán ser realizados considerando las condiciones de Absorción [17].

Tabla 4. Absorción máxima en tipos de adoquín

Tipo de Adoquín	Absorción max.(%)	
	Promedio de 3 unidades	Unidad Individual
<b>I y II</b>	6	7,5
<b>III</b>	5	7

Fuente: [17]

**Resistencia compresión adoquín** : es la relación que existe entre la carga que se produce por rotura y su sección [17].

**Resistencia a compresión del concreto ( $f'_c$ ):** es aquella que es empleada en el diseño de mezcla [17].

**Concreto:** se define como un material compuesto por la mezcla de agregados, agua, aire y cemento portland en proporciones idóneas para alcanzar ciertas propiedades predeterminadas, en particular la resistencia [18].

### Componentes del concreto

**Cemento Portland:** se define como un Clinker que ha sido triturado hasta adquirir una consistencia muy fina, generado por la cocción en altas temperaturas, de mezclas que incluyen cal, fierro, sílice y alúmina en determinadas proporciones [18].

**Clasificación de cemento Portland:** se clasifica en los siguientes tipos según la norma ASTM C150 [18].

*Tabla 5. Tipos de cementos*

TIPOS DE CEMENTOS	
<b>Tipo I</b>	Uso general
<b>Tipo II</b>	Calor de hidratación y resistencia moderados a los sulfatos
<b>Tipo III</b>	Alta resistencia inicial
<b>Tipo IV</b>	Bajo calor de hidratación.
<b>Tipo V</b>	Alta resistencia a los sulfatos.

*Fuente: [18]*

**Agua :** se define como uno de los componentes primordiales en la elaboración del concreto [18].

**Agregados:** se definen como materiales inertes que al mezclarse con el agua y los aglomerantes forman el concreto y mortero. En la mezcla del concreto, los agregados conforman el 75% de su volumen, es por esto que deben estar en óptimas condiciones de calidad [18].

### Clasificación de agregados

**Agregado Fino:** se define como agregado fino a la arena o piedra natural que es finamente triturada y que pasa por el tamiz 9.5 mm (3/8"), y que este dentro de los límites establecidos de la NTP 400.037 [18]

*Tabla 6. % Porcentaje que pasa del Ag.fino*

MALLA	PORCENTAJE QUE PASA
3/8 "	100
N°4	95 a 100
N°8	80 a 100
N°16	50 a 85
N°30	25 a 60
N°50	10 a 30
N°100	2 a 10

*Fuente: [22]*

**Agregado grueso:** se define como aquel material que es retenido en la malla N<sup>o</sup>4, producto de la descomposición de las rocas de manera natural o mecánica, que cumpla NTP 400.037. El agregado grueso puede consistir en piedra chancada o partida, gravas, concreto triturado, etc. La piedra chancada es aquel agregado grueso que se origina por la trituración artificial de las rocas, estas se utilizarán siempre y cuando estén limpias, duras y resistentes. Mientras que las gravas se definen como al conjunto de pequeños pedazos de piedras las cuales han perdido sus aristas vivas, también son llamadas regularmente cantos rodados [18].

### **Características de los agregados**

**Condiciones de Saturación:** se define a los diferentes procesos de las partículas del agregado empezando desde una condición seca hasta tener condición con humedad superficial. [19].

**Peso específico** se define como el resultado al dividir el peso de las partículas entre el peso de estas mismas sin considerar los vacíos entre estas. Para su determinación en un laboratorio se sigue las normas ASTM C-127 y ASTM C-128, donde nos describe el procedimiento a seguir. El valor común para los agregados se encuentra entre 2500 y 2750 kg/m<sup>3</sup> [17].

**Peso unitario:** se define como el resultado al dividir el peso de las partículas entre el peso de estas mismas considerando los vacíos entre estas. Su valor es relativo al incluir la forma en que se acoplan las partículas. Para su evaluación se sigue el procedimiento presente en la norma ASTM C-29, en donde para el acomodo de las partículas se tiene que compactar en un molde metálico, compuesto por 3 capas teniendo en cuenta que en cada capa se debe apisonar mediante 25 golpes con una varilla de 5/8". Este valor es el que se utiliza para hallar las proporciones en el diseño de mezcla [19].

**Porcentaje de vacíos:** se define como la medida del volumen de los espacios entre las partículas de los agregados expresado en porcentaje. El resultado obtenido es relativo puesto que dependen de como estén colocadas las partículas. Según ASTM C-29 se utiliza la siguiente fórmula para determinarla: [19].

$$\% \text{ de Vacios} = 100 \left[ \frac{(S \times W) - M}{S \times W} \right]$$

**Absorción:** se define como la capacidad que tienen los agregados para llenar los vacíos de sus partículas con agua. Esto se da a través de la capilaridad, pero los poros no son llenados en su totalidad puesto que también existe el aire atrapado presente en él. Para determinar el

porcentaje de absorción según las normas ASTM C-127 y ASTM C-128 se utiliza la siguiente fórmula: [19].

$$\% \text{ Absorción} = \frac{\text{PESO S.S.S} - \text{Peso Seco}}{\text{Peso Seco}}$$

**Porosidad:** se entiende como el volumen de espacio que están presentes dentro de las partículas de los agregados [19].

**Humedad:** se caracteriza por el contenido de agua superficial que adquieren los agregados en un momento dado. Esta tiene implicancia en el diseño de mezcla del concreto porque aumenta la cantidad de agua, razón por la cual debemos tomarla en cuenta para las correcciones de las proporciones de la mezcla. Para determinar la humedad según ASTM C-566 se utiliza la siguiente fórmula: [19].

$$\% \text{ Humedad} = \frac{\text{Peso original de la muestra} - \text{Peso seco}}{\text{Peso seco}} \times 100$$

**Características químicas:** los agregados tienden a ser resistentes ante los ataques de agentes químicos, considerando que la agresión de estos debe darse en forma de solución para que así genere algún efecto posible. La reacción de ciertos agregados con los álcalis de cementos es la que afecta más a la durabilidad del concreto, generando compuestos expansivos. [19].

**Reacción Alkali - Sílice:** se produce cuando el óxido de potasio y el óxido de sodio que se encuentran presentes en el cemento como álcalis, reaccionan con determinados minerales presentes en la tabla 4, generando así un gel expansivo [19].

**Reacción Alkali - Carbonatos:** esta se produce cuando ciertos agregados en la tabla 5 reaccionan con los carbonatos generando sustancias expansivas. Mediante el ensayo estándar ASTM C-586 se puede estimar la reactividad potencial a los carbonatos, en donde se somete un testigo cilíndrico de roca a dicho ensayo [19].

Tabla 7. Materiales que reaccionan con los álcalis de cemento

REACCIÓN ALCALI SILICE		REACCIÓN ALCALI-CARBONATO
Andesitas	Pizarras Opalinas	Dolomitas Calcíticas
Argillitas	Filitas	Calizas Dolomíticas
Ciertas Calizas y Domitas	Cuarcitas	Dolomitas de grano fino
Calcedonia	Cuarzosa	
Cristobalita	Riolitas	
Dacita	Esquisitos	
Vidrio Volcanico	Pizarras silicias y ciertas otras formas de cuarzo	
Gneiss Granítico	Vidrio Silíceo , Sintético y Natural	
Opalo	Tridimita	

Fuente:[19].

**Baldosa cerámica:** se define como placas macizas de poco grosor, elaboradas principalmente en su composición por arcillas y otras materias primas inorgánicas. Son utilizadas en general para el recubrimiento de pisos y paredes [20].

**La arcilla:** se define como un agregado mineral pétreo que su composición esta compuesta por silicatos de aluminio hidratados, cuando se encuentra pulverizada y humedecida adquiere una consistencia plástica, por otro lado, cuando está seca adquiere una consistencia rígida, es vítrea cuando es calcinada a elevadas temperaturas.

La plasticidad de la arcilla esta definida principalmente por el contenido de finos, es alta cuando contienen 80% y 90 % de partículas inferiores a 0.005 mm, moderada cuando solo contiene 30 % al 60% de partículas inferiores a 0.005 mm. Se debe tomar en cuenta que los granos gruesos de polvo y arena reducen la plasticidad de las arcillas. De la misma manera las impurezas presentes en las arcillas disminuyen la temperatura de fusión, las cuales son: feldespato, carbonatos de calcio, hidróxidos de hierro y óxidos de hierro y otras sustancias.

El surgimiento de las fisuras en los productos cerámicos se produce por las inclusiones pétreas del Carbonato de Calcio, esto se da por el aumento del volumen aparente cuando es hidratada durante la cocción de la cerámica ( $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$ ). La arcilla de color rojizo también es producto de las impurezas del óxido de hierro [20].

#### Proceso de fabricación de las baldosas cerámica

- ✓ Molienda: se realiza la recolección y clasificación de las arcillas, luego se procederán a triturarlas y adicionarles agua para generar la masa, esto se realiza mediante los equipos de granulado [21].
- ✓ Prensado: se procede a moldear a la masa hasta adquirir las medidas solicitadas [21].

- ✓ Secado: en general antes de realizar este proceso, la masa adquiere una humedad de 8% lo cual se le reducirá a 7% con el fin de adquirir una consistencia firme [21].
- ✓ Esmaltado: se procede a revestir las baldosas con esmalte, el cual servirá de protección y base para su decoración [21].
- ✓ Horneado: se procede a meter al horno por 27 minutos con el fin de adquirir brillo y dureza. Posterior se realiza un control de calidad, donde se revisa sus características ante posibles fallas, si en el caso no cumple con los requerimientos están repetirán el proceso de fabricación [21].

### Tipos de baldosas cerámicas

Tabla 8. Tipología baldosa cerámica

Tipos de Baldosa	Moldeo	Superior	Esmalte	Medidas Usuales (cm)	Grosor Usual (mm)	Grupo norma ISO 13006 UNE G7-087
1. Azulejo	Prensado	Poroso	Sí	10*10 a 45*60	<10	BIII
2. pavimento de gres	Prensado	No poroso	Sí	10*10 a 60*60	>8	BIIb-BIIa
3. Gres porcelánico	Prensado	No poroso	No	15*15 a 60*60	>8	Bla
4. Baldosín catalán	Extrudido	Poroso Liger. poroso	No	13*13 a 24*40	<8	AIIb-AIII
5. Gres rústico	Extrudido	No poroso	No-Sí	11,5*11,5 a 37*37	>10	AI-AIIa
6. Barro cocido	Extrudido	Poroso	No	Gran Variedad	>10	AIIb 2 AIII

Fuente:[20]

- 1) **Azulejos:** son aquellas que se caracterizan por tener una elevada absorción de agua, ser esmaltadas y prensadas en seco. Para su elaboración se realiza a través de monoccción o bicocción .Son utilizadas comúnmente en los revestimientos de los interiores de las paredes de viviendas y centros comerciales [20].

Tabla 9. Cualidades de los azulejos

Medidas usuales	Grosor Usual	Absorción de agua	Carga de rotura	Abrasión GL	Abrasión UGL	Resistencia a la helada	Resistencia Química
10*10 a 45*60 cm	<10 mm	11 - 15%	300 - 1200 N	Variable	-	Variable	Variable

Fuente:[20]

- 2) **Pavimento de gres:** se caracterizan por presentar una baja absorción de agua, ser esmaltadas y prensadas en seco; para su fabricación se realiza mediante el proceso de monococción. Generalmente son utilizadas para el revestimiento de suelos interiores de centros comerciales y de viviendas [20].

*Tabla 10. Cualidades de los pavimentos gres*

Medidas usuales	Grosor Usual	Absorción de agua	Carga de rotura	Abrasión GL	Abrasión UGL	Resistencia a la helada	Resistencia Química
10*10 a 60*60 cm	>8 mm	2 - 6%	1000 - 2300 N	Variable	-	Si - No	Variable

*Fuente:[20]*

- 3) **Gres porcelánico:** se caracterizan por presentar muy baja absorción de agua , ser no esmaltadas y prensadas en seco; para su fabricación se realiza mediante el proceso de monococcion. Son utilizadas generalmente en el revestimiento de suelos exteriores, suelos interiores, paredes exteriores e interiores de viviendas, centro comerciales e industriales [20].

*Tabla 11. Cualidades del gres porcelánico*

Medidas usuales	Grosor Usual	Absorción de agua	Carga de rotura	Abrasión GL	Abrasión UGL	Resistencia a la helada	Resistencia Química
15*15 a 60*60 cm	>8 mm	<0,1%	2200 - 5200 N	-	110 - 160 mm <sup>3</sup>	Si	Sí

*Fuente:[20]*

- 4) **Baldosín catalán:** se caracterizan por tener una mediana elevada absorción de agua, ser no esmaltadas y extrudida; para su fabricación se realiza mediante el proceso de monococción. Son utilizadas generalmente para el solado de balcones, terrazas de viviendas y centros comerciales [20].

*Tabla 12. Cualidades del baldosín catalán*

Medidas usuales	Grosor Usual	Absorción de agua	Carga de rotura	Abrasión GL	Abrasión UGL	Resistencia a la helada	Resistencia Química
13*13 a 45*45 cm	>10 mm	1,5 - 6%	2200 - 4500 N	-	240 - 400 mm <sup>3</sup>	Si - No	Sí

*Fuente:[20]*

- 5) **Gres rustico:** se caracterizas por presentar una baja absorción de agua, ser no esmaltadas y extrudidas [20].

*Tabla 13. Cualidades del gres rústico*

Medidas usuales	Grosor Usual	Absorción de agua	Carga de rotura	Abrasión GL	Abrasión UGL	Resistencia a la helada	Resistencia Química
11,5*11,5 a 24*40 cm	<8 mm	Gran dispersión	500 - 1800 N	-	700 - 900 mm <sup>3</sup>	No	Variable

*Fuente:[20]*

- 6) **Barro cocido:** se caracterizan principalmente por presentar una elevada absorción de agua y tener un aspecto rustico. Son utilizadas comúnmente para aquellas edificaciones que buscan tener rusticidad en sus revestimientos [20].

*Tabla 14. Cualidades del barro cocido*

Medidas usuales	Grosor Usual	Absorción de agua	Carga de rotura	Abrasión GL	Abrasión UGL	Resistencia a la helada	Resistencia Química
Gran Dispersión	>10 mm	6 - 15%	2300 - 3200 N	Variable	300 - 800 mm <sup>3</sup>	No	Variable

*Fuente:[20]*

### **Bases legales**

#### **NTP 400.012**

[23]Nos especifica los pasos y criterios a seguir para realizar la granulometría de los agregados.

#### **NTP 339.185**

[24]Indica como calcular la humedad de los agregados.

#### **NTP 400.17**

[25]Tiene por objetivo señalar los procedimientos a realizar para calcular el P.U.S Y P.U.C.

#### **NTP 400.021**

[26]Muestra los pasos a seguir para realizar en ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso.

**NTP 400.022**

[27]Muestra los criterios y procedimientos a realizar para calcular el peso específico y absorción del agregado fino.

**NTP 339.035**

[28]Especifica los criterios y procedimientos a realizar para la medición del slump, mediante el cono de Abrams.

**NTP 339.604**

[29]Indica el procedimiento a seguir para logra realizar el ensayo de resistencia a compresión.

**ATMC C944-12**

[30]Tiene por objetivo explicar los procedimientos y criterios a realizar para el ensayo de resistencia abrasión mediante rodillo giratorio.

**Materiales y métodos**

El tipo de investigación con respecto al propósito es tipo aplicada, puesto que ofrece una solución a la problemática existente, la cual sería utilizar los residuos de baldosas cerámicas como adición en la elaboración de adoquines de concreto tipo I.

La investigación con respecto a la metodología empleada es experimental puesto que se operaron las variables mediante ensayos realizados en un laboratorio de materiales.

La investigación con respecto a los datos obtenidos y analizados es tipo cuantitativa, debido a que se consideró las características y propiedades de los materiales presentes en la elaboración de adoquines de concreto. En cuanto al nivel de investigación es descriptiva, en la cual se buscó describir el comportamiento de la resistencia a compresión de los adoquines de concreto tipo I adicionando residuos de baldosas cerámicas en porcentajes del 5 %, 10 % y 15 %. En cuanto al diseño de investigación es experimental, puesto que se realizó una experimentación en un laboratorio, en donde manipularemos la variable independiente residuos de baldosas cerámica en porcentajes del 5%, 10 % y 15 % como adición, sobre la resistencia a compresión de los adoquines de concreto tipo I.

**Población, muestra y muestro****Población**

La población está compuesta por los adoquines de concreto tipo I.

## Muestra

La muestra estará conformada por 48 de adoquines de concreto, donde 36 adoquines serán ensayados a la resistencia a compresión, los otros 12 adoquines serán ensayados a la resistencia a la abrasión.

*Tabla 15. Muestra a ensayar - Resistencia a compresión*

Adición de residuos de baldosas cerámicas	Resistencia a compresión			Suma parcial
	7 días	14 días	28 días	
0%( muestra patrón)	3 unidades	3 unidades	3 unidades	9 unidades
5%	3 unidades	3 unidades	3 unidades	9 unidades
10%	3 unidades	3 unidades	3 unidades	9 unidades
15%	3 unidades	3 unidades	3 unidades	9 unidades
			<b>Total</b>	<b>36 unidades</b>

*Fuente: Propia.*

*Tabla 16. Muestra a ensayar-Resistencia abrasión*

Adición de residuos de baldosas cerámicas	Resistencia abrasión	Suma parcial	
	28 días		
0%( muestra patrón)	3 unidades	3 unidades	
5%	3 unidades	3 unidades	
10%	3 unidades	3 unidades	
15%	3 unidades	3 unidades	
		<b>Total</b>	<b>12 unidades</b>

*Fuente: Propia.*

## Muestreo

Debido a que en esta investigación nuestra muestra es limitada y seleccionada por el investigador teniendo en cuenta la NTP, no será necesario realizar un muestreo. Por ende, tanto como la muestra y muestreo se considerarán no probabilístico por conveniencia, considerando 48 adoquines de concreto patrón y con adición del 5%, 10% y 15 % de residuos de baldosas cerámicas

## Variables e indicadores

**Variable Independiente:** Residuos de baldosas cerámicas.

**Variable Dependiente:** Variación de la resistencia a compresión.

Tabla 17. Operacionalización de variable

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>Variable independiente :</b> Residuos de baldosas cerámicas	Se define como un material sólido que se obtiene de la calcinación de la arcilla a elevadas temperaturas.	Características y propiedades de las baldosas cerámicas	Trituración	Intervalo
			Peso específico	
			Granulometría	
		Componente adicionado al 5%, 10% y 15 % en el diseño de mezcla de concreto $f'c = 290 \text{ kg/cm}^2$	Agregado fino	
			Agregado grueso	
			Cemento	
			Agua	
Adición(Residuos de baldosas cerámicas)				
<b>Variable dependiente :</b> Variación de la resistencia a compresión	Se define como la capacidad de variación de los esfuerzos que soporta una determinada área respecto a los componentes adicionados.	Resistencia a compresion	Resistencia a compresión de los adoquines de concreto $f'c = 290 \text{ kg/cm}^2$ con adición de residuos de baldosas cerámicas al 5% ,10% y 15 %	Intervalo

Fuente: Propia.

## Técnicas e instrumentos de recolección de Datos

### Técnicas

#### Observación directa

Se observaron los valores de las cargas que soportaron los adoquines de concreto en la prensa hidráulica, a la edad de 7, 14 y 28 días.

#### Análisis de documentos

En el transcurso de esta investigación, se revisaron fuentes primarias y secundarias que reflejan la situación problemática de los residuos de baldosa cerámica provenientes del sector construcción, así como también nuevas investigaciones sobre la mejora de resistencia a compresión en adoquines de concreto tipo I.

#### Experimentos

Se manipulo las variables en estudio en los diferentes ensayos propuestos, para analizar la resistencia a compresión en los adoquines de concreto tipo I.

## **Instrumentos**

## **Fuentes y Programas**

### **Fuentes**

Los procedimientos y ensayos propuesto en esta investigación están basados en:

- Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)
- Normas Técnicas Peruanas (NTP)
- Americas Society for Testing and Materials (ASTM)

### **Programas**

Los programas que se emplearon en esta investigación fueron los siguientes:

- Google Chrome
- Microsoft Word
- Microsoft Excel
- Google Earth Pro

### **Ensayos de laboratorio**

- Granulometría
- Peso específico y porcentaje de absorción
- Contenido de Humedad
- Peso unitario suelto y compactado

### **Ensayos al concreto fresco**

- Asentamiento de concreto o slump

### **Ensayos al concreto endurecido**

- Ensayo de compresión
- Ensayo de desgaste por abrasión mediante rodillo giratorio

## Procedimiento

En primer lugar, se realizó la recolección y clasificación de los residuos de las baldosas cerámicas del vertedero del distrito de Pucalá, este distrito se encuentra en un proceso de urbanización y tasa poblacional creciente por lo cual los RCD son directamente proporcionales a estos. El criterio de selección que se utilizó fue considerar cualquier tipo de baldosas cerámicas esmaltadas sin importar la forma en que se encuentre, pero considerando que no tenga rasgo de calcinación alguna. Por ende, se excluyó todo tipo de residuos de baldosas cerámicas que presente quemadura o que este adherido alguna sustancia desconocida.

*Imagen 2. Vertedero de Pucalá*



*Fuente: Propia.*

*Imagen 3. Residuos de baldosas cerámicas*



*Fuente: Propia.*

Las baldosas cerámicas que fueron seleccionadas para la trituración y posterior adición a la mezcla de concreto para la elaboración de adoquines presentaron las siguientes características:

- ✓ Esmaltadas
- ✓ Espesor de 8 mm
- ✓ Humedad de 1.43%
- ✓ Absorción 2.328%

Primero se tuvo que triturar 20 kilos de baldosas cerámicas con un martillo de piedra hasta tener un tamaño entre 4 cm a 6 cm, luego se procedió a meter el material a la máquina de los ángeles por media hora con el fin de obtener una consistencia fina.

Transcurrido el tiempo ya mencionado anteriormente se apagó la maquina y se sacó el material, luego se procedió a pasar por el tamiz 3/8", obteniendo así 13 kilos de material de consistencia fina .

*Imagen 4. Trituración de las baldosas cerámicas*



*Fuente: Propia*

*Imagen 5. Muestra de consistencia fina de baldosas cerámicas*



*Fuente: Propia*

Se realizó la granulometría del agregado fino siguiendo los criterios de la NTP 400.012, los tamices que se utilizaron fueron N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100. Para el agregado grueso los tamices que se emplearon fueron 1/2", 3/8", N° 4, N° 8 y N° 16. En el caso de las baldosas cerámicas para su granulometría se empleó el mismo criterio que el agregado fino.

*Imagen 6. Tamices del agregado fino*



*Fuente: Propia*

*Imagen 7. Tamizado del agregado fino*



*Fuente: Propia*

Posteriormente también se realizó el contenido de humedad de los agregados y de las baldosa cerámica siguiendo los criterios de la NTP 339.185.

*Imagen 8. Ingreso de los agregados al horno*



*Fuente: Propia*

También se llevó a cabo ensayo de peso unitario y compactado de las baldosas cerámicas y agregados , siguiendo la NTP 400.017.

*Imagen 9. Peso del recipiente*



*Fuente: Propia*

*Imagen 10. PUS del Ag.Fino (sin varillar)*



*Fuente: Propia*

*Imagen 11. PUC del Ag.fino (varillado)*



*Fuente: Propia*

*Imagen 12. PUS del agregado grueso ( sin varillar)*



*Fuente: Propia*

*Imagen 13. PUC del Ag.grueso (varillado)*



*Fuente: Propia*

*Imagen 14. Varillado del PUC de las baldosas cerámicas*



*Fuente: Propia*

Siguiendo los criterios de la NTP 400.021 y NTP 400.022 se realizó el ensayo de peso específico y absorción del agregado fino, agregado grueso y baldosas cerámicas.

*Imagen 15. Fiolas + Arena sup.seca*



*Fuente: Propia*

*Imagen 16. Peso de las Baldosas cerámicas en la fiola + agua*



*Fuente: Propia*

Ya habiendo realizado los ensayos de caracterización de los agregados y baldosas cerámicas trituradas, se elaboró el diseño de mezcla para los adoquines de concreto (tipo I), siguiendo los pasos que nos indican en el ACI. Primero se realizó el diseño de mezcla patrón, luego ya teniendo las proporciones de diseño, se procedió a sacar el 5%, 10 % y 15 % en relación con el peso del agregado fino. Los materiales que se utilizaron en el diseño de mezcla fueron los siguientes:

- ✓ Cemento portland tipo I(PACASMAYO)
- ✓ Agregado fino (cantera La Victoria -Pátapo)
- ✓ Confitillo (cantera Tres Tomas -Ferreñafe )
- ✓ Agua
- ✓ Baldosas cerámicas (triturada)

Luego de obtener las proporciones del diseño de mezcla en peso , se procedió a elaborar los 48 adoquines de concreto (patrón y experimental) .Inicialmente se preparó el molde a utilizar (9 unidades) , limpiándolo con agua y engrasándolos , para su posterior utilización. Seguidamente se procedió a colocar los materiales dentro de la mezcla en el trompo, se debe tener en cuenta el siguiente orden a la hora de realizar el mezclado :

- Primero se colocó los agregados (fino y grueso), se deja mezclar por un tiempo adecuado.
- Despues se añade el cemento y se deja mezclar por unos segundo prudentes.
- Por último, se mezclan todos los componentes involucrados, incluido el agua, teniendo en cuenta que la mezcla fuera homogénea.

Ya habiendo realizado lo antes mencionado, se realizó la prueba del slump, el cual nos cumplió. Luego se colocó la mezcla en los moldes de los adoquines y se realizó el compactado en la mesa vibradora por el tiempo de 15 segundos . Enseguida se retiró el molde y se colocó en una tabla de madera de 1m x 1m .Todo este proceso se ejecutó 6 veces para preparar los 48 adoquines

*Imagen 17. Elaboración de la muestra*



*Fuente: Propia.*

*Imagen 18. Adición de las baldosas cerámicas a la mezcla*



*Fuente: Propia*

Luego de haber elaborado los 48 adoquines de concreto, se colocó sobre una superficie regular para su secado. Durante las primeras 24 horas se evitó cuidadosamente su exposición directa al sol y a otros agentes externos que pudieran afectar su calidad. También cabe recalcar que estos adoquines estuvieron expuestos a una temperatura ambiente  $15^{\circ}$  a  $25^{\circ}\text{C}$ , evitando la excesiva evaporación del agua.

*Imagen 19. Proceso del secado*



*Fuente: Propia*

Se pusieron los adoquines en tinas plásticas, llenas con agua en su totalidad, de manera que las muestras estuvieran cubiertas en su totalidad, el tiempo de curado que se consideró fue por 7, 14 y 28 días. Cabe mencionar que el agua empleada fue pura y potable.

*Imagen 20. Curado*



*Fuente: Propia*

Una vez finalizado el proceso de curado, se procedió a ensayar los adoquines patrón y con adición de baldosas cerámicas a la edad de 7, 14 y 28 días, siguiendo los criterios que nos proporciona la NTP 339.04. Los resultados de este ensayo fueron anotados meticulosamente en una ficha de observación.

*Imagen 21. Rotura de adoquines*



*Fuente: Propia.*

Ya habiendo pasado los 28 días del curado, se sacaron los 12 adoquines (patrón y experimental) de las tinas de agua, se dejó secar por un tiempo prudente, luego se pesaron en una balanza electrónica, anotando el peso de cada aduquín en una ficha de observación. Posteriormente luego de haber realizado lo antes mencionado, se realizó el ensayo de resistencia abrasión mediante rodillo giratorio según ASTM C944-12.

*Imagen 22. Resistencia abrasión mediante rodillo giratorio*



*Fuente: Propia*

## Resultados y discusión

### Resultados

#### Granulometría de las muestras de los materiales utilizados.

Tabla 18. Granulometría del Ag.fino

Malla		Peso Ret.	(% Ret.	(% Acum. Ret.	(% Acum. Que Pasa	Especificaciones:	
Pulg.	(mm.)						
1/2"	12.700	0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/8"	9.500	6	0.6	0.6	99.4	100	100
Nº 04	4.750	68	6.9	7.5	92.5	95	100
Nº 08	2.360	132	13.3	20.8	79.2	80	100
Nº 16	1.180	187	18.9	39.7	60.3	50	85
Nº 30	0.600	225	22.8	62.5	37.5	25	60
Nº 50	0.300	151	15.3	77.8	22.2	10	30
Nº 100	0.150	127.0	12.8	90.6	9.4	2	10
Fondo		93	9.4	100.0	0.0		
Módulo de Fineza				2.995			
Abertura de malla de referencia				9.500			

Fuente: Propia

Tabla 19. Granulometría del Ag.grueso

Malla		Peso Ret.	(% Ret.	(% Acum. Ret.	(% Acum. Que Pasa	Gradacion E.070	
Pulg.	(mm.)						
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0		
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
1"	25.00	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
3/4"	19.00	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
1/2"	12.70	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
3/8"	9.52	110.0	9.9	9.9	90.1	85.0	100.0
Nº 04	4.75	713.0	63.9	73.7	26.3	10.0	30.0
Nº 08	2.36	223.0	20.0	93.7	6.3	0.0	10.0
Nº 16	1.19	52.0	4.7	98.4	1.6	0.0	5.0
Fondo		18.0	1.6	100.0	0.0		
Tamaño Maximo			1"	38.00			
Tamaño Maximo Nominal			3/4"	25.00			

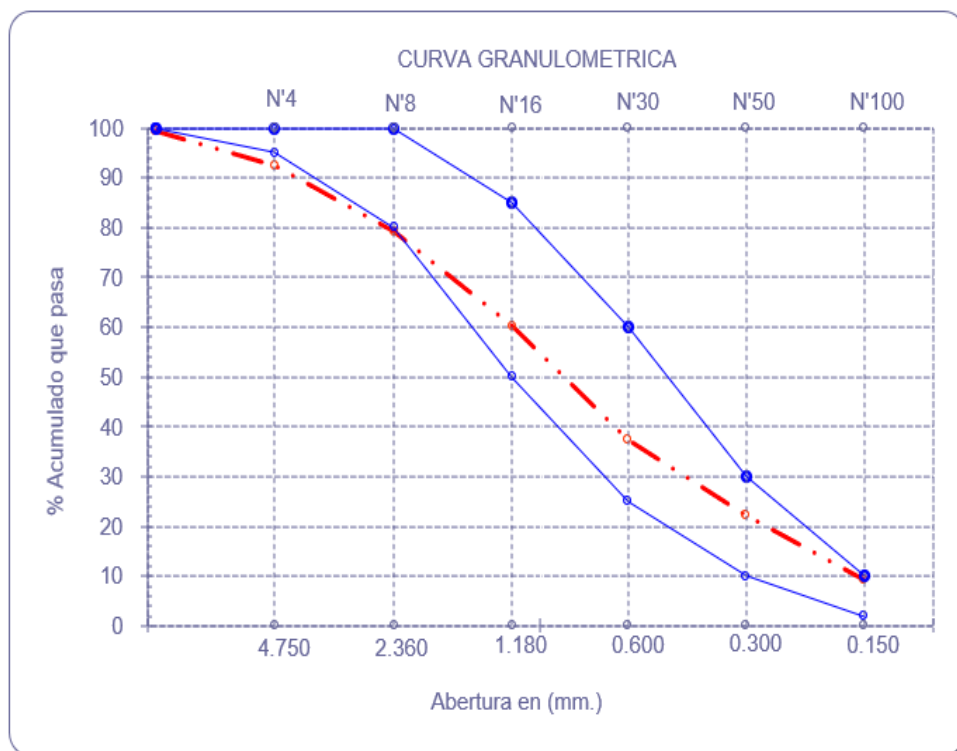
Fuente: Propia

Tabla 20, Granulometría de las Baldosas cerámicas

Malla		Peso Ret.	(% Ret.)	(% Acum. Ret.)	(% Acum. Que Pasa)	Especificaciones:	
Pulg.	(mm.)						
1/2"	12.700	0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/8"	9.500	0	0.0	0.0	100.0	100	100
Nº 04	4.750	138.11	14.0	14.0	86.0	95	100
Nº 08	2.360	240.42	24.4	38.4	61.6	80	100
Nº 16	1.180	199.87	20.3	58.7	41.3	50	85
Nº 30	0.600	133.94	13.6	72.3	27.7	25	60
Nº 50	0.300	60.11	6.1	78.3	21.7	10	30
Nº 100	0.150	121.4	12.3	90.7	9.3	2	10
Fondo		92.11	9.3	100.0	0.0		
Módulo de Fineza				3.523			
Abertura de malla de referencia				9.500			

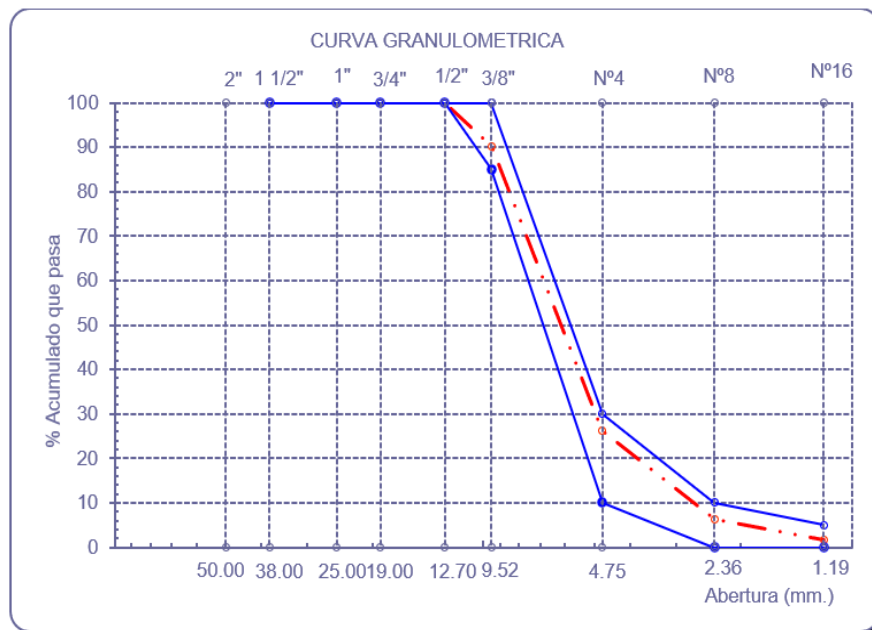
Fuente: Propia

Gráfica 1. Cumplimiento de la curva granulométrica del Ag.fino



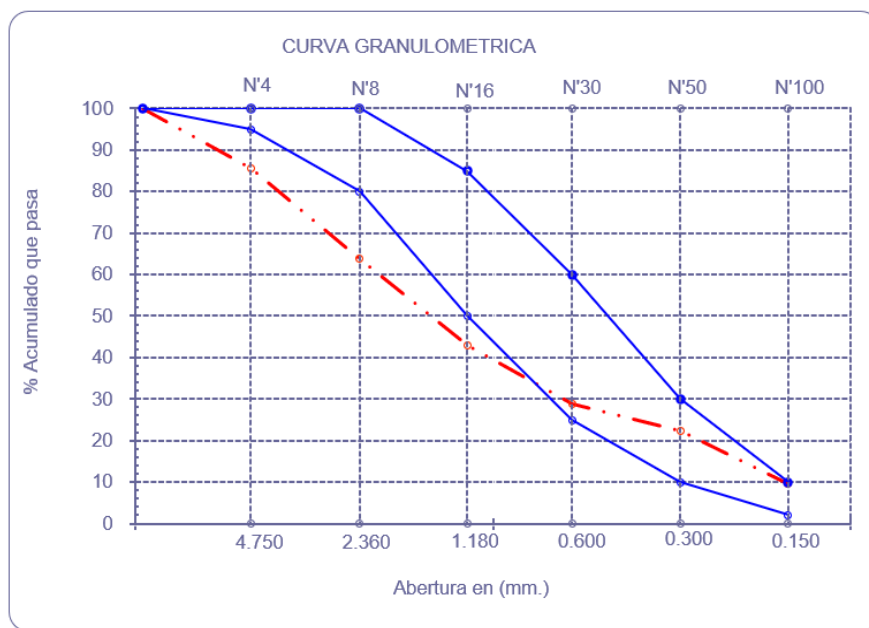
Fuente: Propia

Gráfica 2. Cumplimiento de la curva granulométrica del Ag. Grueso



Fuente: Propia.

Gráfica 3. Cumplimiento de la curva granulométrica de las baldosas cerámicas



Fuente: Propia.

Las curvas granulométricas de nuestras muestras de agregado fino y agregado grueso, cumple con las condiciones que nos exige las NTP.400.037. En lo que concierne al módulo de fineza de la muestra del agregado fino es de 2.995 y de las baldosas cerámicas es de 3.523; el TMN del agregado grueso es de 3/4".

## Contenido de Humedad

Tabla 21. %H. Ag. Fino

Peso muestra húmeda (1) +tara (gr.)	Peso muestra seca (2) +tara (gr.)	C. de Humedad (%)	C. de Humedad Promedio (%)
1000	989	1.11	1.11
1000	989	1.11	

Fuente: Propia.

Tabla 22. %H. Ag. Grueso

Peso muestra húmeda (1) +tara (gr.)	Peso muestra seca (2) +tara (gr.)	Contenido de Humedad (%)	C. de Humedad Promedio (%)
1120.9	1112.9	0.44	0.44
1116	1116	0.44	

Fuente: Propia.

Tabla 23. %H. Baldosas cerámicas

Peso muestra húmeda(1) +tara (gr.)	Peso muestra seca(2) +tara (gr.)	Contenido de Humedad (%)	C. de Humedad Promedio (%)
1000 gr	985.91 gr	1.43	1.43
1000 gr	985.91 gr	1.4	

Fuente: Propia

Se logró obtener una humedad del Ag. Fino de 1.11%, Ag. Grueso de 0.44% y Baldosas cerámicas de 1.43%.

## Peso Unitario Suelto

Tabla 24. PUS del Ag. Fino

Lecturas	Peso muestra suelta + recipiente+ tara (gr.)	Constante o Volumen (m3)	P.U.S.H(kg/m3)	P.U.Suelto Seco Promedio (kg/m3)
1	22600	0.01463	1545	1524.00
2	22500	0.01463	1538	

Fuente: Propia

Tabla 25. PUS del Ag.grueso

Lecturas	Peso muestra suelta + recipiente+ tara (gr.)	Constante o Volumen (m3)	P.U.S.H(kg/m3 )	P.U.Suelto Seco Promedio (kg/m3)
1	19500	0.01463	1333	1317
2	19200	0.01463	1312	

Fuente: Propia

Tabla 26. PUS de las Baldosas cerámicas

Lecturas	Peso muestra suelta + recipiente+ tara (gr.)	Constante o Volumen (m3)	P.U.S.H(kg/m3 )	P.U. Suelto Seco Promedio (kg/m3)
1	5800	0.00394	1472	1388
2	5700	0.00394	1446	

Fuente: Propia

Se obtuvo un PUS de 1317 kg/m<sup>3</sup> en nuestra muestra de agregado grueso, 1524 kg/m<sup>3</sup> en nuestra muestra de agregado fino y 1388 kg/m<sup>3</sup> en nuestra muestra de baldosas cerámicas.

### Peso Unitario Compactado

Tabla 27. PUC del Ag.Fino

Lecturas	Peso muestra suelta + recipiente+ tara (gr.)	Constante o Volumen (m3)	P.U.Compactado Húmedo(kg/m3)	P.U.Compactado Seco Promedio (kg/m3)
1	23700	0.01463	1620	1599
2	23600	0.01463	1613	

Fuente: Propia

Tabla 28. PUC del Ag.Grueso

Lecturas	Peso muestra suelta + recipiente+ tara (gr.)	Constante o Volumen (m3)	P.U.Compactado Húmedo(kg/m3 )	P.U.Compactado Seco Promedio (kg/m3)
1	20100	0.01463	1374	1371
2	20200	0.01463	1381	

Fuente: Propia

Tabla 29. PUC de las Baldosas cerámicas

Lecturas	Peso muestra suelta + recipiente+ tara (gr.)	Constante o Volumen (m3)	P.U.Compactado Húmedo(kg/m3 )	P.U.Compactado Seco Promedio (kg/m3)
1	6400	0.00394	1624	1544
2	6400	0.00394	1624	

*Fuente: Propia*

El PUC de nuestra muestra de agregado fino es de 1599 kg/m<sup>3</sup>, agregado grueso es de 1371 kg/m<sup>3</sup> y de baldosas cerámicas es de 1544 kg/m<sup>3</sup>.

### Peso Específico y % de Absorción

Tabla 30. P.E y % Absor. del Ag.Fino

DATOS		M1	M2
1.- Peso de la arena superficialmente seca + peso del frasco + peso del agua	(gr)	974.0	1017.6
2.- Peso de la arena superficialmente seca + peso del frasco	(gr)	670.13	713.37
3.- Peso del agua	(gr)	303.90	304.21
4.- Peso de la arena secada al horno + peso del frasco	(gr)	664.81	708.48
5.- Peso del frasco	(gr)	170.13	213.37
6.- Peso de la arena secada al horno	(gr)	495	495
7.- Volumen del frasco	(cm <sup>3</sup> )	500.0	500.0

RESULTADOS		M1	M2	Promedio
1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.523	2.529	2.526
2.- PESO ESPECIFICO DE MASA S. S.S	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.550	2.554	2.552
3.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.593	2.594	2.593
4.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	1.08	0.99	1.03

*Fuente: Propia*

Tabla 31. P.E y % Absor. del Ag.Grueso

DATOS		M1	M2
1.- Peso de la muestra secada al horno	(gr.)	1037.0	1040.0
2.- Peso de la muestra superficialmente seca	(gr.)	1050.00	1050.00
3.- Peso de la muestra dentro del agua + peso de la canastilla	(gr.)	1697.00	1697.00
4.- Masa de la canastilla	(gr.)	1044.00	1044.00
5.- Masa de la muestra saturada dentro del agua	(gr.)	653.00	653.00

RESULTADOS		M1	M2	Promedio
1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(kg/m <sup>3</sup> )	2612.000	2620.000	<b>2616.000</b>
2.- PESO ESPECIFICO DE MASA S.S. S	(kg/m <sup>3</sup> )	2645.000	2645.000	<b>2645.000</b>
3.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(kg/m <sup>3</sup> )	2701.000	2687.000	<b>2694.000</b>
4.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	<b>1.25</b>	<b>0.96</b>	<b>1.11</b>

*Fuente: Propia*

*Tabla 32. P.E y % Absor. de las Baldosas cerámicas*

DATOS		M1	M2
1.- Peso de la arena superficialmente seca + peso del frasco + peso del agua	(gr.)	<b>973.5</b>	<b>1012.2</b>
2.- Peso de la arena superficialmente seca + peso del frasco	(gr.)	670.37	713.63
3.- Peso del agua	(gr.)	303.13	298.57
4.- Peso de la arena secada al horno + peso del frasco	(gr.)	659.67	701.63
5.- Peso del frasco	(gr.)	<b>170.37</b>	<b>213.63</b>
6.- Peso de la arena secada al horno	(gr.)	489	488
7.- Volumen del frasco	(cm <sup>3</sup> )	500.0	500.0

RESULTADOS		M1	M2	Promedio
1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(kg/m <sup>3</sup> )	2.485	2.423	<b>2.454</b>
2.- PESO ESPECIFICO DE MASA S.S.S	(kg/cm <sup>3</sup> )	2.540	2.482	<b>2.511</b>
3.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(kg/m <sup>3</sup> )	2.628	2.576	<b>2.602</b>
4.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	<b>2.19</b>	<b>2.46</b>	<b>2.32</b>

*Fuente: Propia*

En nuestra muestra de Ag .Fino se obtuvo un peso específico de 2526 kg/cm<sup>3</sup> , Ag .grueso de 2616 kg/cm<sup>3</sup> y Baldosas cerámicas de 2454 kg/cm<sup>3</sup>.

En lo que concierne al % de absorción en nuestra muestra de Ag.fino es de 1.03%, Ag.grueso es de 1.11% y de baldosas cerámicas de 2.32%.

### **Ensayo de resistencia a compresión**

Para cada nivel de porcentaje de adición de baldosas cerámicas , se llevaron a cabo pruebas de resistencia a compresión del concreto a los 7, 14, 21 y 28 días , en lo cual se tienen los posteriores resultados:

Tabla 33.  $F'_c$ , a los 7 días (muestra patrón y experimental)

RESISTENCIA A COMPRESION DE ADOQUINES DE CONCRETO TIPO I ( $F'_c= 290 \text{ kg/cm}^2$ ) A LOS 7 DIAS									
Patrón (0% baldosa cerámica)	Código	Longitud(cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Area(cm <sup>2</sup> )	Carga(kn)	Carga(kg)	Resistencia Compresion( kg/cm <sup>2</sup> )	R.Compresión Promedio(kg/cm <sup>2</sup> )
	A1	20	10	4	200	545.24	55598.995	277.99	277.78
	A2	20	10	4	200	522.2	53249.570	266.25	
	A3	20	10	4	200	567.02	57819.937	289.10	
Adición 5% baldosa cerámica	B1	20	10	4	200	558.71	56972.553	284.86	277.10
	B2	20	10	4	200	539.52	55015.718	275.08	
	B3	20	10	4	200	532.24	54273.365	271.37	
Adición 10% baldosa cerámica	C1	20	10	4	200	517.5	52770.303	263.85	273.49
	C2	20	10	4	200	543.2	55390.973	276.95	
	C3	20	10	4	200	548.5	55931.423	279.66	
Adición 15% baldosa cerámica	D1	20	10	4	200	523.58	53390.291	266.95	271.60
	D2	20	10	4	200	536.93	54751.611	273.76	
	D3	20	10	4	200	537.6	54819.932	274.10	

Fuente: Propia

Tabla 34.  $F'_c$ , a los 14 días

RESISTENCIA A COMPRESION DE ADOQUINES DE CONCRETO TIPO I ( $F'_c= 290 \text{ kg/cm}^2$ ) A LOS 14 DIAS									
Patrón (0% baldosa cerámica)	Código	Longitud(cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Area(cm <sup>2</sup> )	Carga(kn)	Carga(kg)	Resistencia Compresion( kg/cm <sup>2</sup> )	R.Compresión Promedio(kg/cm <sup>2</sup> )
	A1	20	10	4	200	616.36	62851.216	314.26	307.19
	A2	20	10	4	200	613.77	62587.109	312.94	
	A3	20	10	4	200	577.35	58873.304	294.37	
Adición 5% baldosa cerámica	B1	20	10	4	200	627	63936.194	319.68	314.85
	B2	20	10	4	200	623.72	63601.727	318.01	
	B3	20	10	4	200	601.84	61370.588	306.85	
Adición 10% baldosa cerámica	C1	20	10	4	200	572.66	58395.057	291.98	298.12
	C2	20	10	4	200	587.49	59907.296	299.54	
	C3	20	10	4	200	594.01	60572.150	302.86	
Adición 15% baldosa cerámica	D1	20	10	4	200	533.47	54398.790	271.99	280.00
	D2	20	10	4	200	559.85	57088.801	285.44	
	D3	20	10	4	200	554.2	56512.661	282.56	

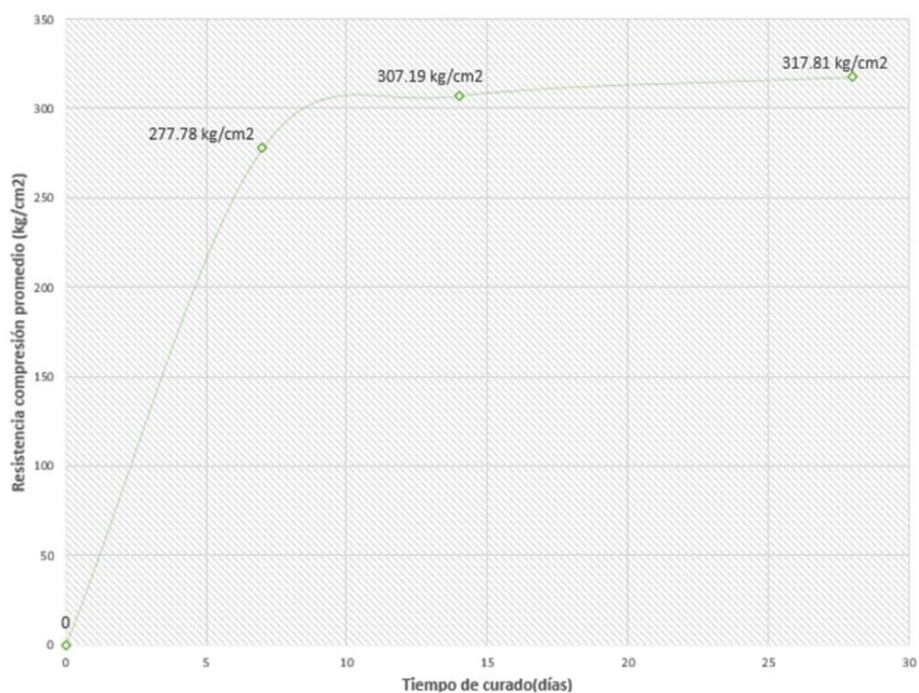
Fuente: Propia

Tabla 35.  $F'_c$ , a los 28 días

RESISTENCIA A COMPRESION DE ADOQUINES DE CONCRETO TIPO I ( $F'_c= 290 \text{ kg/cm}^2$ ) A LOS 28 DIAS									
Patrón (0% baldosa cerámica)	Código	Longitud(cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Area(cm <sup>2</sup> )	Carga(kn)	Carga(kg)	Resistencia Compresion( kg/cm <sup>2</sup> )	R.Compresión Promedio(kg/cm <sup>2</sup> )
	A1	20	10	4	200	629.1	64150.334	320.75	317.81
	A2	20	10	4	200	618.45	63064.336	315.32	
	A3	20	10	4	200	622.45	63472.223	317.36	
Adición 5% baldosa cerámica	B1	20	10	4	200	632.56	64503.156	322.52	321.14
	B2	20	10	4	200	628.8	64119.742	320.60	
	B3	20	10	4	200	628.2	64058.559	320.29	
Adición 10% baldosa cerámica	C1	20	10	4	200	589.95	60158.146	300.79	302.48
	C2	20	10	4	200	594.36	60607.840	303.04	
	C3	20	10	4	200	595.5	60724.088	303.62	
Adición 15% baldosa cerámica	D1	20	10	4	200	545.84	55660.178	278.30	284.83
	D2	20	10	4	200	564.38	57550.732	287.75	
	D3	20	10	4	200	565.72	57687.374	288.44	

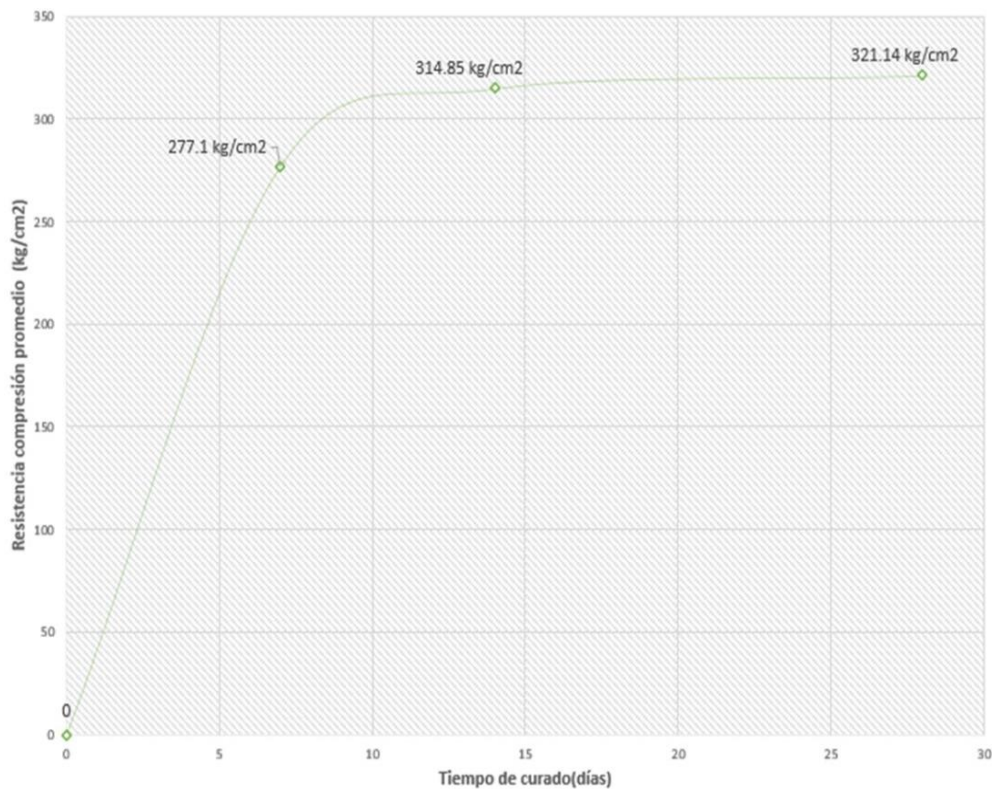
Fuente: Propia

Gráfica 4. Resistencia compresión promedio vs tiempo de curado de los adoquines patrón



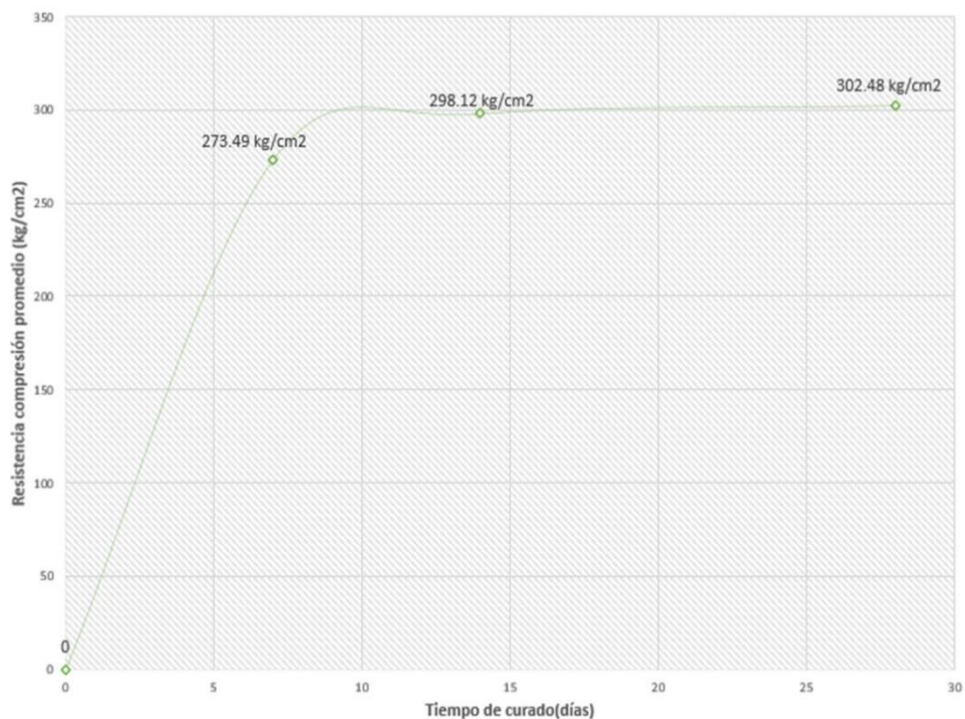
Fuente: Propia

Gráfica 5. Resistencia compresión promedio vs tiempo de curado de los adoquines con adición de 5% de baldosas cerámicas



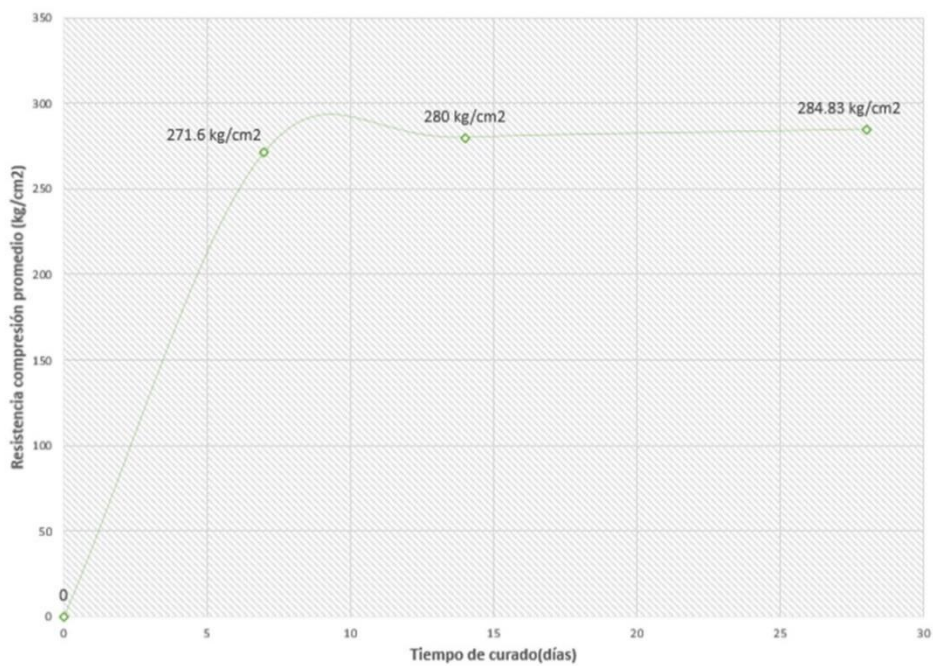
Fuente: Propia

Gráfica 6. Resistencia compresión promedio vs tiempo de curado de los adoquines con adición de 10% baldosas cerámicas



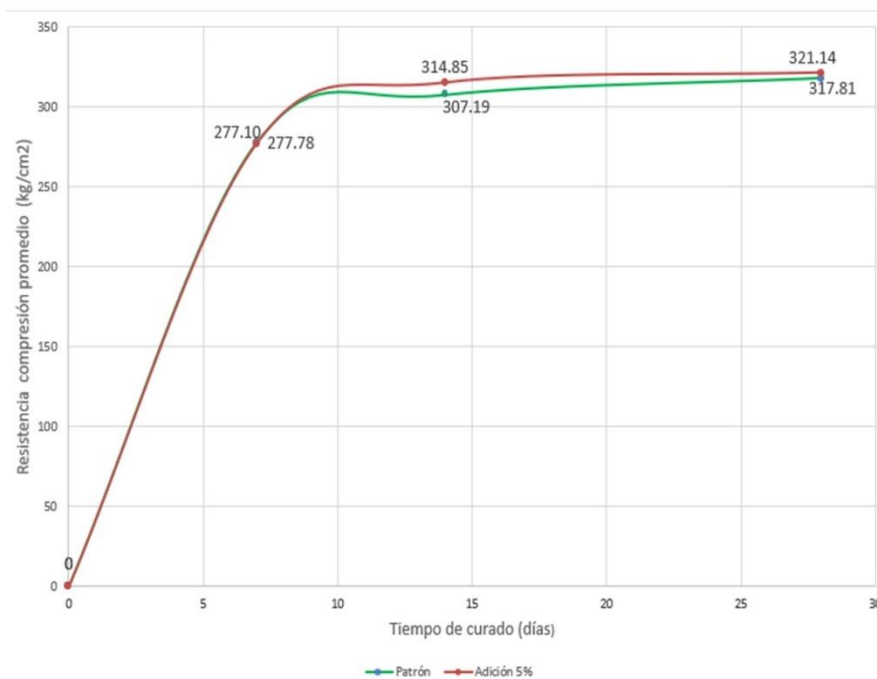
Fuente: Propia

Gráfica 7. Resistencia compresión promedio vs tiempo de curado de los adoquines con adición de 15% baldosas cerámicas



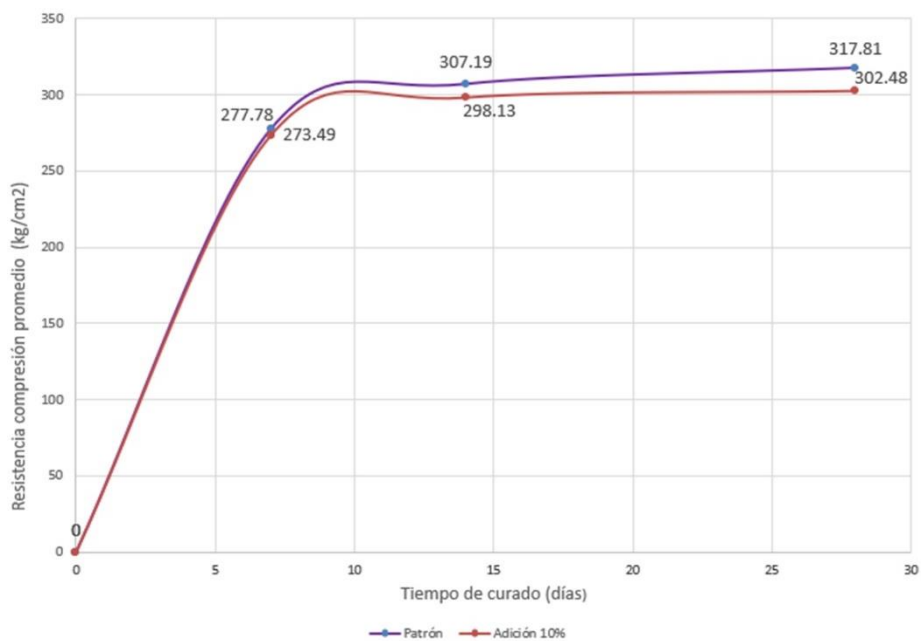
Fuente: Propia

Gráfica 8. Resistencia compresión promedio vs tiempo de curado de los adoquines patrón y adición del 5% baldosas cerámicas



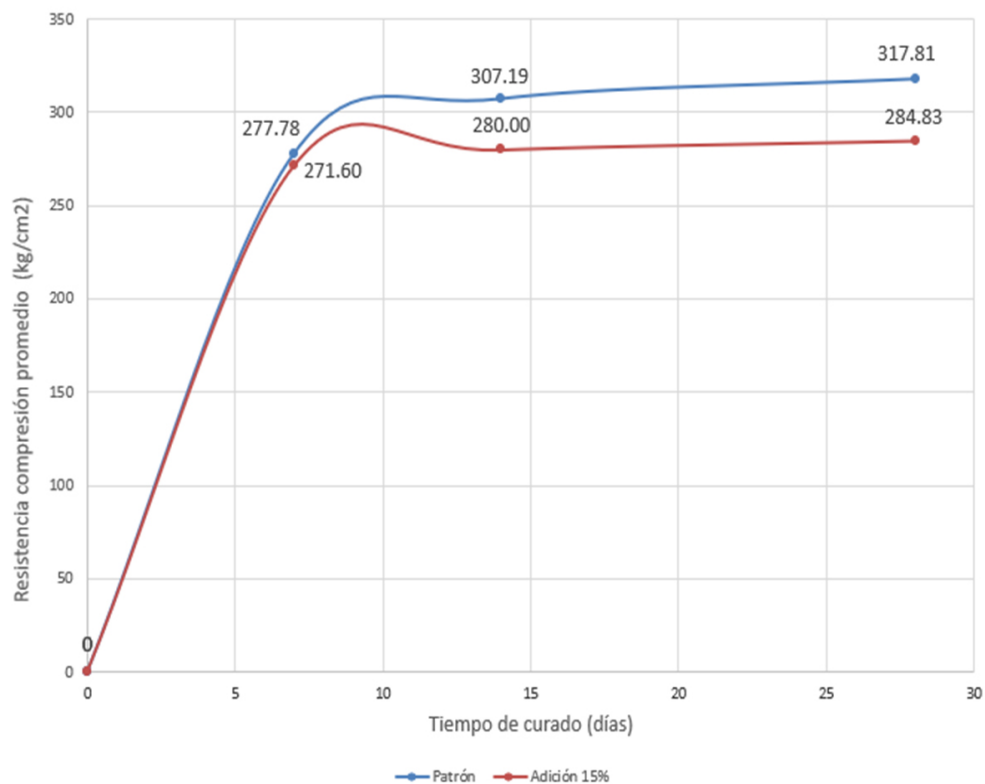
Fuente: Propia

Gráfica 9. Resistencia compresión promedio vs tiempo de curado de los adoquines patrón y adición 10% baldosas cerámicas



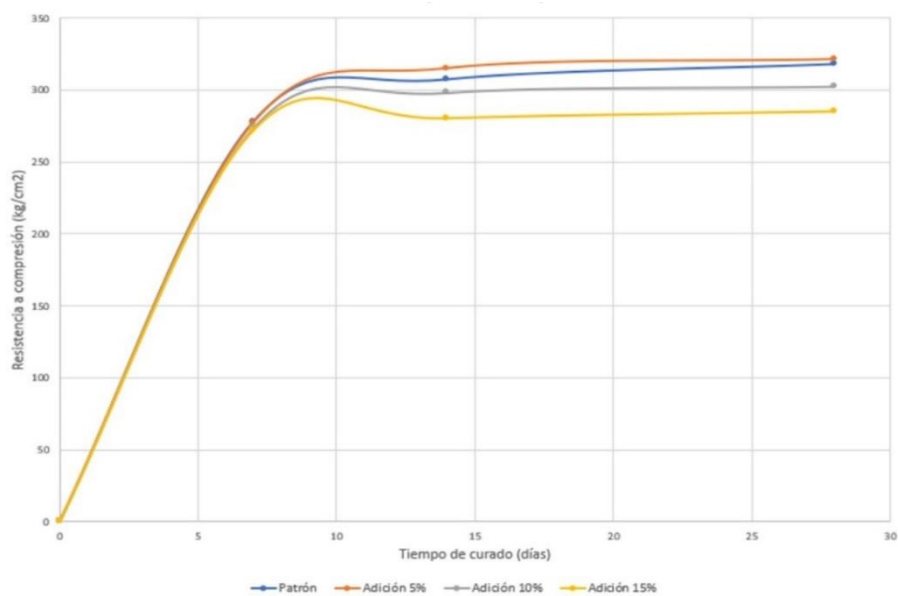
Fuente: Propia

Gráfica 10. Resistencia a compresión promedio vs tiempo de curado de los adoquines patrón y adición 15% baldosas cerámicas



Fuente: Propia

Gráfica 11. Resistencia compresión promedio vs tiempo de curado de los adoquines patrón y con adición 5%,10% y 15% baldosas cerámicas



Fuente: Propia

A los 7 días, los resultados de resistencia a compresión promedio en los adoquines patrón y con adiciones (5%,10% y 15%) fueron bastantes similares, las cuales fueron :277.78 kg/cm<sup>2</sup>,277.1 kg/cm<sup>2</sup>, 273.49 kg/cm<sup>2</sup> y 271.6 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente según la tabla 33.

A los 14 días los adoquines patrón y con adición de 5%,10% de baldosas cerámicas según la tabla 34 , superan la resistencia establecida en la NTP 399.611, que es 290 kg/cm<sup>2</sup>.Por otro lado con adición del 15 %.

A los 28 días según la tabla 35 y figura 11, los adoquines con adición 5% superan la resistencia a compresión promedio establecido por la NTP 399 .611 , el cual es 320 kg/cm<sup>2</sup>.Por otra parte , las muestras con adiciones de 10% y 15% no cumplen con esta resistencia. Cabe recalcar que los adoquines con adición del 5%y 10% cumplen con resistencia a compresión individual según las gráficas 8 y gráfica 9 .

Los adoquines con adición del 15% de baldosas cerámicas no cumplen con la resistencia a compresión individual , los cuales sus valores fueron de 278.30 kg/cm<sup>2</sup> ,287.75 y 288.44 kg/cm<sup>2</sup>.

Los adoquines patrones elaborados , cumplen con la resistencia a compresión individual a los 28 días establecido por la NTP 399.611, obteniendo valores de 320.75 kg/cm<sup>2</sup>, 315.32 kg/cm<sup>2</sup> y 317.36 kg/cm<sup>2</sup>.

## Ensayo de resistencia abrasión por rodillo giratorio

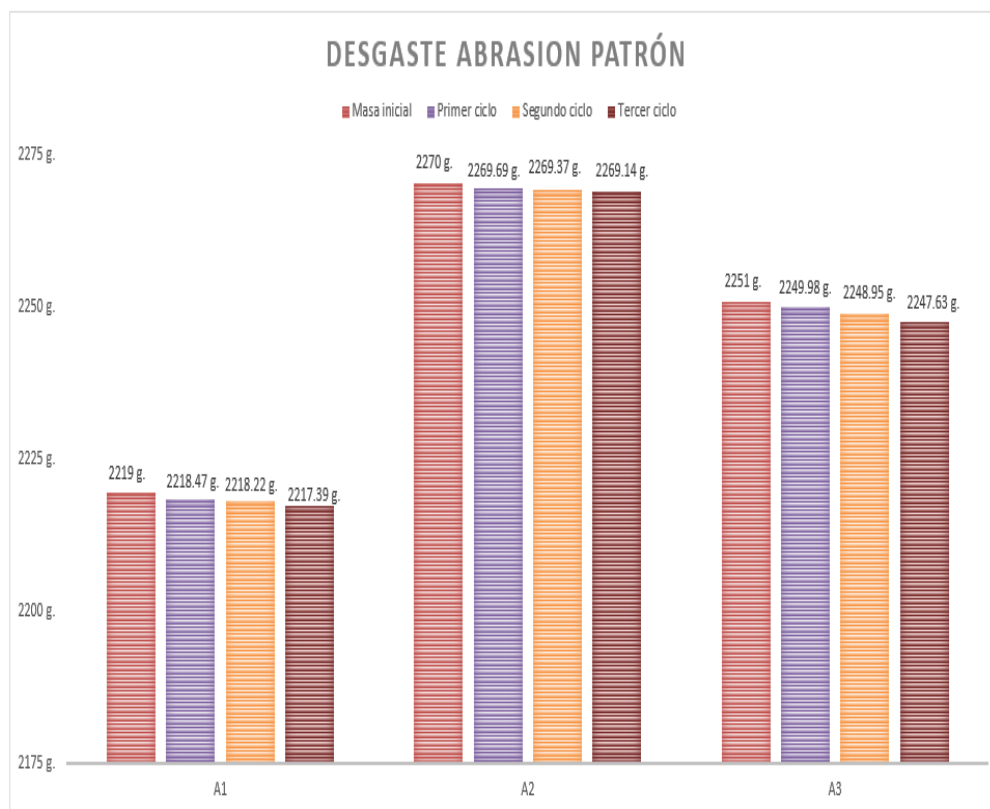
### Resistencia abrasión adición 0% baldosas cerámicas

*Tabla 36. Desgaste en los adoquines con 0% de baldosas cerámicas*

ADICION	MUESTRA	MASA DE MUESTRA (g)				DESGASTE (%)	PROMEDIO (%)
		Masa inicial	Primer ciclo	Segundo ciclo	Tercer ciclo		
0% BALDOSA CERAMICA	A1	2219 g.	2218.47 g.	2218.22 g.	2217.39 g.	0.09	0.10
	A2	2270 g.	2269.69 g.	2269.37 g.	2269.14 g.	0.06	
	A3	2251 g.	2249.98 g.	2248.95 g.	2247.63 g.	0.15	

*Fuente: Propia*

Gráfica 12. Desgaste por abrasión patrón



*Fuente: Propia*

La resistencia abrasión promedio en los adoquines patrón fue de 0.1% de desgaste .

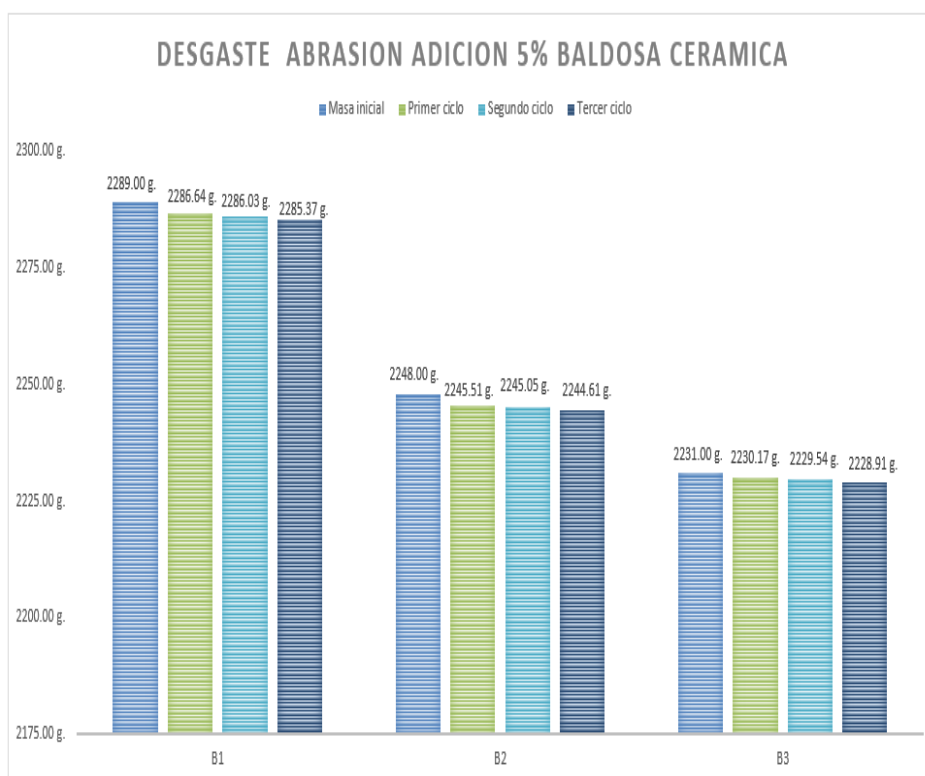
### Resistencia abrasión adición 5% baldosas cerámicas

*Tabla 37. Desgaste en los adoquines con 5% de baldosas cerámicas*

ADICION	MUESTRA	MASA DE MUESTRA (g)				DESGASTE (%)	PROMEDIO (%)
		Masa inicial	Primer ciclo	Segundo ciclo	Tercer ciclo		
5% BALDOSA CERAMICA	B1	2289.00 g.	2286.64 g.	2286.03 g.	2285.37 g.	0.16	0.13
	B2	2248.00 g.	2245.51 g.	2245.05 g.	2244.61 g.	0.15	
	B3	2231.00 g.	2230.17 g.	2229.54 g.	2228.91 g.	0.09	

*Fuente: Propia*

Gráfica 13. Desgaste por abrasión 5% baldosas cerámicas



Fuente: Propia

La resistencia a la abrasión promedio con la adición del 5% de baldosas cerámicas obtenida al desgaste es de 0.13%.

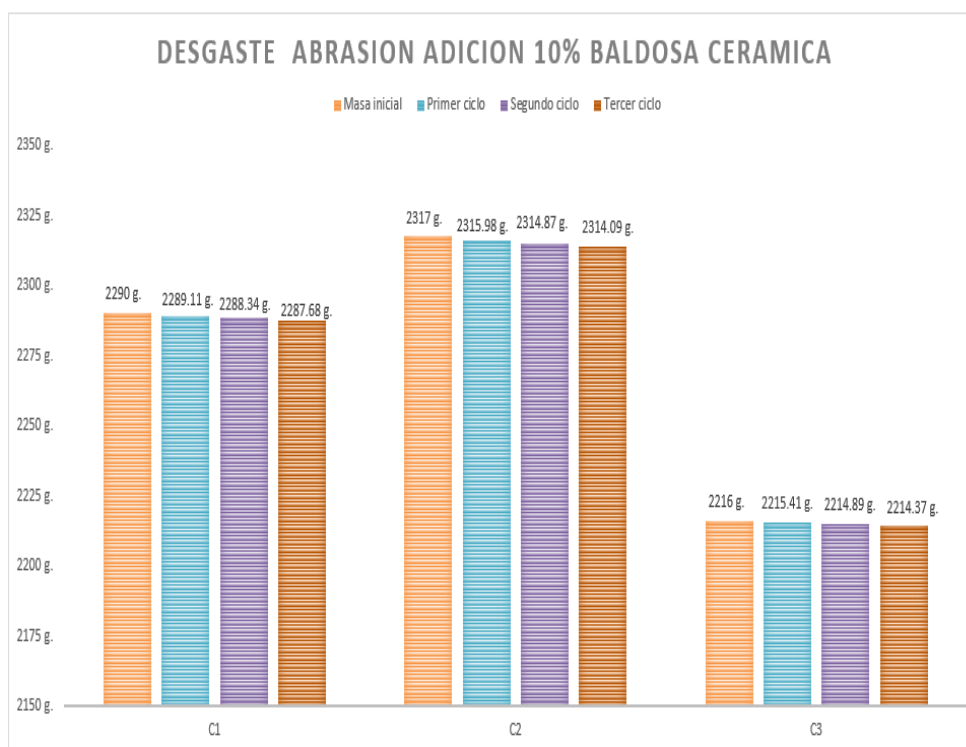
### Resistencia a la abrasión con la adición del 10% de baldosas cerámicas

Tabla 38. Desgaste en los adoquines con 10% de baldosas cerámicas

ADICION	MUESTRA	MASA DE MUESTRA (g)				DESGASTE (%)	PROMEDIO (%)
		Masa inicial	Primer ciclo	Segundo ciclo	Tercer ciclo		
10% BALDOSA CERAMICA	C1	2290 g.	2289.11 g.	2288.34 g.	2287.68 g.	0.12	0.12
	C2	2317 g.	2315.98 g.	2314.87 g.	2314.09 g.	0.14	
	C3	2216 g.	2215.41 g.	2214.89 g.	2214.37 g.	0.08	

Fuente: Propia

Gráfica 14. Desgaste por abrasión 10% baldosas cerámicas



*Fuente: Propia*

La resistencia a la abrasión promedio con la adición del 10% de baldosas cerámicas obtenida al desgaste es de 0.12%.

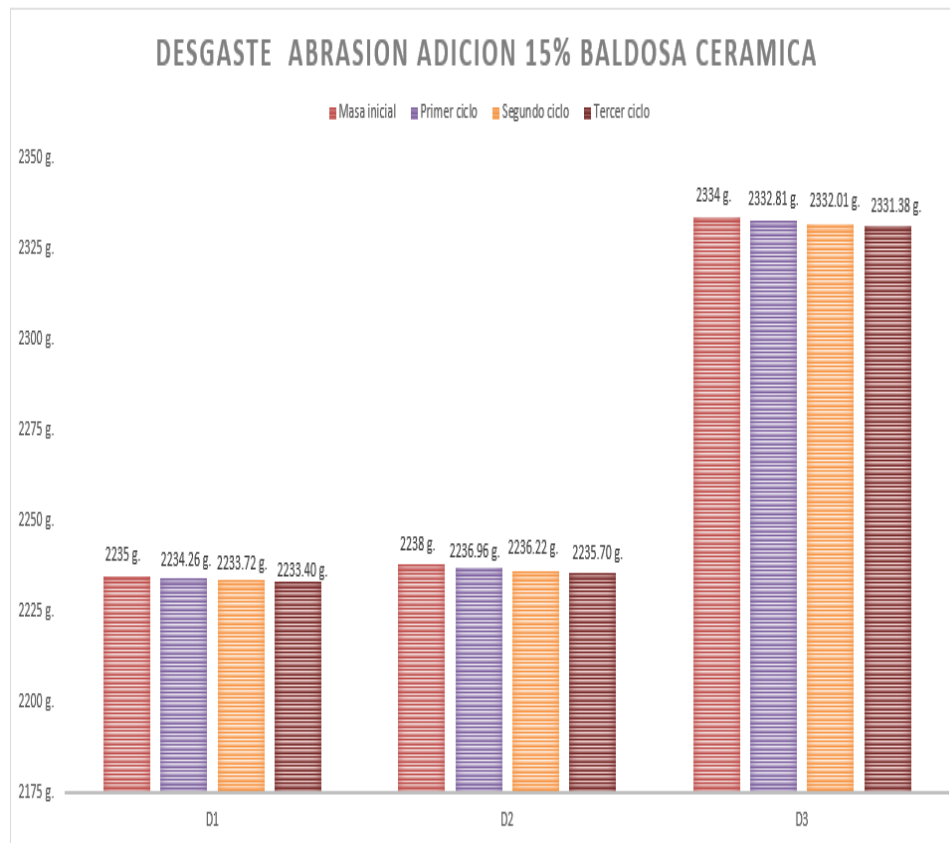
#### Resistencia a la abrasión con la adición del 15% de baldosas cerámicas

*Tabla 39. Desgaste en los adoquines con 15% de baldosas cerámicas*

ADICION	MUESTRA	MASA DE MUESTRA (g)				DESGASTE (%)	PROMEDIO (%)
		Masa inicial	Primer ciclo	Segundo ciclo	Tercer ciclo		
15% BALDOSA CERAMICA	D1	2235 g.	2234.26 g.	2233.72 g.	2233.40 g.	0.07	0.09
	D2	2238 g.	2236.96 g.	2236.22 g.	2235.70 g.	0.10	
	D3	2334 g.	2332.81 g.	2332.01 g.	2331.38 g.	0.11	

*Fuente: Propia*

*Gráfica 15. Desgaste por abrasión 15% baldosas cerámicas*



*Fuente: Propia*

La resistencia a la abrasión promedio con la adición del 15% de baldosas cerámicas obtenida al desgaste es de 0.09%.

### Precios Unitarios del Adoquín patrón y con adiciones de 5%,10% y 15% de baldosas cerámicas

Se realizó un análisis económico por millar de los adoquines patrón y con adiciones de baldosas cerámicas (5%,10% y 15%) , en base a las actividades que ya se han tratado previamente , las cuadrillas utilizadas se tomaron de CAPECO.

Tabla 40, Precio unitario de adoquines patrón

APU ADOQUIN DE CONCRETO PATRÓN					
ml/Día	0.8	EQ.	0.8	Costo unitario directo por millar	999.950
<b>1.Mano de obra</b>					
Descripcion del recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial
Peon	hh	2	20	17	340
<b>Subtotal</b>					340
<b>2.Materiales</b>					
Descripcion del recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial
Confitillo	m3	.....	0.339	60	20.324
Arena Gruesa	m3	.....	0.451	55	24.812
Cemento Pacasmayo Tipo I	bol	.....	10.444	23	240.206
Agua	m3	.....	0.205	6.115	1.256
<b>Sub total</b>					286.598
<b>3.Equipos</b>					
Descripcion del recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial
Mezcladora de concreto	hh	0.5	6.667	28	186.676
Mesa vibratoria	hh	0.5	6.667	28	186.676
<b>Subtotal</b>					373.352

Fuente: Propia

Tabla 41. Precio unitario de adoquines con adición 5% baldosas cerámicas

APU ADOQUIN DE CONCRETO CON ADICIÓN 5% BALDOSA CERÁMICA TRITURADA					
ml/Día	0.8	EQ.	0.8	Costo unitario directo por millar	1000.370
<b>1.Mano de obra</b>					
Descripcion del recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial
Peon	hh	2	20	17	340
<b>Subtotal</b>					340
<b>2.Materiales</b>					
Descripcion del recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial
Confitillo	m3	.....	0.339	60	20.324
Arena Gruesa	m3	.....	0.451	55	24.812
Cemento Pacasmayo Tipo I	bol	.....	10.444	23	240.206
Agua	m3	.....	0.205	6.115	1.256
Baldosas cerámicas trituradas	m3	.....	0.014	30.000	0.421
<b>Sub total</b>					287.018
<b>3.Equipos</b>					
Descripcion del recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial
Mezcladora de concreto	hh	0.5	6.667	28	186.676
Mesa vibratoria	hh	0.5	6.667	28	186.676
<b>Subtotal</b>					373.352

Fuente: Propia

Tabla 42. Precio unitario adoquines con adición 10% baldosas cerámicas

APU ADOQUIN DE CONCRETO CON ADICIÓN 10% BALDOSA CERÁMICA TRITURADA					
ml/Día	0.8	EQ.	0.8	Costo unitario directo por millar	1001.001
<b>1.Mano de obra</b>					
Descripcion del recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial
Peon	hh	2	20	17	340
<b>Subtotal</b>					340
<b>2.Materiales</b>					
Descripcion del recurso	Unidad	Cuadrilla	cantidad	Precio S/.	Parcial
Confitillo	m3	.....	0.339	60	20.324
Arena Gruesa	m3	.....	0.451	55	24.812
Cemento Pacasmayo Tipo I	bol	.....	10.444	23	240.206
Agua	m3	.....	0.205	6.115	1.256
Baldosas cerámicas trituradas	m3	.....	0.035	30.000	1.051
<b>Sub total</b>					287.649
<b>3.Equipos</b>					
Descripcion del recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial
Mezcladora de concreto	hh	0.5	6.667	28	186.676
Mesa vibratoria	hh	0.5	6.667	28	186.676
<b>Subtotal</b>					373.352

Fuente: Propia

Tabla 43. Precio unitarios adoquines con adición 15% baldosas cerámicas

APU ADOQUIN DE CONCRETO CON ADICIÓN 15% BALDOSA CERÁMICA TRITURADA					
ml/Día	0.8	EQ.	0.8	Costo unitario directo por millar	1001.527
<b>1.Mano de obra</b>					
Descripcion del recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial
Peon	hh	2	20	17	340
<b>Subtotal</b>					340
<b>2.Materiales</b>					
Descripcion del recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial
Confitillo	m3	.....	0.339	60	20.324
Arena Gruesa	m3	.....	0.451	55	24.812
Cemento Pacasmayo Tipo I	bol	.....	10.444	23	240.206
Agua	m3	.....	0.205	6.115	1.256
Baldosas cerámicas trituradas	m3	.....	0.053	30.000	1.577
<b>Sub total</b>					288.175
<b>3.Equipos</b>					
Descripcion del recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial
Mezcladora de concreto	hh	0.5	6.667	28	186.676
Mesa vibratoria	hh	0.5	6.667	28	186.676
<b>Subtotal</b>					373.352

Fuente: Propia

El precio obtenido de los adoquines patrón y con adición de 5%,10% y 15% de baldosas cerámicas fue de : S/.999.50 , S/.100.370, S/.1001.01 y S/.10001.527 respectivamente.

## Discusión

### Ensayos de los materiales utilizados en la elaboración de los adoquines

Con respecto a las características de nuestras muestras de agregado fino y grueso coinciden con [16], esto se debe a que estos han sido extraídos de la misma cantera la cual es la Victoria Tres Tomas, los resultados difieren en la humedad esto se debe al proceso de extraer el material y el depósito de éste.

*Tabla 44. Contraste de características de los agregados con la investigación [16]*

Caracterización	Agregado fino		Agregado grueso	
	Datos obtenidos propios	Datos obtenidos de la investigación [16]	Datos obtenidos propios	Datos obtenidos de la investigación [16]
TMN	.....	.....	3/4"	3/4"
Humedad(%)	1.11%	0.61%	0.44%	0.33%
Absorción(%)	1.03%	0.76%	1.11%	0.50%
Peso unitario suelto(kg/m <sup>3</sup> )	1524	1507.2	1317	1411.45
Peso unitario compactado(kg/m <sup>3</sup> )	1599	1680.5	1371	1549.47
Peso específico(kg/cm <sup>3</sup> )	2526	2680	2616	2686
Modulo de fineza	2.995	3.17	.....	.....

*Fuente: Propia*

Con respecto a las características de las baldosas cerámicas , los resultados difieren con [16] , ya que el material que utilizó el investigador presenta más arcillas en su composición.

El peso específico obtenido del material utilizado de [13] , es superior al de las baldosas cerámicas esto se debe a que el material presenta mejor composición cristalina , como también una menor porosidad.

### Porcentaje óptimo de adición

El mejor % adicionado fue el 5% el cual logró una mejora a la resistencia a compresión a los 28 días de nuestra muestra de adoquines patrón, esto coincide con [14], en el caso de lo investigado por [16] la resistencia se mantiene con respecto a la muestra de adoquines patrón. Por otra parte, la adición de 10% y 15% de materiales que contengan arcillas en su composición disminuyen la resistencia antes mencionada, esto se afirma con lo realizado por

[8] y [16] en donde sus resultados fueron menor a su muestra patrón.

### **Resistencia a compresión de los adoquines patrón y con adición del 5%,10% y 15% baldosas cerámicas**

Según la tabla 35 la resistencia a compresión de nuestras muestras de adoquines con 5% de baldosas cerámicas es de 321 kg/cm<sup>2</sup> siendo superior que nuestra muestra patrón y también cumpliendo con la NTP 399.611, no ocurre lo mismo con lo investigado por [13] según la tabla 43, en donde su resistencia disminuye adicionando 5% del material empleado. Sin embargo, al adicionar el 10% disminuye la resistencia en cuanto a el patrón ,ocurriendo lo mismo con la investigación antes mencionada.

*Tabla 45. Comparación de datos obtenidos con la investigación [13]*

<b>Resistencia a compresion a los 28 días</b>		
<b>Adición</b>	<b>Datos propios obtenidos</b>	<b>Datos investigación[13]</b>
5%	321.14 kg/cm <sup>2</sup>	249.2 kg/cm <sup>2</sup>
10%	302.48 kg/cm <sup>2</sup>	151.22 kg/cm <sup>2</sup>

*Fuente: Propia*

A diferencia de lo investigado por [13], los resultados obtenidos por [14] coinciden con nuestros resultados , en donde adicionando el % 5 que es el porcentaje ideal para mejorar la resistencia, sin embargo, en su investigación solo adicionando en 2%,3% y 5%, no pudiendo comparar con nuestras adiciones del 10% y 15%.Po otra la investigación realizada por [8],afirma que la resistencia a compresión adicionando el 10% y 15 % de materiales que contengan arcillas disminuyen la resistencia a compresión.

La resistencia obtenida de [16], considerando un 5% del material empleado por el investigador, no supera la resistencia de la muestra patrón, a diferencia de nuestra investigación que supera la resistencia patrón de nuestras muestras de adoquines. Esto se debe a que nuestro material que es las baldosas cerámicas presenta unas mejores características físicas.

### **Resistencia abrasión**

Según los estudios realizados por [13] y [14] no realizan ningún tipo de resistencia a la abrasión. Lo cual no sería correcto ya que deberían evaluar el desgaste que presentan sus materiales experimentales al tráfico peatonal y vehicular.

### **APUS de los adoquines**

Según lo realizado por [14], sus precios no difieren a más de S/.1.10, casi parecido a nuestro costo por millar de adoquín patrón y con adiciones que son de S/.999.50, S/.100.370, S/.1001.01 y S/.10001.527, en las cuales nuestros precios no difieren a más de S/.1.557. Por otra parte la investigación realizada por [13] no resultaría económico realizar la elaboración de los adoquines al por mayor, esto se debe a que el proceso de trituración del material empleado en este estudio es más caro debido a las máquinas empleadas.

## **PLAN DE PREOCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS**

### **FASE I**

- ✓ Revisión bibliográfica e investigación previa.
- ✓ Revisión normativa vigente

### **FASE II**

- ✓ Adquisición de los residuos de baldosas cerámicas.
- ✓ Adquisición de los materiales.

### **FASE III**

- ✓ Ensayo de caracterización de baldosas cerámicas y agregados.
- ✓ Diseño de mezcla patrón y con adición de residuos de baldosas cerámicas.
- ✓ Elaboración y curado de los adoquines.
- ✓ Ensayos de resistencia a compresión y abrasión de la muestra.

.

### **FASE IV**

- ✓ Adquisición de los resultados de los ensayos realizados
- ✓ Evaluación de resultados
- ✓ Análisis de los resultados obtenidos

### **FASE V**

- ✓ Redacción del informe
- ✓ Revisión final
- ✓ Presentación del informe de tesis al jurado

**Consideraciones éticas**

En el presente Informe de Tesis presentado, se pudo corroborar que los contenidos redactados no superan el 25% de plagio con relación a las fuentes que hemos utilizado, comprobando así su originalidad de ésta.

## Conclusiones

- Se realizó la clasificación de las baldosas cerámicas en el vertedero de Pucalá, en las cuales se obtuvieron aquellas baldosas esmaltadas y no esmaltadas, que no presenten rasgo de calcinación y que no estén adheridas a sustancias químicas desconocidas. Las muestras escogidas presentaron características físicas similares al agregado fino.
- Los residuos de baldosas cerámicas obtuvieron características y propiedades que influyen en el diseño de mezcla de los adoquines tipo I, como un peso específico de  $2454 \text{ kg/cm}^3$ , módulo de fineza de 3.5 (similar al agregado fino), humedad de 1.43%, absorción de 2.32%, P.U.S de  $1388 \text{ kg/m}^3$ , P.U.C de  $1544 \text{ kg/m}^3$ .
- El diseño de mezcla para las muestras de adoquines patrón ( $290 \text{ kg/cm}^2$ ), se logró obtener una dosificación en peso de 1: 1.26 :1.94 /19.67 litros/bolsa, en lo que concierne al diseño con adición del 5% 10% y 15% de baldosas cerámicas, se mantuvo la misma dosificación con la única diferencia en el añadido, el cual fue de 2.06 kilos, 4.12 kilos y 6.192 respectivamente a los porcentajes antes mencionados.
- La resistencia a abrasión mediante rodillo giratorio de los adoquines patrón obtenida es de 0.1%, en cuanto a las adiciones de 5%, 10% y 15% de baldosas cerámicas fueron de 0.13%, 0.12% y 0.09%. Concluyendo que si se adiciona más porcentaje de baldosa cerámica disminuye el desgaste por abrasión.
- La resistencia a compresión promedio a los 28 días de las muestras de adoquines con adición 5% de baldosas cerámicas fue de  $321 \text{ kg/cm}^2$ , mientras que la resistencia individual de las muestras fueron de  $322.52 \text{ kg/cm}^2$ ,  $320.60 \text{ kg/cm}^2$  y  $320.29 \text{ kg/cm}^2$  superando a la resistencia patrón según la tabla 35 y lo establecido por la NTP 399.611. En cuanto a las muestras con adiciones de 10% y 15% no lograron llegar a la resistencia establecida por la norma mencionada anteriormente. Llegando a la conclusión que si se le adiciona más del 5% de baldosa cerámica en la elaboración de los adoquines, disminuye su resistencia a compresión no logrando cumplir con la normativa establecida.
- Según las tablas 40, 41, 42 y 43, si fuese factible realizar la elaboración de adoquines tipo I al por mayor con adición del 5% (S/.1000.370), 10% (S/.1001.001) y 15% (S/.1001.527) de baldosas cerámicas, ya que la diferencia entre precios no supera S/.1.577.

- En cuanto al Estudio de Impacto Ambiental la elaboración de adoquines con adiciones de baldosas cerámicas no genera demasiado impacto negativo al medio ambiente, teniendo un promedio de impacto de -43 , los cuales pueden ser mitigados de mano eficaz con un buen plan de manejo ambiental.

### **Recomendaciones**

- En el momento de realizar la clasificación y recojo de baldosas cerámicas de algún vertedero, se recomienda utilizar el empleo de mascarilla, ya que algunas de estas al momento de limpiarlas presentan partículas en suspensión que puede ser dañino a la salud .
- En el momento del secado de los adoquines despues de haberlos elaborado, se recomienda que estos no reciban los rayos del sol de manera directa, ya que podrían dañarse y presentar fallas en su calidad.
- Cuando se realice el ensayo de compresión tener cuidado con la lectura de la rotura de la presa, ya que en los adoquines esta ocurre en la primera falla que éste presente.
- Investigar con otra normativa el ensayo de resistencia abrasión o desgaste, para ver las diferencias que existe al desgaste realizo por el método del rodillo giratorio.
- Investigar a futuro a las baldosas cerámicas como reemplazo parcial del agregado fino o del agregado grueso, ya que presenta buenas características físicas.

## Referencias

- [1] J.Granja, W.León y D.Molina , “Reutilización de residuos de cerámica para la reducción de la contaminación ambiental”. CIDTI. Blog de Docentes del Instituto Superior Tecnológico “Vicente León”. <https://istvicenteleon.edu.ec/investigacion/2019/04/03/mkt01/> (acceso: 3 de abril de 2019)
- [2] H.Wu, J.Zuo, G.Zillante, J.Wang, H.Yuan, “Construction and demolition waste research: a bibliometric analysis”, *Architectural Science Review*, vol. 62 , nº4, pp. 364-365, enero 2019. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/00038628.2018.1564646>
- [3]D. Rojano, “Cerámica sostenible 'rescate' de residuos y cogeneración”. El Mundo. <https://www.elmundo.es/comunidadvalenciana/castellon/2018/01/02/5a4b5ac0ca47411c468b45f9.html> (acceso 2 de enero de 2018)
- [4] I. Bazán Gara, “Caracterización de residuos de construcción de Lima y Callao (estudio de caso)”, Tesis de pregrado, Dpto. de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú, 2018. [En línea]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12404/10189>
- [5]J. Bezzolo Sokolich y G. D’Angelo Ramos, “Plan de manejo ambiental para la ciudad de Chiclayo: Manejo de los residuos de la construcción producidos en la ciudad de Chiclayo; su tratamiento, reciclaje y eliminación a través de una escombrera”, Tesis de maestría, Dpto. de Ingeniería, Universidad Nacional de Piura, Piura, Perú, 2020. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/2177>
- [6]L. Ortiz, “Características y cualidades de los adoquines de concreto”. Argos 360 en concreto. <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/adoquines-de-concreto> (acceso 1 noviembre de 2019)
- [7]J. Chóez Miranda , “Elaboración de un bloque de construcción con reciclaje de residuos de cerámica y mampostería para viviendas de interés social”, Tesis de pregrado , Dpto. de Ingeniería, Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador, 2019. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/2913>
- [8] J. Osorio Rodríguez, A. Rosas Benavides y M, Bolívar Sánchez, “Determinación de la resistencia a compresión de un diseño de mezcla de concreto utilizando cerámica reciclada en sustitución parcial del agregado grueso”, Tesis de pregrado, Dpto. de Ingeniería, Universidad Católica Andrés Bello , Guayana, Venezuela, 2021. [En línea]. Disponible en: <http://catalogo-gy.ucab.edu.ve/documentos/tesis/36286.pdf>
- [9] P. Rubio de Hita et al, "Characterisation of recycled ceramic mortars for use in prefabricated beam-filling pieces in structural floors," *Materiales De Construcción*, vol. 69,

(334), 2019. Available: <http://usat.lookproxy.com/scholarly-journals/characterisation-recycled-ceramic-mortars-use/docview/2221702175/se-2>.DOI:

<https://doi.org/10.3989/mc.2019.04518>.

[10] J. Bolaños Noboa, “Estudio del uso de materiales reciclados como hormigones, cerámicas y otros productos de derrocamiento o desperdicio de obra como agregados para un hormigón”, Tesis de pregrado, Dpto. de Ingeniería, Universidad Internacional del Ecuador, Quito, Ecuador, 2015. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/2197>

[11] M. G. Ornelas et al, "Feasibility of Using Clay Ceramic Residue in Substitution of Washed Sand for Concrete Manufacturing," Mater. Sci. Forum, vol. 820, pp. 553-557, 2015. Available:<http://usat.lookproxy.com/scholarly-journals/feasibility-using-clay-ceramic-residue/docview/1791356035/se2?accountid=37610>.DOI:<https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.820.553>.

[12] M. Saavedra Borelli, “Valorización de residuos cerámicos nacionales. Estudio preliminar de su capacidad puzolánica” Tesis de maestría, Dpto. de Ingeniería, Universidad de la Republica Uruguay, Montevideo, Uruguay, 2019. [En línea]. Disponible en: [http://www.fadu.edu.uy/investigacion/files/2017/10/TESIS-DE-MAESTRIA\\_SAAVEDRA\\_junio.pdf](http://www.fadu.edu.uy/investigacion/files/2017/10/TESIS-DE-MAESTRIA_SAAVEDRA_junio.pdf)

[13] M. Ydrogo Lozano, “Resistencia a la compresión del adoquín convencional tipo I f'c = 290 kg/cm , adicionando caucho al 5% y 10% como agregado fino”, Tesis de pregrado, Dpto. de Ingeniería, Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11537/21952>

[14] L. Chaquila Burga y F. Ramírez Romero, “Diseño de adoquines de concreto con adición de fibra de estopa de coco para mejorar su resistencia a compresión y propiedad térmica, Tarapoto - 2019”, Tesis de pregrado, Dpto. de Ingeniería, Universidad César Vallejo, Tarapoto, Perú, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/52839>

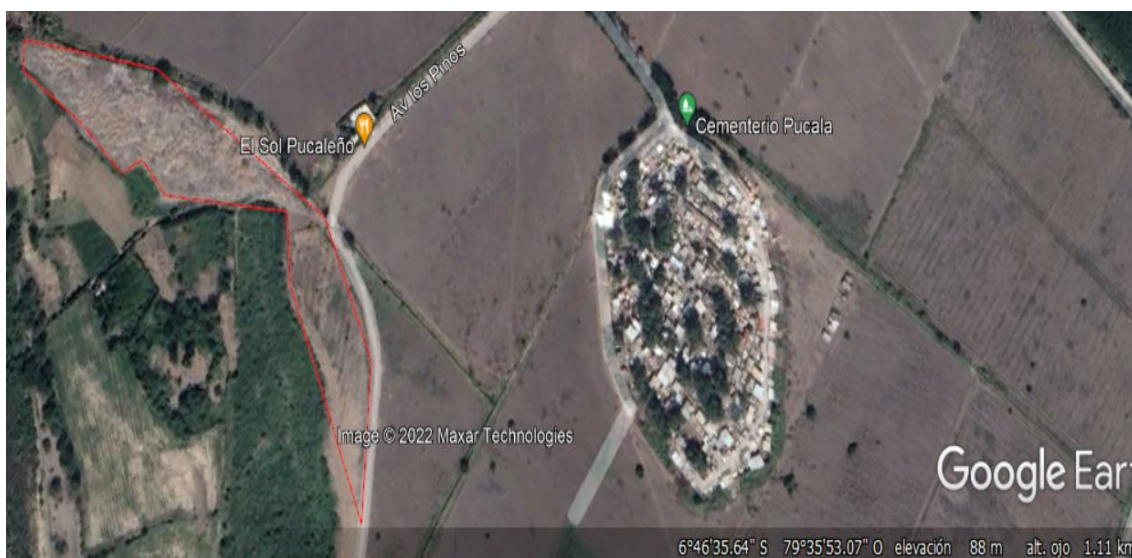
[15] C. Córdova Sánchez, “Análisis del concreto simple utilizando vidrio pulverizado como adición para concreto de alta resistencia con agregados de la ciudad de Chiclayo”, Tesis de pregrado, Dpto. de Ingeniería, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, Perú, 2018. [En línea]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12423/1197>

[16] E. Benavides Altamirano, “Elaboración de concreto económico utilizando casto cerámico como reemplazo parcial de cemento”, Tesis de pregrado, Dpto. de Ingeniería, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, Perú, 2021. [En línea]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12423/3386>

- [17] INACAL, *Norma Técnica Peruana 399.611:2010. Adoquines de concreto para pavimentos*, Lima, 2010.
- [18] F. Abanto Castillo, *Tecnología del concreto*, 2da ed. Lima: San Marcos, 2009.
- [19] E. Pasquel Carbajal, *Tópicos de Tecnología del Concreto*, 2da ed. Lima: Colegio de Ingenieros del Perú, 1998.
- [20] O. B. Restrepo, *Baldosas cerámicas y gres porcelánico: un mundo en permanente evolución*, 1era ed. Medellín: Centro Editorial Facultad de Minas, 2011.
- [21] INACAL, Norma Técnica Peruana 331.07: 2015. UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. *Ladrillos de arcilla usados en albañilería. Requisitos*, Lima, 2015.
- [22] INACAL. Norma Técnica Peruana 400.037: 2014. AGREGADOS. *Especificaciones normalizadas para agregados en concreto*, Lima, 2014.
- [23] INACAL, Norma Técnica Peruana 400.012:2001. *Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global*, Lima, 2002.
- [24] INACAL, Norma Técnica Peruana 339.185:2013. *Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado*, Lima, 2016.
- [25] INACAL, Norma Técnica Peruana 400.017:1999. *Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad*, Lima, 2011.
- [26] INACAL, Norma Técnica Peruana 400.021:2002. *Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso*, Lima, 2002
- [27] INACAL, Norma Técnica Peruana 400.022:2013. *Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino*, Lima, 2014.
- [28] INACAL, Norma Técnica Peruana 339.035:2009. *Método de ensayo para la medición del asentamiento del hormigón con el cono de Abrams*, Lima, 2010.
- [29] INACAL, Norma Técnica Peruana 399.604:2002. *Método de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto*, Lima, 2002.
- [30] ASTM, *ASTM C944-12: Método de ensayo estándar para la resistencia a la abrasión del concreto y superficies de mortero por medio del cortador giratorio*, Washington: ASTM International, 2012.

## Anexos

### Anexo N°1 Ubicación del vertedero del distrito de Pucalá-Chiclayo según Google Earth Pro



*Fuente: Google Earth Pro*

### Anexo N°2 Residuos depositados en el vertedero



*Fuente: Propia*

## Anexo N°3 Matriz de Consistencia

Gráfico 3. Matriz de Consistencia

Análisis de resistencia a compresión en adoquines de concreto $f'c=290 \text{ kg/cm}^2$ adicionando residuos de baldosas cerámicas en diferentes porcentajes.								
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	MATERIALES Y METODOS	POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO			
¿Cuál será la variación de la resistencia a compresión de los adoquines de concreto $f'c=290 \text{ kg/cm}^2$ , al adicionar residuos de baldosas cerámicas al 5% ,10% y 15 %?	<b>OBJETIVO GENERAL</b>	La adición de los residuos de baldosas cerámicas en 5%, 10% y 15% aumentará la resistencia a la compresión en los adoquines a la edad de 7, 14 y 28 días.	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>	<b>TIPO DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>POBLACIÓN</b>  Adoquines de concreto $f'c=290 \text{ kg/cm}^2$			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analizar la resistencia a compresión de los adoquines de concreto de <math>f'c=290 \text{ kg/cm}^2</math> adicionando residuos de baldosas cerámicas en diferentes porcentajes.</li> </ul>		Residuos de baldosas cerámicas	<b>RESPECTO PROPOSITO</b>		Aplicada		
				<b>RESPECTO METODOLOGÍA</b>		Experimental		
				<b>RESPECTO DATOS OBTENIDOS</b>		Mixta		
	<b>OBJETIVO ESPECÍFICO</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Clasificar los residuos de baldosas cerámicas, para la trituración y adición en mezcla de adoquines de concreto.</li> <li>Determinar las características y propiedades de los residuos de baldosas cerámicas que influyen en la resistencia a compresión de los adoquines de concreto <math>f'c=290 \text{ kg/cm}^2</math>.</li> <li>Diseñar la mezcla patrón de los adoquines de concreto <math>f'c=290 \text{ kg/cm}^2</math> y con adición de residuos de baldosas cerámica en porcentaje del 5% ,10% y 15 %.</li> <li>Comparar la resistencia a compresión de las probetas patrón de adoquines de concreto <math>f'c=290 \text{ kg/cm}^2</math> vs probetas de adoquines de concreto con adición del 5% ,10% y 15 % de residuos de baldosas cerámicas.</li> </ul>	<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>	Descriptiva	<b>MUESTRA</b>  36 probetas de adoquines de concreto		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Clasificar los residuos de baldosas cerámicas, para la trituración y adición en mezcla de adoquines de concreto.</li> <li>Determinar las características y propiedades de los residuos de baldosas cerámicas que influyen en la resistencia a compresión de los adoquines de concreto <math>f'c=290 \text{ kg/cm}^2</math>.</li> <li>Diseñar la mezcla patrón de los adoquines de concreto <math>f'c=290 \text{ kg/cm}^2</math> y con adición de residuos de baldosas cerámica en porcentaje del 5% ,10% y 15 %.</li> <li>Comparar la resistencia a compresión de las probetas patrón de adoquines de concreto <math>f'c=290 \text{ kg/cm}^2</math> vs probetas de adoquines de concreto con adición del 5% ,10% y 15 % de residuos de baldosas cerámicas.</li> </ul>			Variación de la resistencia a compresión			<b>NIVEL DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>MUESTREO</b>  36 Probetas de adoquines de concreto
							<ul style="list-style-type: none"> <li>Clasificar los residuos de baldosas cerámicas, para la trituración y adición en mezcla de adoquines de concreto.</li> <li>Determinar las características y propiedades de los residuos de baldosas cerámicas que influyen en la resistencia a compresión de los adoquines de concreto <math>f'c=290 \text{ kg/cm}^2</math>.</li> <li>Diseñar la mezcla patrón de los adoquines de concreto <math>f'c=290 \text{ kg/cm}^2</math> y con adición de residuos de baldosas cerámica en porcentaje del 5% ,10% y 15 %.</li> <li>Comparar la resistencia a compresión de las probetas patrón de adoquines de concreto <math>f'c=290 \text{ kg/cm}^2</math> vs probetas de adoquines de concreto con adición del 5% ,10% y 15 % de residuos de baldosas cerámicas.</li> </ul>	
					Experimental			

Fuente: Propia

Anexo N°4 Documento de Ensayos físicos para el diseño de mezcla de los adoquines de concreto

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES					Expediente N°				
Ensayos físicos para diseño de mezcla de concreto.					Peticionario				
1.- GRANULOMETRIA: N.T.P. 400.012					Escuela de Ingeniería Civil Ambiental				
Muestra : Cantera La Victoria-Pátapo.					Atención				
Peso Hum. : 1000      Peso Seco : 989					C <sub>c</sub> : 290      Kg/cm <sup>2</sup>				
Módulo de Fineza: 2.995      Cant. Hum. : 1.11					Muestra : Confitillo-Tres Tomas-Ferreñafe.				
					Peso Hum. : 1120.91      Peso Seco : 1116				
					Módulo de Fineza: 5.757      Coef. Hum. : 0.44				
Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acum.	% Que Pasa	Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acum.	% Que Pasa
3/8"	6	0.6	0.6	100.0	2"	0	0.0	0.0	100.0
N°4	68.0	6.9	7.5	92.5	1 1/2"	0	0.0	0.0	100.0
N°8	132.0	13.3	20.8	79.2	1"	0	0.0	0.0	100.0
N°16	187.0	18.9	39.7	60.3	3/4"	0	0.0	0.0	100.0
N°30	225.0	22.8	62.5	37.5	1/2"	0	0.0	0.0	100.0
N°50	151.0	15.3	77.8	22.2	3/8"	110	9.9	9.9	90.1
N°100	127.0	12.8	90.6	9.4	N°4	713	63.9	73.7	26.3
FONDO	93.0	9.4	100.0	0.0	N°8	223	20.0	93.7	6.3
					N°16	52	4.7	98.4	1.6
					FONDO	18	1.6	95.3	4.7

2.- PESO UNITARIO : N.T.P. 400.017			
SUELTO		A	B
- Peso de la muestra húmeda	22600	22500	
- Volumen del molde		0.01463	
- Peso unitario suelto húmedo		1541	
- PESO UNIT. SUELTO SECO		1524	
COMPACTADO $\frac{((A+B)/(2/V))/(1000)/(1+(C.H./100))}{(1+(C.H./100))}$			
- Peso de la muestra húmeda	23700	23600	
- Volumen del molde		0.01463	
- Peso unitario suelto húmedo		1617	
- PESO UNIT. COMPACTADO SECO		1599	

3.- PESOS ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN :			
A - Datos de la arena		N.T.P. 400.021 Arena	
1.- Peso de la Muestr. Sat. Sup. Seca.	g	500.0	500.0
2.- Peso de la Muestr. Sat. Sup. Seca + Peso Frasco + Peso del agua	g	974.0	1017.6
3.- Peso de la Muestr. Sat. Sup. Seca + Peso del frasco.	(1+5) g	670.1	713.4
4.- Peso del Agua.	(2-3) g	303.9	304.2
5.- Peso del Frasco	g	170.1	213.4
6.- Peso de la Muestr. secada ahorno + Peso del frasco.	(5+7) g	664.8	708.5
7.- Peso de la Muestr. seca en el horno.	g	494.7	495.1
8.- Volumen del frasco.	cm <sup>3</sup>	500.0	500.0
B.- Resultados			
A.- PESO ESPECÍFICO DE LA ARENA	7/(6-4)	g/cm <sup>3</sup>	2.523
B.- PESO ESPECÍFICO DE LA MASA S.S.S.	7/(7-4)	g/cm <sup>3</sup>	2.550
C.- PESO ESPECÍFICO APARENTE	7/((8-4)-(6-7))	g/cm <sup>3</sup>	2.593
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	((1-7)/7)*100	%	1.08

A - Datos de la grava			
1.- Peso de la muestra seca al horno	g	1037	1040
2.- Peso de la muestra saturada superficialmente seca	g	1050	1050
3.- peso de la muestra saturada dentro del agua + peso de la canastilla	g	1697	1697
4.- Peso de la canastilla	g	1044	1044
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(3-4) g	653	653
B.- Resultados			
A.- PESO ESPECÍFICO DE LA GRAVA	3/(2-5)	g/cm <sup>3</sup>	2.612
B.- PESO ESPECÍFICO DE LA MASA S.S.S.	2/(2-5)	g/cm <sup>3</sup>	2.645
C.- PESO ESPECÍFICO APARENTE	1/(1-5)	g/cm <sup>3</sup>	2.701
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	((2-1)/1)*100	%	1.25

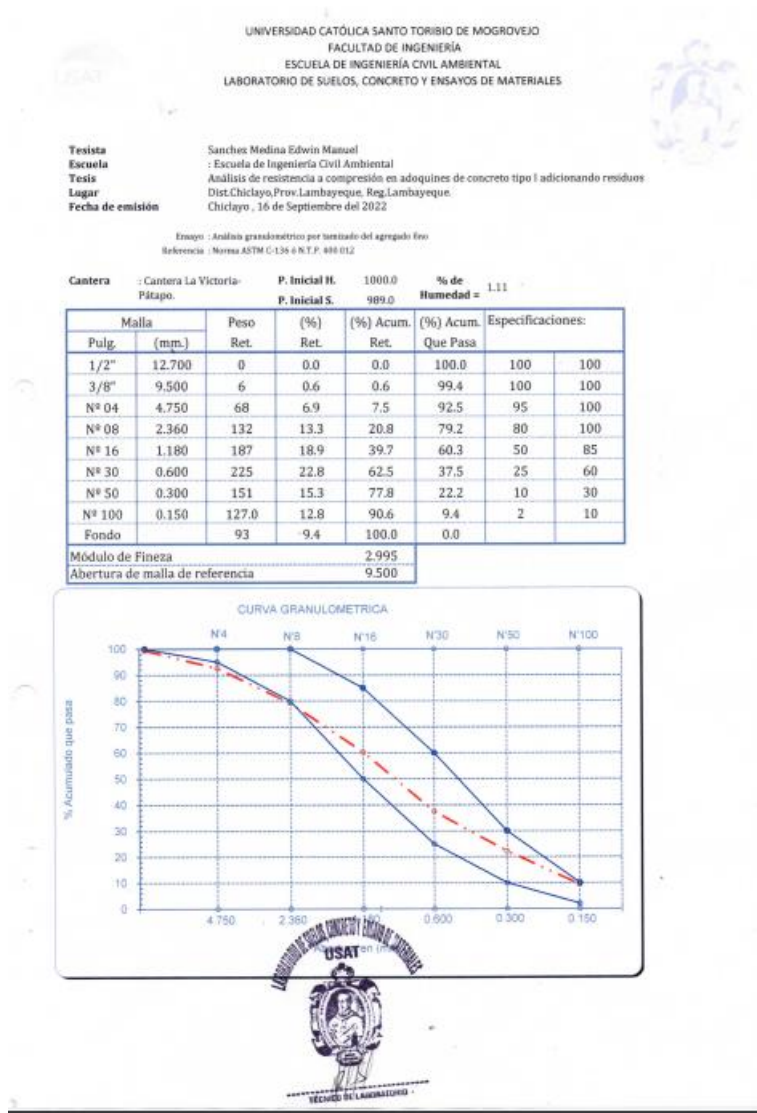
4.- CONTENIDO DE HUMEDAD : N.T.P. 339.105			
Arena $\frac{(A-B)/(2)/(1+(C.H./100))}{(1+(C.H./100))}$			
1.- Peso de la muestr. húmeda	1000	1000	
2.- Peso de la muestra seca	989	989	
3.- Coef. Humedad	1.11	1.11	
4.- Promedio		1.11	

Piedra N.T.P. 400.022			
1.- Peso de la muestr. húmeda	1120.91	1120.91	
2.- Peso de la muestra seca	1116	1116	
3.- Coef. Humedad	0.44	0.44	
4.- Promedio		0.44	

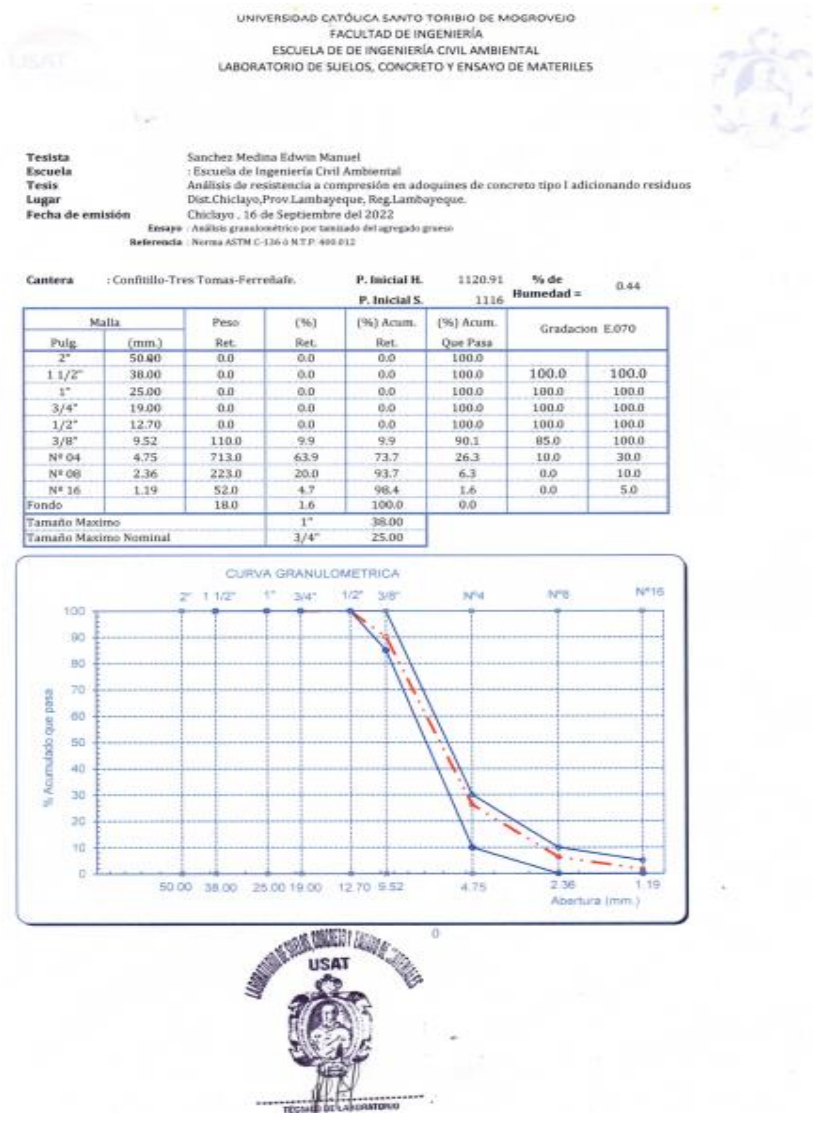
Fuente: Propia

Anexo N°5 Documento de Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino



Fuente: Propia

Anexo N°6 Documento de Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso



Fuente: Propia

## Anexo N°7 Documento de Análisis granulométrico por tamizado de las baldosas cerámicas

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

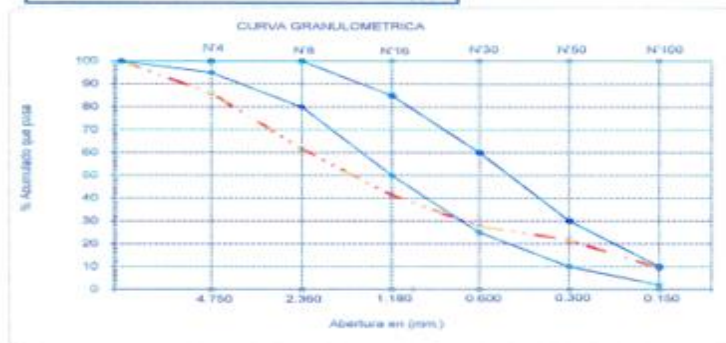
Testista : Sanchez Medina Edwin Manuel  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tema : Análisis de resistencia a compresión en adoquines de concreto tipo I adicionando residuos  
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 16 de Septiembre del 2022

Ensayo : Análisis granulométrico por tamizado de la baldosa cerámica  
 Referencia : Norma ASTM C-136 o N.T.P. 400.032

Material: Reciclado P. Inicial H. 1000.0 % de Humedad = 1.43  
 P. Inicial S. 985.9

Malta	Peso Ret.	(%) Ret.	(%) Acum. Ret.	(%) Acum. Que Pasa	Especificaciones:	
Pulg. (mm.)						
1/2"	12.700	0	0.0	100.0	100	100
3/8"	9.500	0	0.0	100.0	100	100
N° 04	4.750	138.11	14.0	86.0	95	100
N° 08	2.360	240.42	24.4	71.6	80	100
N° 16	1.180	199.87	20.3	79.7	50	85
N° 30	0.600	133.94	13.6	86.4	25	60
N° 50	0.300	60.11	6.1	93.9	10	30
N° 100	0.150	121.4	12.3	87.7	2	10
Fondo	92.11	9.3	100.0	0.0		

Módulo de Fines : 3.523  
 Abertura de malla de referencia : 9.500



Fuente: Propia

## Anexo N°8 Documento de Ensayo Peso unitario del agregado fino



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



**Tesista** : Sanchez Medina Edwin Manuel  
**Escuela** : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
**Tesis**

Análisis de resistencia a compresión en adoquines de concreto tipo I adicionando residuos de baldosas cerámicas en diferentes porcentajes

**Lugar** : Dist.Chiclayo, Prov.Lambayeque, Reg.Lambayeque.

**Fecha de emisión** : Chiclayo , 16 de Septiembre del 2022

**Ensayo** : Peso unitario del agregado fino

**Referencia** : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

**Canetra** : Cantera La Victoria-Pátapo.

**1.- PESO UNITARIO SUELTO**

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	<b>22600</b>	<b>22500</b>
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		22600	22500
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.01463	0.01463
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1545	1538
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1524</b>	

**2.- PESO UNITARIO COMPACTADO**

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	<b>23700</b>	<b>23600</b>
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		23700	23600
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.01463	0.01463
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1620	1613
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1599</b>	

**Ensayo** : Contenido de humedad del agregado fino

**Referencia** : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

**C.- CONTENIDO DE HUMEDAD**

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	<b>1000</b>	<b>1000</b>
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	<b>989</b>	<b>989</b>
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0.0
D.- Contenido de humedad	(%)	1.1	1.1
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	<b>1.11</b>	



*Fuente: Propia*

## Anexo N°9 Documento de Ensayo Peso unitario del agregado grueso

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**Tesista** : Sanchez Medina Edwin Manuel  
**Solicitante** : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
**Tesis** : Análisis de resistencia a compresión en adoquines de concreto tipo I adicionando residuos de baldosas cerámicas en diferentes porcentajes  
**Lugar** : Dist.Chiclayo,Prov.Lambayeque, Reg.Lambayeque.  
**Fecha de emisión** : Chiclayo , 16 de Septiembre del 2022

**Ensayo** : Peso unitario del agregado grueso  
**Referencia** : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

Cantera : Confitillo-Tres Tomas-Ferreñafe.

**A.- PESO UNITARIO SUELTO**

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	<b>19500</b>	<b>19200</b>
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0,0	0,0
3.- Peso del material		19500	19200
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0,01463	0,01463
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1333	1312
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1317</b>	


**B.- PESO UNITARIO COMPACTADO**

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	<b>20100</b>	<b>20200</b>
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0,0	0,0
3.- Peso del material		20100,0	20200,0
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0,01463	0,01463
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1374	1381
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1371</b>	

**Ensayo** : Contenido de humedad del agregado grueso  
**Referencia** : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

**C.- CONTENIDO DE HUMEDAD**

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	<b>3000</b>	<b>3000</b>
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	<b>2987</b>	<b>2987</b>
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0,0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	0,4	0,4
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	<b>0,44</b>	

  
TECNICO DE LABORATORIO

Fuente: Propia

## Anexo N°10 Documento de Ensayo Peso unitario de las baldosas cerámicas



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



**Tesista** Sanchez Medina Edwin Manuel  
**Escuela** : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
**Tesis** Análisis de resistencia a compresión en adoquines de concreto tipo I adicionando residuos de baldosas cerámicas en diferentes porcentajes  
**Lugar** Dist.Chiclayo, Prov.Lambayeque, Reg.Lambayeque.  
**Fecha de emisión** Chiclayo , 16 de Septiembre del 2022

**Ensayo** : Peso unitario de la baldosa ceramica  
**Referencia** : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

**Material** :Reciclado

**1.- PESO UNITARIO SUELTO**

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	<b>5800</b>	<b>5700</b>
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		5800	5700
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.00394	0.00394
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1472	1446
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1388</b>	

**2.- PESO UNITARIO COMPACTADO**

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	<b>6400</b>	<b>6400</b>
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		6400	6400
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.00394	0.00394
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1624	1624
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1544</b>	

**Ensayo** : Contenido de humedad de la baldosa ceramica

**Referencia** : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

**C.- CONTENIDO DE HUMEDAD**



A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	<b>1000</b>	<b>1000</b>
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	<b>985.91</b>	<b>985.91</b>
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0.0
D.- Contenido de humedad	(%)	1.4	1.4
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	<b>1.43</b>	



*Fuente: Propia*

## Anexo N°11 Documento de Ensayo Peso específico y absorción del agregado fino y grueso

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

**Tesista** : Sanchez Medina Edwin Manuel  
**Solicitante** : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
**Tesis** : Análisis de resistencia a compresión en adoquines de concreto tipo I adicionando residuos de baldosas cerámicas en diferentes porcentajes  
**Lugar** : Dist.Chiclayo,Prov.Lambayeque, Reg.Lambayeque.  
**Fecha de emisión** : Chiclayo , 16 de Septiembre del 2022

**Ensayo** : Peso específico y Absorción del agregado fino  
**Referencia** : Norma ASTM C-128 ó N.T.P. 400.022  
**Cantera** : Cantera La Victoria-Pátapo.

**I.- Datos.**

1.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + P	(g)	<b>974.0</b>	<b>1017.6</b>
2.- Pesx Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasc	(g)	670.13	713.37
3.- Peso del Agua	(g)	303.9	304.21
4.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasc	(g)	664.81	708.48
5.- Peso del Frasco	(g)	<b>170.13</b>	<b>213.37</b>
6.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	<b>495</b>	<b>495</b>
7.- Volumen del frasco	(g)	500	500

**II.- Resultados**

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm3)	<b>2.526</b>
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm3)	2.552
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm3)	2.593
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	<b>1.03</b>


**Ensayo** : Peso específico y Absorción del agregado grueso  
**Referencia** : Norma ASTM C-127 ó N.T.P. 400.021  
**Cantera** : Confitillo-Tres Tomas-Ferreñafe.

**I.- Datos.**

1.- Peso de la muestra secada al horno	(g)	<b>1037</b>	<b>1040</b>
2.- Peso de la muestra superficialmente seca	(g)	<b>1050</b>	<b>1050</b>
3.- Peso de la muestra dentro del agua + peso del cai	(g)	<b>1697</b>	<b>1697</b>
4.- Peso de la canastilla	(g)	<b>1044</b>	<b>1044</b>
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(g)	653	653

**II.- Resultados**



A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm3)	<b>2.616</b>
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm3)	2.645
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm3)	2.694
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	<b>1.11</b>

  
TECNICO DE LABORATORIO

Fuente: Propia

## Anexo N°12 Documento de Ensayo Peso específico y absorción de las baldosas cerámicas

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

**Tesista** : Sanchez Medina Edwin Manuel  
**Solicitante** : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
**Tesis** : Análisis de resistencia a compresión en adoquines de concreto tipo I adicionando residuos de baldosas cerámicas en diferentes porcentajes  
**Lugar** : Dist.Chiclayo,Prov.Lambayeque, Reg.Lambayeque.  
**Fecha de emisión** : Chiclayo , 16 de Septiembre del 2022


**Ensayo** : Peso específico y Absorción de la baldosa ceramica  
**Referencia** : Norma ASTM C-128 ó N.T.P. 400.022  
**Cantera** : Cantera La Victoria-Pátapo.

**I.- Datos.**

1.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + P	(g)	<b>973.5</b>	<b>1012.2</b>
2.- Pesc Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco	(g)	670.37	713.63
3.- Peso del Agua	(g)	303.14	298.6
4.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasco	(g)	659.67	701.58
5.- Peso del Frasco	(g)	<b>170.37</b>	<b>213.63</b>
6.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	<b>489</b>	<b>488</b>
7.- Volumen del frasco	(g)	500	500

**II.- Resultados**

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm3)	<b>2.454</b>
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm3)	2.511
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm3)	2.6025
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	<b>2.328</b>

  
TÉCNICO DE LABORATORIO

Fuente: Propia

Anexo N°13 Documento de Contenido de Humedad del agregado fino, agregado grueso y baldosas cerámicas

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

**Tesista** : Sanchez Medina Edwin Manuel  
**Solicitante** : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
**Tesis** : Análisis de resistencia a compresión en adoquines de concreto tipo I adicionando residuos de baldosas cerámicas en diferentes porcentajes  
**Lugar** : Dist.Chiclayo,Prov.Lambayeque, Reg.Lambayeque.  
**Fecha de emisión** : Chiclayo , 16 de Septiembre del 2022

**Ensayo** : Contenido de humedad del agregado fino  
**Referencia** : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

Cantera : Cantera La Victoria-Pátapo.

I.- Datos

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	1000	1000
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	989	989
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	1.11	1.11
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	1.11	

**Ensayo** : Contenido de humedad del agregado grueso  
**Referencia** : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

Cantera : Confitibilo-Tres Tomas-Ferreñafe.

I.- Datos

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	3000	3000
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	2987	2987
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.4	0.4
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.44	

Observaciones :

**Ensayo** : Contenido de humedad de la baldosa ceramica  
**Referencia** : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

Material reciclado

I.- Datos

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	1000	1000
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	985.91	985.91
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	1.43	1.43
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	1.43	



Fuente: Propia

## Anexo°14 Documento ensayo de resistencia a compresión a los 7 días (muestra patrón y experimental)

Tesista : Sanchez Medina Edwin Manuel  
 Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : "Análisis de resistencia a compresión en adoquines de concreto tipo I adicionando residuos de baldosas cerámicas en diferentes porcentajes"  
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 8 de Octubre del 2022

Código NTP 339.604 - 2002

Título UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Días	Longitud	Ancho	Altura	Area	Carga (P) (kg)	f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
01	ADOQUIN TIPO I 290 kg/cm <sup>2</sup> +0% DE BALDOSA CERAMICA	01/10/22	08/10/22	7	20	10	4	200.0	55599	277.99
02	ADOQUIN TIPO I 290 kg/cm <sup>2</sup> +0% DE BALDOSA CERAMICA	01/10/22	08/10/22	7	20	10	4	200.0	53249.57	266.25
03	ADOQUIN TIPO I 290 kg/cm <sup>2</sup> +0% DE BALDOSA CERAMICA	01/10/22	08/10/22	7	20	10	4	200.0	57819.94	289.10
04	ADOQUIN TIPO I 290 kg/cm <sup>2</sup> +5% DE BALDOSA CERAMICA	01/10/22	08/10/22	7	20	10	4	200.0	56972.55	284.86
05	ADOQUIN TIPO I 290 kg/cm <sup>2</sup> +5% DE BALDOSA CERAMICA	01/10/22	08/10/22	7	20	10	4	200.0	55015.72	275.08
06	ADOQUIN TIPO I 290 kg/cm <sup>2</sup> +5% DE BALDOSA CERAMICA	01/10/22	08/10/22	7	20	10	4	200.0	54273.36	271.37
07	ADOQUIN TIPO I 290 kg/cm <sup>2</sup> +10% DE BALDOSA CERAMICA	01/10/22	08/10/22	7	20	10	4	200.0	52770.3	263.85
08	ADOQUIN TIPO I 290 kg/cm <sup>2</sup> +10% DE BALDOSA CERAMICA	01/10/22	08/10/22	7	20	10	4	200.0	55390.97	276.95
09	ADOQUIN TIPO I 290 kg/cm <sup>2</sup> +10% DE BALDOSA CERAMICA	01/10/22	08/10/22	7	20	10	4	200.0	55931.42	279.66
10	ADOQUIN TIPO I 290 kg/cm <sup>2</sup> +15% DE BALDOSA CERAMICA	01/10/22	08/10/22	7	20	10	4	200.0	53390.29	266.95
11	ADOQUIN TIPO I 290 kg/cm <sup>2</sup> +15% DE BALDOSA CERAMICA	01/10/22	08/10/22	7	20	10	4	200.0	54751.61	273.76
12	ADOQUIN TIPO I 290 kg/cm <sup>2</sup> +15% DE BALDOSA CERAMICA	01/10/22	08/10/22	7	20	10	4	200.0	54819.93	274.10

OBSERVACIONES:



*Fuente: Propia*

Anexo N°15 Documento ensayo de resistencia a compresión a los 7 días (muestra patrón y experimental)

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesista : Sanchez Medina Edwin Manuel  
Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
Tesis : "Análisis de resistencia a compresión en adoquines de concreto tipo I adicionando residuos de baldosas ceramicas en diferentes porcentajes."  
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
Fecha de emisión : Chiclayo, 8 de Octubre del 2022

Código NTP 338.604 : 2002

Título UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto

Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Dias	f <sub>c</sub> kg/cm <sup>2</sup>
01	ADOQUIN TIPO I 290 kg/cm <sup>2</sup> +0% DE BALDOSA CERAMICA	1/10/2022	8/10/2022	7	278
02	ADOQUIN TIPO I 290 kg/cm <sup>2</sup> +0% DE BALDOSA CERAMICA	1/10/2022	8/10/2022	7	266
03	ADOQUIN TIPO I 290 kg/cm <sup>2</sup> +0% DE BALDOSA CERAMICA	1/10/2022	8/10/2022	7	289
04	ADOQUIN TIPO I 290 kg/cm <sup>2</sup> +5% DE BALDOSA CERAMICA	1/10/2022	8/10/2022	7	285
05	ADOQUIN TIPO I 290 kg/cm <sup>2</sup> +5% DE BALDOSA CERAMICA	1/10/2022	8/10/2022	7	275
06	ADOQUIN TIPO I 290 kg/cm <sup>2</sup> +5% DE BALDOSA CERAMICA	1/10/2022	8/10/2022	7	271
07	ADOQUIN TIPO I 290 kg/cm <sup>2</sup> +10% DE BALDOSA CERAMICA	1/10/2022	8/10/2022	7	264
08	ADOQUIN TIPO I 290 kg/cm <sup>2</sup> +10% DE BALDOSA CERAMICA	1/10/2022	8/10/2022	7	277
09	ADOQUIN TIPO I 290 kg/cm <sup>2</sup> +10% DE BALDOSA CERAMICA	1/10/2022	8/10/2022	7	280
10	ADOQUIN TIPO I 290 kg/cm <sup>2</sup> +15% DE BALDOSA CERAMICA	1/10/2022	8/10/2022	7	267
11	ADOQUIN TIPO I 290 kg/cm <sup>2</sup> +15% DE BALDOSA CERAMICA	1/10/2022	8/10/2022	7	274
12	ADOQUIN TIPO I 290 kg/cm <sup>2</sup> +15% DE BALDOSA CERAMICA	1/10/2022	8/10/2022	7	274

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



*Fuente: Propia*

Anexo N°16 Documento ensayo de resistencia a compresión a los 14 días (muestra patrón y experimental)

Tesista : Sanchez Medina Edwin Manuel  
 Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : "Análisis de resistencia a compresión en adoquines de concreto tipo I adicionando residuos de baldosas cerámicas en diferentes porcentajes"  
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 15 de Octubre del 2022

Código NTP 339.604 : 2002

Título UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Días	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Area(cm2)	Carga (P) (kg)	f'c (kg/cm2)
01	ADOQUIN TIPO I 290 kg/cm2 +0% DE BALDOSA CERAMICA	01/10/22	15/10/22	14	20	10	4	200.0	62851.22	314.26
02	ADOQUIN TIPO I 290 kg/cm2 +0% DE BALDOSA CERAMICA	01/10/22	15/10/22	14	20	10	4	200.0	62587.11	312.94
03	ADOQUIN TIPO I 290 kg/cm2 +0% DE BALDOSA CERAMICA	01/10/22	15/10/22	14	20	10	4	200.0	58873.3	294.37
04	ADOQUIN TIPO I 290 kg/cm2 +5% DE BALDOSA CERAMICA	01/10/22	15/10/22	14	20	10	4	200.0	63936.19	319.68
05	ADOQUIN TIPO I 290 kg/cm2 +5% DE BALDOSA CERAMICA	01/10/22	15/10/22	14	20	10	4	200.0	63601.73	318.01
06	ADOQUIN TIPO I 290 kg/cm2 +5% DE BALDOSA CERAMICA	01/10/22	15/10/22	14	20	10	4	200.0	61370.59	306.85
07	ADOQUIN TIPO I 290 kg/cm2 +10% DE BALDOSA CERAMICA	01/10/22	15/10/22	14	20	10	4	200.0	58395.06	291.98
08	ADOQUIN TIPO I 290 kg/cm2 +10% DE BALDOSA CERAMICA	01/10/22	15/10/22	14	20	10	4	200.0	59907.3	299.54
09	ADOQUIN TIPO I 290 kg/cm2 +10% DE BALDOSA CERAMICA	01/10/22	15/10/22	14	20	10	4	200.0	60572.15	302.86
10	ADOQUIN TIPO I 290 kg/cm2 +15% DE BALDOSA CERAMICA	01/10/22	15/10/22	14	20	10	4	200.0	54398.79	271.99
11	ADOQUIN TIPO I 290 kg/cm2 +15% DE BALDOSA CERAMICA	01/10/22	15/10/22	14	20	10	4	200.0	57088.8	285.44
12	ADOQUIN TIPO I 290 kg/cm2 +15% DE BALDOSA CERAMICA	01/10/22	15/10/22	14	20	10	4	200.0	56512.66	282.56

OBSERVACIONES:



Fuente: Propia

Anexo N°17 Documento ensayo de resistencia a compresión a los 14 días (muestra patrón y experimental)

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesista : Sanchez Medina Edwin Manuel  
Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
Tesis : "Análisis de resistencia a compresión en adoquines de concreto tipo I adicionando residuos de baldosas cerámicas en diferentes porcentajes"  
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
Fecha de emisión : Chiclayo, 15 de Octubre del 2022

Código NTP 339.604 : 2002  
Título UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto

Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	f <sub>c</sub> kg/cm <sup>2</sup>
01	ADOQUIN TIPO I 290 kg/cm <sup>2</sup> +0% DE BALDOSA CERAMICA	1/10/2022	15/10/2022	14	314
02	ADOQUIN TIPO I 290 kg/cm <sup>2</sup> +0% DE BALDOSA CERAMICA	1/10/2022	15/10/2022	14	313
03	ADOQUIN TIPO I 290 kg/cm <sup>2</sup> +0% DE BALDOSA CERAMICA	1/10/2022	15/10/2022	14	294
04	ADOQUIN TIPO I 290 kg/cm <sup>2</sup> +5% DE BALDOSA CERAMICA	1/10/2022	15/10/2022	14	320
05	ADOQUIN TIPO I 290 kg/cm <sup>2</sup> +5% DE BALDOSA CERAMICA	1/10/2022	15/10/2022	14	318
06	ADOQUIN TIPO I 290 kg/cm <sup>2</sup> +5% DE BALDOSA CERAMICA	1/10/2022	15/10/2022	14	307
07	ADOQUIN TIPO I 290 kg/cm <sup>2</sup> +10% DE BALDOSA CERAMICA	1/10/2022	15/10/2022	14	292
08	ADOQUIN TIPO I 290 kg/cm <sup>2</sup> +10% DE BALDOSA CERAMICA	1/10/2022	15/10/2022	14	300
09	ADOQUIN TIPO I 290 kg/cm <sup>2</sup> +10% DE BALDOSA CERAMICA	1/10/2022	15/10/2022	14	303
10	ADOQUIN TIPO I 290 kg/cm <sup>2</sup> +15% DE BALDOSA CERAMICA	1/10/2022	15/10/2022	14	272
11	ADOQUIN TIPO I 290 kg/cm <sup>2</sup> +15% DE BALDOSA CERAMICA	1/10/2022	15/10/2022	14	285
12	ADOQUIN TIPO I 290 kg/cm <sup>2</sup> +15% DE BALDOSA CERAMICA	1/10/2022	15/10/2022	14	283

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



Fuente: Propia

## Anexo N°18 Documento ensayo de resistencia a compresión a los 28 días (muestra patrón y experimental)

Tesista : Sanchez Medina Edwin Manuel  
 Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : "Análisis de resistencia a compresión en adoquines de concreto tipo I adicionando residuos de baldosas cerámicas en diferentes porcentajes"  
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 29 de Octubre del 2022

Código NTP 339.604 : 2002

Título UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Días	Longitud	Ancho	Altura	Area	Carga (P) (kg)	fc (kg/cm2)
01	ADOQUIN TIPO I 290 kg/cm2 +0% DE BALDOSA CERAMICA	01/10/22	29/10/22	28	20	10	4	200.0	64150.33	320.75
02	ADOQUIN TIPO I 290 kg/cm2 +0% DE BALDOSA CERAMICA	01/10/22	29/10/22	28	20	10	4	200.0	63064.34	315.32
03	ADOQUIN TIPO I 290 kg/cm2 +0% DE BALDOSA CERAMICA	01/10/22	29/10/22	28	20	10	4	200.0	63472.22	317.36
04	ADOQUIN TIPO I 290 kg/cm2 +5% DE BALDOSA CERAMICA	01/10/22	29/10/22	28	20	10	4	200.0	64503.16	322.52
05	ADOQUIN TIPO I 290 kg/cm2 +5% DE BALDOSA CERAMICA	01/10/22	29/10/22	28	20	10	4	200.0	64119.74	320.60
06	ADOQUIN TIPO I 290 kg/cm2 +5% DE BALDOSA CERAMICA	01/10/22	29/10/22	28	20	10	4	200.0	64058.56	320.29
07	ADOQUIN TIPO I 290 kg/cm2 +10% DE BALDOSA CERAMICA	01/10/22	29/10/22	28	20	10	4	200.0	60158.15	300.79
08	ADOQUIN TIPO I 290 kg/cm2 +10% DE BALDOSA CERAMICA	01/10/22	29/10/22	28	20	10	4	200.0	60607.84	303.04
09	ADOQUIN TIPO I 290 kg/cm2 +10% DE BALDOSA CERAMICA	01/10/22	29/10/22	28	20	10	4	200.0	60724.09	303.62
10	ADOQUIN TIPO I 290 kg/cm2 +15% DE BALDOSA CERAMICA	01/10/22	29/10/22	28	20	10	4	200.0	55660.18	278.30
11	ADOQUIN TIPO I 290 kg/cm2 +15% DE BALDOSA CERAMICA	01/10/22	29/10/22	28	20	10	4	200.0	57550.73	287.75
12	ADOQUIN TIPO I 290 kg/cm2 +15% DE BALDOSA CERAMICA	01/10/22	29/10/22	28	20	10	4	200.0	57687.37	288.44

OBSERVACIONES :



TÉCNICO DE LABORATORIO

Fuente: Propia

Anexo N°19 Documento ensayo de resistencia a compresión a los 28 días (muestra patrón y experimental)

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesista : Sanchez Medina Edwin Manuel  
Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
Tesis : "Análisis de resistencia a compresión en adoquines de concreto tipo I adicionando residuos de baldosas ceramicas en diferentes porcentajes"  
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
Fecha de emisión : Chiclayo, 29 de Octubre del 2022

Código NTP 339.804 : 2002  
Título UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto

Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	f <sub>c</sub> kg/cm <sup>2</sup>
01	ADOQUIN TIPO I 290 kg/cm <sup>2</sup> +0% DE BALDOSA CERAMICA	1/10/2022	29/10/2022	28	321
02	ADOQUIN TIPO I 290 kg/cm <sup>2</sup> +0% DE BALDOSA CERAMICA	1/10/2022	29/10/2022	28	315
03	ADOQUIN TIPO I 290 kg/cm <sup>2</sup> +0% DE BALDOSA CERAMICA	1/10/2022	29/10/2022	28	317
04	ADOQUIN TIPO I 290 kg/cm <sup>2</sup> +5% DE BALDOSA CERAMICA	1/10/2022	29/10/2022	28	323
05	ADOQUIN TIPO I 290 kg/cm <sup>2</sup> +5% DE BALDOSA CERAMICA	1/10/2022	29/10/2022	28	321
06	ADOQUIN TIPO I 290 kg/cm <sup>2</sup> +5% DE BALDOSA CERAMICA	1/10/2022	29/10/2022	28	320
07	ADOQUIN TIPO I 290 kg/cm <sup>2</sup> +10% DE BALDOSA CERAMICA	1/10/2022	29/10/2022	28	301
08	ADOQUIN TIPO I 290 kg/cm <sup>2</sup> +10% DE BALDOSA CERAMICA	1/10/2022	29/10/2022	28	303
09	ADOQUIN TIPO I 290 kg/cm <sup>2</sup> +10% DE BALDOSA CERAMICA	1/10/2022	29/10/2022	28	304
10	ADOQUIN TIPO I 290 kg/cm <sup>2</sup> +15% DE BALDOSA CERAMICA	1/10/2022	29/10/2022	28	278
11	ADOQUIN TIPO I 290 kg/cm <sup>2</sup> +15% DE BALDOSA CERAMICA	1/10/2022	29/10/2022	28	288
12	ADOQUIN TIPO I 290 kg/cm <sup>2</sup> +15% DE BALDOSA CERAMICA	1/10/2022	29/10/2022	28	288

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



*Fuente: Propia*

## Anexo N°20 Documento ensayo de resistencia abrasión a los 28 días (muestra patrón)

*Fuente: Propia*

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL

**Tesista** : Sanchez Medina Edwin Manuel

**Atencion** : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental

**Tesis** : "Análisis de resistencia a compresión en adoquines de concreto tipo I adicionando residuos de baldosas cerámicas en diferentes porcentajes "

**Ubicación** : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.

**ENSAYO:** : Standard Test Method for Abrasion Resistance of Concrete or Mortar Surfaces by the Rotating-Cutter Method (Método normalizado para la resistencia a la abrasión del concreto o superficies de mortero mediante el ensayo del rodillo giratorio).

**NORMA:** : ASTM C944-12

ADICION	MUESTRA	MASA DE MUESTRA (g)				DESGASTE (%)	PROMEDIO (%)
		Masa inicial	Primer ciclo	Segundo ciclo	Tercer ciclo		
0% BALDOSA CERAMICA	A1	2219 g	2218.47 g	2218.22 g	2217.39 g	0.09	0.10
	A2	2270 g	2269.69 g	2269.37 g	2269.14 g	0.06	
	A3	2251 g	2249.98 g	2248.95 g	2247.63 g	0.15	



## Anexo N°21 Documento ensayo de resistencia abrasión a los 28 días (muestra patrón)



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL

**Tesista** : Sanchez Medina Edwin Manuel  
**Tesis:** : "Análisis de resistencia a compresión en adoquines de concreto tipo I adicionando residuos de baldosas cerámicas en diferentes porcentajes "

**Ubicación** : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.

**Fecha de Ensayo** : Lunes, 29 de octubre del 2022.

**ENSAYO** : Standard Test Method for Abrasion Resistance of Concrete or Mortar Surfaces by the Rotating-Cutter Method (Método normalizado para la resistencia a la abrasión del concreto o superficies de mortero mediante el ensayo del rodillo giratorio).

**NORMA** : ASTM C944 / C944M - 12

Muestra	Descripción o nombre de la muestra	Fecha Vaciado	Fecha Ensayo	Edad (días)	Tiempo Abrasión (Minutos)	Ciclo	Carga (N)	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Desgaste (g)	Desgaste (%)
A-1	Adición 0% baldosa cerámica	1-Oct	29-Oct	28	2	3	98	2219	2217	2	0.09
A-2		1-Oct	29-Oct	28	2	3	98	2270	2269	1	0.06
A-3		1-Oct	29-Oct	28	2	3	98	2251	2248	3	0.15

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayos realizados por el solicitante.



*Fuente: Propia*

Anexo N°22 Documento ensayo de resistencia abrasión a los 28 días (adición 5% baldosas cerámicas)



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL

**Tesista** : Sanchez Medina Edwin Manuel  
**Atencion** : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
**Tesis** : "Análisis de resistencia a compresión en adoquines de concreto tipo I adicionando residuos de baldosas ceramicas en diferentes porcentajes"  
**Ubicación** : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque

**ENSAYO:** : Standard Test Method for Abrasion Resistance of Concrete or Mortar Surfaces by the Rotating-Cutter Method (Método normalizado para la resistencia a la abrasión del concreto o superficies de mortero mediante el ensayo del rodillo giratorio).

**NORMA:** : ASTM C944-12

ADICION	MUESTRA	MASA DE MUESTRA (g)				DESGASTE (%)	PROMEDIO (%)
		Masa inicial	Primer ciclo	Segundo ciclo	Tercer ciclo		
5% BALDOSA CERAMICA	B1	2289.00 g.	2286.64 g.	2286.03 g.	2285.37 g.	0.16	0.13
	B2	2248.00 g.	2245.51 g.	2245.05 g.	2244.61 g.	0.15	
	B3	2231.00 g.	2230.17 g.	2229.54 g.	2228.91 g.	0.09	



Anexo N°23 Documento ensayo de resistencia abrasión a los 28 días (adición 5% baldosas cerámicas)



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL

**Tesista** : Sanchez Medina Edwin Manuel  
**Tesis:** : "Análisis de resistencia a compresión en adoquines de concreto tipo I adicionando residuos de baldosas cerámicas en diferentes porcentajes "

**Ubicación** : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.

**Fecha de Ensayo** : Lunes, 29 de octubre del 2022.

**ENSAYO** : Standard Test Method for Abrasion Resistance of Concrete or Mortar Surfaces by the Rotating-Cutter Method (Método normalizado para la resistencia a la abrasión del concreto o superficies de mortero mediante el ensayo del rodillo giratorio).

**NORMA** : ASTM C944 / C944M - 12

Muestra	Descripción o nombre de la muestra	Fecha Vaciado	Fecha Ensayo	Edad (días)	Tiempo Abrasión (Minutos)	Ciclo	Carga (N)	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Desgaste (g)	Desgaste (%)
B-1	Adición 5% baldosa cerámica	1-Oct	29-Oct	28	2	3	98	2289	2285	4	0.16
B-2		1-Oct	29-Oct	28	2	3	98	2248	2245	3	0.15
B-3		1-Oct	29-Oct	28	2	3	98	2231	2229	2	0.09

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayos realizados por el solicitante.



*Fuente: Propia*

Anexo N°24 Documento ensayo de resistencia abrasión a los 28 días (adición 10% baldosas cerámicas)



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL

**Tesista** : Sanchez Medina Edwin Manuel  
**Atencion** : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
**Tesis** : "Análisis de resistencia a compresión en adoquines de concreto tipo I adicionando residuos de baldosas cerámicas en diferentes porcentajes"  
**Ubicación** : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque

**ENSAYO:** : Standard Test Method for Abrasion Resistance of Concrete or Mortar Surfaces by the Rotating-Cutter Method (Método normalizado para la resistencia a la abrasión del concreto o superficies de mortero mediante el ensayo del rodillo giratorio).

**NORMA:** : ASTM C944-12

ADICION	MUESTRA	MASA DE MUESTRA (g)				DESGASTE (%)	PROMEDIO (%)
		Masa inicial	Primer ciclo	Segundo ciclo	Tercer ciclo		
10% BALDOSA CERAMICA	C1	2290 g.	2289.11 g.	2288.34 g.	2287.68 g.	0.12	0.12
	C2	2317 g.	2315.98 g.	2314.87 g.	2314.09 g.	0.14	
	C3	2216 g.	2215.41 g.	2214.89 g.	2214.37 g.	0.08	



*Fuente: Propia*

Anexo N°25 Documento ensayo de resistencia abrasión a los 28 días (adición 10% baldosas cerámicas)



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL

**Tesista** : Sanchez Medina Edwin Manuel  
**Tesis:** : "Análisis de resistencia a compresión en adoquines de concreto tipo I adicionando residuos de baldosas cerámicas en diferentes porcentajes "

**Ubicación** : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.

**Fecha de Ensayo** : Lunes, 29 de octubre del 2022.

**ENSAYO** : Standard Test Method for Abrasion Resistance of Concrete or Mortar Surfaces by the Rotating-Cutter Method (Método normalizado para la resistencia a la abrasión del concreto o superficies de mortero mediante el ensayo del rodillo giratorio).

**NORMA** : ASTM C944 / C944M - 12

Muestra	Descripción o nombre de la muestra	Fecha Vaciado	Fecha Ensayo	Edad (días)	Tiempo Abrasión (Minutos)	Ciclo	Carga (N)	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Desgaste (g)	Desgaste (%)
C-1	Adición 10% baldosa cerámica	1-Oct	29-Oct	28	2	3	98	2290	2288	3	0.12
C-2		1-Oct	29-Oct	28	2	3	98	2317	2314	3	0.14
C-3		1-Oct	29-Oct	28	2	3	98	2216	2214	2	0.08

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayos realizados por el solicitante.



*Fuente: Propia*

Anexo N°26 Documento ensayo de resistencia abrasión a los 28 días (adición 15% baldosas cerámicas)



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL

**Tesista** : Sanchez Medina Edwin Manuel  
**Atencion** : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
**Tesis** : "Análisis de resistencia a compresión en adoquines de concreto tipo I adicionando residuos de baldosas cerámicas en diferentes porcentajes"  
**Ubicación** : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque  
**ENSAYO:** : Standard Test Method for Abrasion Resistance of Concrete or Mortar Surfaces by the Rotating-Cutter Method (Método normalizado para la resistencia a la abrasión del concreto o superficies de mortero mediante el ensayo del rodillo giratorio).  
**NORMA:** : ASTM C944-12

ADICION	MUESTRA	MASA DE MUESTRA (g)				DESGASTE (%)	PROMEDIO (%)
		Masa inicial	Primer ciclo	Segundo ciclo	Tercer ciclo		
15% BALDOSA CERAMICA	D1	2235 g.	2234.26 g.	2233.72 g.	2233.40 g.	0.07	0.09
	D2	2238 g.	2236.96 g.	2236.22 g.	2235.70 g.	0.10	
	D3	2334 g.	2332.81 g.	2332.01 g.	2331.38 g.	0.11	



*Fuente: Propia*

Anexo N°27 Documento ensayo de resistencia abrasión a los 28 días (adición 15% baldosas cerámicas)



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL

**Tesista** : Sanchez Medina Edwin Manuel  
**Tesis:** : "Análisis de resistencia a compresión en adoquines de concreto tipo I adicionando residuos de baldosas cerámicas en diferentes porcentajes "

**Ubicación** : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.

**Fecha de Ensayo** : Lunes, 29 de octubre del 2022.

**ENSAYO** : Standard Test Method for Abrasion Resistance of Concrete or Mortar Surfaces by the Rotating-Cutter Method (Método normalizado para la resistencia a la abrasión del concreto o superficies de mortero mediante el ensayo del rodillo giratorio).

**NORMA** : ASTM C944 / C944M - 12

Muestra	Descripción o nombre de la muestra	Fecha Vaciado	Fecha Ensayo	Edad (días)	Tiempo Abrasión (Minutos)	Ciclo	Carga (N)	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Desgaste (g)	Desgaste (%)
D-1	Adición 15% baldosa cerámica	1-Oct	29-Oct	28	2	3	98	2235	2233	1	0.07
D-2		1-Oct	29-Oct	28	2	3	98	2238	2236	2	0.10
D-3		1-Oct	29-Oct	28	2	3	98	2334	2331	3	0.11

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayos realizados por el solicitante.



*Fuente: Propia*

Anexo N°28 Diseño de mezcla adoquines de concreto tipo I ( $f'c=290 \text{ kg/cm}^2$ )

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE  
MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL

**TESIS:** "Análisis de resistencia a compresión en adoquines de concreto tipo I adicionando residuos de baldosas cerámicas en diferentes porcentajes"

**TESISTA:** Sanchez Medina Edwin Manuel

**DISEÑO DE MEZCLAS SEGÚN ACI 211**

**1) DATOS PARA EL DISEÑO:**

**Grueso:** Pátapo  
**Fino:** Tres Tomas

- a) Tamaño máximo nominal
- b) Peso Unitario suelto seco
- c) Peso Unitario compactado seco
- d) Peso específico de masa seco
- e) Contenido de humedad
- f) Contenido de absorción
- g) Módulo de fineza (adimensional)

Grueso	Fino	
N° 04	-----	pulgadas
1317.00	1524.00	kg/m <sup>3</sup>
1371.00	1599.00	kg/m <sup>3</sup>
2616	2526	kg/m <sup>3</sup>
0.44	1.11	%
1.11	1.03	%
-----	2.995	

**Cemento:**

Tipo= Tipo I  
Peso esp.= 3150 kg/m<sup>3</sup>

**2) RESISTENCIA DE DISEÑO REQUERIDA ( $f'_{cr}$ )**

En nuestro caso, como no contamos con ningún tipo de registro en obra, para poder hallar la desviación estándar, para hallar un valor promedio de resistencia, peor aún no se cuenta con un registro o control de calidad en obra; pasaríamos a verificar el caso b), de la siguiente manera:

$f'_{c} = \text{#####}$   
 $f'_{(cr)} = \text{#####}$

$f'_{c}$	$f'_{cr}$
< 210	$f'_{c}+70$
210-350	$f'_{c}+84$
>350	$f'_{c}+98$

**3) CONTENIDO DE AIRE**

T.M.N=	N° 04
<b>%Aire=</b>	<b>3 %</b>

**4) CONTENIDO DE AGUA**

T.M.N=	N° 04
Slump=	1"
<b>Agua=</b>	<b>220 l/m<sup>3</sup></b>

**5) RELACIÓN  $a/c$**

$f'_{(cr)}$ =	374 kg/cm <sup>2</sup>
<b><math>a/c</math>=</b>	<b>0.456</b>

**6) CONTENIDO DE CEMENTO**

Agua=	220 l/m <sup>3</sup>
$a/c$ =	0.456
<b>c=</b>	<b>482.46 kg</b>

**7) FACTOR CEMENTO**

1 bls=	42.5 kg/bls
c=	482.46 kg
<b>F.C=</b>	<b>11.35 bls/m<sup>3</sup></b>

**8) PESO AGREGADO GRUESO**

T.M.N= N° 04  
 bbr= 0.4405  
 P.U.S.C= 1371 kg/m<sup>3</sup>

**Peso A.G= 603.9255 kg**

**9) VOLUMEN ABSOLUTO**

Cemento=	482.46 kg	----->	0.1532 m <sup>3</sup>	482.46 m <sup>3</sup>
Ag. Grueso=	603.93 kg	----->	0.2309 m <sup>3</sup>	
Ag. Fino=	924.47 kg	----->	0.366 m <sup>3</sup>	
Aire=	3 %	----->	0.03	
Agua=	220 l/m <sup>3</sup>	----->	0.22 m <sup>3</sup>	
			1 m <sup>3</sup>	

**10) CORRECCIÓN POR HUMEDAD**

Agregado Fino:		Pátapo	
Agregado Grueso:		Tres Tomas	
Ag. Grueso=	603.93 kg	----->	606.58 kg
Ag. Fino=	924.47 kg	----->	934.73 kg

Humedad (%)		
Agreg.	Grueso	Fino
Tres Tomas	0.44 %	-
Pátapo	-	1.11 %

**11) APORTE DE AGUA A LA MEZCLA**

Agregado Fino:		Pátapo	
Agregado Grueso:		Tres Tomas	
Ag. Grueso=	603.93 kg	----->	-4.05 lts
Ag. Fino=	924.47 kg	----->	0.74 lts
			-3.31 lts

Absorción (%)		
Agreg.	Grueso	Fino
Tres Tomas	1.11 %	-
Pátapo	-	1.03 %

**12) AGUA EFECTIVA**

Agua= 220 lts  
 Aporte= -3.31 lts  
 A.E= 223.3067265 lts

**13) PROPORCIONES DEL DISEÑO**

Cemento	A. Grueso	A Fino	Agua
482.46 kg	606.58 kg	934.73 kg	223.307 lts

**PESO:**

Cemento	A. Grueso	A Fino	Agua
1	1.26	1.94	19.6713 lts

**VOLUMEN:**

Cemento	A. Grueso	A Fino	Agua
1	1.42	1.89	19.6713 lts

**14) PESOS PARA UNA TANDA****Probetas:**

Cemento	37.892 kg
A. Grueso	47.641 kg
A Fino	73.413 kg
Agua	17.538 lts

Elemento	Cantidad	Volumen	Total
Probeta	50	0.0016m <sup>3</sup>	0.07854
Adoquines	48	0.0008m <sup>3</sup>	0.0384

4 cm de  
espesor

**Adoquines:**

Cemento	18.526 kg
A. Grueso	23.293 kg
A Fino	35.894 kg
Agua	8.575 lts

**15) PESOS PARA UNA TANDA (DESPERDICIO 15%)**

Probetas:

Cemento	43.576 kg
A. Grueso	54.787 kg
A Fino	84.426 kg
Agua	20.169 lts

Adoquines:

Cemento	21.305 kg
A. Grueso	26.787 kg
A Fino	41.278 kg
Agua	9.861 kg

Adición baldosa cerámica triturada(kg)		
5%	10%	15%
2.064	4.128	6.192

**DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN****1. MATERIALES:***Agregado Fino**Agregado Grueso*

P.U.S.S	1524.00	P.U.S.S	1317.00
Humedad	1.11	Humedad	0.44

**2. MATERIALES POR TANDA:**

Cemento	42.50 kg/bls
Agua efectiva	19.671 lts/bls
Agregado fino húmedo	82.34 kg/bls
Agregado grueso húmedo	53.43 kg/bls

**3. PESOS UNITARIOS HÚMEDOS:** 1m<sup>3</sup>=35 ft<sup>3</sup>

A. Fino	1525.0111
A. Grueso	1318.0044

A. Fino	43.57 kg/ft <sup>3</sup>
A. Grueso	37.66 kg/ft <sup>3</sup>

**4. DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN**

Cemento	1
Agua efectiva	19.671 lts/bls
Agregado fino húmedo	1.89
Agregado grueso húmedo	1.42

Fuente : Propia

Anexo N°29 Evaluación de Estudio de Impacto Ambiental de la fabricación de adoquines de concreto tipo I con adición de residuos de baldosas cerámicas.

## **EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**

### **1.RESUMEN EJECUTIVO**

La evaluación de impacto ambiental se llevó a cabo en la ciudad de Chiclayo, en la región de Lambayeque. Este estudio se realizó siguiendo las regulaciones ambientales actuales para garantizar la prevención y mitigación de posibles impactos ambientales en la elaboración de adoquines de concreto. El estudio de impacto ambiental de este proyecto promueve el reciclaje de residuos inertes con el objetivo de preservar la sostenibilidad del medio ambiente. Esto se logra al reutilizar los residuos de construcción y demolición (RCD) como agregados para la fabricación potencial de adoquines de concreto utilizados en el tráfico de vehículos y peatones, los cuales cumplirían con los estándares establecidos por la normativa actual en relación a los adoquines.

### **2.ASPECTOS GENERALES**

#### **OBJETIVO GENERAL**

Se llevará a cabo una evaluación de impacto ambiental, generados en el marco de esta investigación titulada "Análisis de la resistencia a compresión en adoquines de concreto tipo I mediante la incorporación de diferentes porcentajes de residuos de baldosas cerámicas". Este análisis abarcará desde la recolección de las baldosas cerámicas en el vertedero de Pucalá, pasando por su trituración, hasta su incorporación en la producción de adoquines de concreto tipo I.

#### **ALCANCES**

La investigación propuesta tiene como objetivo reutilizar los residuos de baldosa cerámica, que son frecuentemente encontrados en el vertedero del distrito de Pucalá, con el fin de mejorar la resistencia a compresión de los adoquines de concreto tipo I. La práctica común de desechar estos residuos de manera ilegal genera un impacto visual negativo, ya que hasta el momento no se han implementado proyectos formales y respetuosos con el medio ambiente para disponer de estos residuos en este distrito.

#### **ANTECEDENTES**

El distrito de Pucalá está experimentando un proceso de urbanización y un aumento en su población, lo que ha resultado en un incremento proporcional en los residuos de construcción y demolición. Según el CENSO de 2017 realizado por INEI, este distrito cuenta con una población de 8,701 habitantes, y se estima una generación per cápita (GPC) de residuos sólidos

de 0.68 Kg/Hab/Día, según la caracterización de residuos sólidos realizada en el año 2019. Debido a esta situación, tanto los habitantes como la entidad municipal depositan sus residuos de manera descontrolada en el vertedero de dicho distrito .

### **3.MARCO LEGAL**

#### **NORMATIVA Y LEYES AMBIENTALES**

##### **CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL PERÚ (1993):**

Es la legislación de mayor importancia en Perú, donde se establecen los derechos fundamentales de los individuos, incluyendo el derecho a disfrutar de un entorno equilibrado y propicio para el desarrollo de la vida. El Artículo N° 2 aborda el derecho a la paz, al descanso y a un medio ambiente equilibrado, mientras que el Artículo 66° se refiere a los recursos naturales y el Artículo 67° trata sobre la Política Nacional Ambiental.

##### **RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 108-99-ITINCI/DM: GUÍAS PARA ELABORACIÓN DE EIA, PAMA, DAP (DECLARACIÓN AMBIENTAL) INFORME AMBIENTAL**

Documento en el que se definen los objetivos, requerimientos y estructura de las Guías para elaboración de Estudios Ambientales, incluyendo los lineamientos para el PAMA. (PLAN DE ADECUACIÓN Y MANEJO AMBIENTAL)

##### **LEY N° 27446, LEY DEL SISTEMA NACIONAL DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL (SEIA)**

Establece que el SEIA es un sistema único y coordinado de identificación, prevención, supervisión, control y corrección anticipada de los impactos ambientales negativos, derivados de las acciones humanas expresadas por medio del proyecto de inversión. Esta norma incorpora la obligación de todo proyecto de inversión pública y/o privada que implique actividades, construcciones u obras que puedan causar impactos ambientales negativos, de contar con una certificación ambiental, previa a su ejecución. La certificación ambiental es la resolución que emite la autoridad competente aprobando el instrumento de evaluación de impacto ambiental.

##### **LEY N° 28245: LEY MARCO DEL SISTEMA NACIONAL DE GESTIÓN AMBIENTAL**

La Ley N° 28245, promulgada el 4 de junio de 2004, establece el marco legal para el Sistema Nacional de Gestión Ambiental en Perú. Este organismo tiene como finalidad principal dirigir, unificar, coordinar, supervisar, evaluar y asegurar la implementación de políticas, planes,

programas y acciones destinados a la protección del medio ambiente, así como contribuir a la conservación y uso sostenible de los recursos naturales.

### **LEY 28611 - LEY GENERAL DEL AMBIENTE**

El artículo 36 establece que, de acuerdo con la ley, los instrumentos económicos son herramientas del mercado diseñadas para incentivar o prevenir ciertos comportamientos con el objetivo de promover el cumplimiento de los objetivos de la política ambiental. En el contexto de la planificación del presupuesto tributario a nivel nacional, se requiere que las entidades públicas a nivel nacional, departamental, regional y local empleen medios económicos, incluyendo los tributarios, para promover prácticas de cumplimiento ambiental y asegurar el acatamiento de las políticas ambientales nacionales y la normativa ambiental en el desempeño de sus funciones.

### **LEY ORGÁNICA DE MUNICIPALIDADES - LEY N.º 23853**

La Ley se aplica a las municipalidades, las cuales tienen la responsabilidad de representar y satisfacer las necesidades de la comunidad local en relación al tiempo y territorio. Su función principal es supervisar y preservar la flora y fauna local, que revisten gran importancia, así como establecer instituciones necesarias para fomentar el progreso. Esto beneficia al país tanto en aspectos económicos como en la regulación de actividades relacionadas con la limpieza y la protección ambiental. Además, se promueven programas del instituto ambiental, se impulsan iniciativas de reforestación, se implementan medidas de vigilancia y se salvaguardan los monumentos arqueológicos.

### **LEY N.º 27314: LEY DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS**

El Decreto Legislativo N.º 1278, aprobado el 23 de diciembre de 2016, y modificado por el Decreto Legislativo N.º 1501 el 11 de mayo de 2020, tiene como objetivo principal informar a la sociedad acerca de los derechos, responsabilidades y atribuciones relacionadas con una gestión adecuada y segura de los residuos sólidos. Se fundamenta en principios de reducción, prevención de riesgos ambientales, y protección de la salud y el bienestar de las personas. Su alcance se extiende a todas las actividades y procesos vinculados con la gestión y manejo de residuos sólidos, desde su generación hasta su disposición final.

#### **4.DESCRIPCION DEL PROYECTO**

##### **ETAPAS DE INVESTIGACIÓN**

La presente investigación denominada “Análisis de resistencia a compresión en adoquines de concreto tipo I adicionando residuos de baldosa cerámicas en diferentes porcentajes”, se ha desarrollado de la siguiente manera, en diferentes etapas:

- **UBICACION DEL VERTEDERO DE PUCALÁ**, al comienzo se pensó en recolectar los residuos de baldosa cerámica que se encontraban en las construcciones de las viviendas que estaban en proceso de construcción o remodelación, pero luego estos residuos iban a ser depositados en su mayoría en el vertedero de Pucalá. Es por esto que se eligió este lugar para la recolección de la muestra.
- **RECOLECCIÓN Y SELECCIÓN DE BALDOSA CERÁMICA**, ya sabiendo el lugar de donde va a ser extraída la muestra , se procedió a seleccionar aquellos residuos de baldosa cerámica esmaltadas que estén en buenas condiciones y que no presenten rasgo de calcinación.
- **ALMACENAMIENTO DE LA BALDOSA CERÁMICA**, la muestra fue almacenada en 4 sacos de plástico, para luego ser llevada al laboratorio y realizar los ensayos correspondientes.
- **TRANSPORTE DE LA MUESTRA**, la muestra fue transportada en camioneta hacia el laboratorio LEMS W & C E.I.R.L, en donde a la baldosa cerámica fue triturada de manera manual con un martillo de piedra, hasta tener un tamaño entre 4 cm a 6 cm, luego se procedió a meter el material a la máquina de los ángeles por media hora con el fin de obtener una consistencia fina.
- **ENSAYOS DE MATERIALES**, se realizaron ensayos de granulometría, peso específico, peso unitario , etc. a los materiales empleados para la elaboraciones de los adoquines de concreto.
- **ELABORACION DE ADOQUINES**, se elaboraron 48 adoquines (12 patrón y 36 con adición de 5%,10 y 15 % baldosa cerámica)
- **ENSAYOS ADOQUINES DE CONCRETO**, se realizaron ensayos de compresión (7,14 y 28 días) y abrasión (28 días).

## **UBICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO**

El propósito de este estudio es analizar los impactos que se generan la elaboración de adoquines de concreto, adicionando diferentes proporciones de baldosas cerámicas para mejorar su resistencia a compresión. La investigación tuvo lugar en el laboratorio LEMS W & C E.I.R.L, ubicado en la ciudad de Chiclayo, específicamente en la dirección Prolongación Bolognesi Km. 3.5. Se debe señalar que la baldosa cerámica fue extraída del vertedero ubicado en el distrito de Pucalá.

### **ÁREA DE INFLUENCIA**

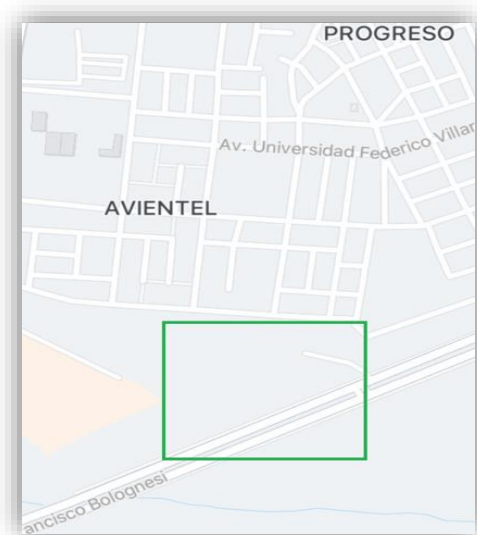
#### **AREA DE INFLUENCIA DIRECTA**

Comprende el laboratorio LEMS W & C E.I.R.L ubicado en la carretera de la Prolongación Bolognesi Km. 3.5 de Chiclayo y casas aledañas, se puede observar en la presente imagen:



#### **AREA DE INFLUENCIA INDIRECTA**

Comprende todo el tramo de la prolongación Bolognesi, así como parte del local Infinity Club, y casas anexas a este local, como se muestra en la siguiente imagen :



*Fuente: Google Maps*

## **LINEA BASE AMBIENTAL**

### **GENEALIDADES**

La presente investigación tiene como base realizar el análisis de resistencia a compresión en adoquines de concreto tipo I adicionando residuos de baldosas cerámicas en diferentes porcentajes, estos residuos serán obtenidos del vertedero de Pucalá.

### **UBICACIÓN**

La producción masiva de adoquines y todos sus componentes para la producción (triturados de las baldosas cerámicas, tamizado, elaboración de concreto y adoquines) se desarrollará en el Prolongación Bolognesi Km. 3.5 de Chiclayo.



Ubicación donde se hará la elaboración masiva de adoquines de concreto con adición de baldosas cerámicas.

*Fuente: Google Maps*

## LINEA BASE FÍSICA

### CLIMA

El proyecto se encuentra localizado en Prolongación Bolognesi Km. 3.5 en el distrito y provincia de Chiclayo-Lambayeque.

El clima de Chiclayo deriva de las condiciones atmosféricas estables generalmente de la costa peruana. Según el sistema de clasificación climática de C.W.Thornthwaite, el clima de Chiclayo corresponde a zonas desérticas de características semicálidas, con poca lluvia o deficiencia de ellas en todas las estaciones del año y a las que se asocia una alta humedad relativa.

### TEMPERATURA

La temperatura media anual en la estación meteorológica de Lambayeque es de 20.91°. La temperatura máxima fue de 29.08° y la mínima fue de 14.76°, teniendo una amplitud térmica no mayor de 15°.

MES	TEMPERATURA MEDIA MENSUAL(°C)	
	MAX	MIN
ENERO	27.48°	18.98°
FEBRERO	29.08°	20.65°
MARZO	28.94°	19.95°
ABRIL	25.96°	17.88°
MAYO	23.73°	17.40°
JUNIO	23.15°	17.22°
JULIO	23.11°	16.36°
AGOSTO	22.74°	15.17°
SETIEMBRE	22.24°	14.80°
OCTUBRE	22.13°	14.76°
NOVIEMBRE	23.66°	15.64°
DICIEMBRE	24.37°	16.42°
<b>MEDIA ANUAL</b>	<b>24.71°</b>	<b>17.10°</b>

*Fuente: Senamhi*

### PRECIPITACIÓN

La precipitación en el área del proyecto son medidas por la única estación que hay en Lambayeque.

MES	PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL (mm/día)
	TOTAL
ENERO	0.12
FEBRERO	0.37
MARZO	0.00
ABRIL	0.24
MAYO	0.13
JUNIO	0.01
JULIO	0.00
AGOSTO	0.00
SETIEMBRE	0.01
OCTUBRE	0.27
NOVIEMBRE	0.00
DICIEMBRE	0.00
<b>PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL</b>	<b>0.10</b>

*Fuente: Senamhi*

### **HUMEDAD RELATIVA**

Los valores de humedad relativa mensual presentan valores altos en el mes de agosto y setiembre con 86.72% y 87.64%, el valor medio anual es de 83.55%.

MES	HUMEDAD RELATIVA MEDIA MENSUAL (%)
ENERO	79.91
FEBRERO	81.93
MARZO	78.38
ABRIL	83.85
MAYO	86.07
JUNIO	85.46
JULIO	86.47
AGOSTO	86.72
SETIEMBRE	87.64
OCTUBRE	84.20
NOVIEMBRE	80.53
DICIEMBRE	81.40
<b>HUMEDAD MEDIA ANUAL</b>	<b>83.55</b>

*Fuente: Senamhi*

### **VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DEL VIENTO**

En la ciudad de Chiclayo la velocidad promedio anual del viento es de 5.1m/s, que permanece constante, debido a la topografía llana.

La dirección (o procedencia) predominante del viento es de componente sur, este régimen persiste durante todos los meses del año con intrascendentes condiciones de calma durante el día; máxima variación y procedencia del viento ligeramente mayor en el verano.

Características del viento en la Ciudad de Chiclayo						
Viento	Verano		Invierno		Anual	
	Dirección	Velocidad (m/s)	Dirección	Velocidad (m/s)	Dirección	Velocidad (m/s)
<b>Medio</b>	<b>S</b>	<b>6.1</b>	<b>S</b>	<b>5.7</b>	<b>S</b>	<b>6.1</b>
<b>Máximo</b>	<b>S</b>	<b>6.6</b>	<b>S</b>	<b>6.9</b>	<b>S</b>	<b>8.9</b>
<b>Mínimo</b>	<b>S</b>	<b>5.1</b>	<b>S</b>	<b>4.8</b>	<b>S</b>	<b>5.0</b>

*Fuente: Wearther Online*

## CALIDAD DEL AIRE

Según el diagnóstico de la calidad del aire de la ciudad de Chiclayo, se aprecia una degradación de la calidad del aire por la presencia de emisiones proveniente de fuentes fijas y fuentes móviles. Esto ocurre en dos situaciones concreta:

- Las fuentes móviles generan las mayores emisiones de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO) y compuestos orgánicos volátiles (COV). Las fuentes móviles están constituidas por el parque automotor.
- Las fuentes fijas constituyen como las mayores emisoras de material en partículas, emiten el 97% de las partículas en suspensión (PTS).

## GEOMORFOLOGÍA

La geomorfología del área de estudio perteneciente distrito de Chiclayo generalmente está compuesta por depósitos sedimentarios aluviales específicamente dado a que Chiclayo se encuentra en localización costera de la región Lambayeque, conformado por terrenos generalmente llanos y con ligeras ondulaciones longitudinales. La característica de una tierra plana o cuesta suave que se forma gradualmente cuando se depositan sedimentos por la inundación periódica de corrientes o ríos; por lo que en el área de proyecto se tiene suelos granulares donde predominan los finos como las arcillas, arenas y arcillas areno-limosas.

## HIDROGRAFÍA

Chiclayo cuenta con dos fuentes de agua para las diversas actividades de la población y su entorno, una fuente superficial (cuenca Chancay-Lambayeque y subcuencas Chotano y Conchano) y la otra subterránea. La cuenca Chancay-Lambayeque, tiene un área de 2 380,5 Km<sup>2</sup> y su principal río es el Chancay-Lambayeque, con una longitud de 13.6 Km., con una masa media anual de 886,7 m<sup>3</sup>. El nivel freático de la zona es aproximadamente 2 metros.

## CALIDAD DEL AGUA

En la calidad de agua que se utilizó para la investigación, es agua potable de la misma zona de Chiclayo.

## TOPOGRAFÍA

El terreno en estudio presenta topografía plana.

## SUELO

El suelo de apoyo estudiado se desarrolla a partir de -0.30 m (promedio) desde el nivel de terreno natural, identificándose como una Arcilla de mediana plasticidad (CL), se encuentra en un estado de compacidad densa con estructura tipo cohesiva (Muestra tomada de C-1, C-2, C-3). Generalmente estos materiales en este estado poseen mala capacidad de carga; el diseño estructural será proyectado en base a las cargas que llegan en cada columna. Existe evidencia de Insignificante cantidad de sales solubles totales, por lo que recomendamos utilizar cemento Adicionado tipo MS o Tipo I o similar en el diseño de las cimentaciones.

## LINEA BASE BIOLÓGICA

### FORMACIÓN ECOLÓGICA

La zona donde se realizará la elaboración de los adoquines de concreto no cruza por una zona hidrológica, o de interés ecológico

### FLORA

El área de influencia directa está conformada por árboles, arbustos localizados como áreas verdes a un costado del laboratorio donde se realizó la elaboración de los adoquines.

FLORA	NOMBRE CIENTÍFICO
Palmera	Arecaceae
Molle	Schinus molle
Guaba	Inga edulis
Maíz	Zea mays
Papelillo	Chimarrhis hookeri

### FAUNA

En el área de influencia directa la fauna existente está representada por algunas aves silvestres como los pájaros, y animales menores como lagartijas e insectos

AVES	NOMBRE CIENTÍFICO
Tórtolas	Zenaida auriculata
Gorriones	Passer domesticus
Jilgueros Dorados	Sicalis flaveola

## **PAISAJES**

En la zona no se ha identificado presencia de paisajes de tipo natural geológico, solo paisaje urbano que serían los parques afectados en lo que dure el plazo de ejecución de obra. Se realizará una circulación del área de excavación para evitar la contaminación de áreas ajenas a la del proyecto. Así mismo se identificará los puntos de acumulación de material de excavación, de tal manera no se afecta a la normalidad del ecosistema encontrado

## **ECOSISTEMAS ACUÁTICOS**

En el área de influencia directa e indirecta del proyecto no presenta ecosistemas acuáticos.

## **LINEA BASE SOCIOECONÓMICA**

### **DEMOGRAFÍA**

Según el censo del año 2017, nos muestran que 81.1% de la población total pertenece al área urbana, mientras que el porcentaje restante (19.9%) pertenece al sector rural. A nivel provincial, la mayor parte de la población urbana se encuentra en Chiclayo con un 94.9%, con un total de 758,872 habitantes registrados en el último censo, incrementando en 52,326 habitantes con respecto al censo realizado en el 2007.

### **SALUD**

Entre las enfermedades preexistentes que padecen algunos pobladores cercanos son las infecciones respiratorias junto con una infección que la dermatología denomina pitiriasis la cual se produce por la exposición de la piel con el polvo y mosquitos aledaños a la zona del proyecto (debido a que acumulan la basura).

### **ECONOMÍA**

En la economía de la zona, se pueden observar tiendas aledañas (bodegas) las cuales brindan sus servicios a los pobladores de la localidad, así como también locales que son alquilados para algún evento ;otra fuente de ingreso en la zona es el factor transporte, compuesto por los mototaxistas que realizan carreras .

### **VIVIENDAS**

Con respecto al déficit de la vivienda se mantiene debido a que la población cuenta con viviendas con abastecimiento de agua y conexión a desagüe.

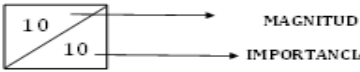
### **TRANSPORTE**

El transporte utilizado para desplazarse por la zona del proyecto, son aquellas que provienen de vehículos motorizados como: mototaxis, carros; así como también de vehículos no motorizados: bicicletas, y autos menores. La unidad poblacional cuenta con todas sus calles pavimentadas.

**COMUNICACIONES**

- ✓ Telefonía: Existe cobertura las 24 horas del día.
- ✓ Energía eléctrica: Cuenta con un servicio de energía eléctrica durante las 24 horas del día.
- ✓ El suministro tiene red de alta tensión y cableado domiciliario aéreo.
- ✓ Canales de televisión: Los canales que se sintonizan son los de Chiclayo y Lima.

**MATRIZ DE LEOPOLD PARA LA ELABORACION DE ADOQUINES PATRÓN Y CON ADICIONES DE BALDOSAS CERÁMICAS**

MATRIZ DE LEOPOLD																			
SIMBOLOGÍA			1. RECOLECCIÓN BALDOSAS CERÁMICA			2. MANIPULACIÓN DE LA BALDOSAS CERÁMICA			3. ELABORACIÓN DE ADOQUINES DE CONCRETO					4. CONTROL DE CALIDAD ADOQUINES DE CONCRETO		MAGNITUD IMPACTO	PROMEDIO		
			TRANSPORTE AL VERTEDERO DE PUCALÁ	RECOLECCIÓN Y SELECCIÓN DE BALDOSAS CERÁMICA	ALMACENAMIENTO BALDOSAS CERÁMICA	TRANSPORTE DE LA BALDOSAS CERÁMICA	TRITURACIÓN Y TAMIZADO DE LA BALDOSAS CERÁMICA	ELABORACIÓN DE ENSAYOS A LA BALDOSAS CERÁMICA	OBTENCIÓN DEL MATERIAL PÉTRRO	TRANSPORTE DE AGREGADOS Y CEMENTO	TAMIZADO A LA ARENA	ELABORACIÓN DE LA MEZCLA	VIBROCOMPACTACIÓN DE LA MEZCLA	ALMACENAMIENTO DE LAS UNIDADES ELABORADAS	CURADO DE LAS MUESTRAS			ENSAYO DE COMPRESIÓN	ENSAYO DE ABRASIÓN
TIPO DE IMPACTO : POSITIVO(+), NEGATIVO(-) IMPORTANCIA : Intensidad o Grado de Incidencia del Impacto MAGNITUD: Extensión del impacto dentro del área de influencia																			
FACTORES AMBIENTALES	AIRE	Emisión de gases	-3	2			-3	4			-6	-4			-3				-19
		Nivel de polvo(partículas suspensión)		-2	-1		-4	-3			-6	-3			-2				-22
		Nivel de ruidos	-1	-1	2		2	4			6	2			1				22
AGUA	TIERRA	Uso de agua potable		1	1		-1	3			-6	-3			1			-24	
		Calidad /Capacidad suelo		6															26
FACTORES BIOLÓGICOS	FLORA	Morfología del suelo		6	5						-3								-5
		Arbustos		6	5														3
		Cubierta vegetal		4	5														1
FACTORES ECONÓMICAS, SOCIALES Y ESTÉTICO	PAISAJE	Calidad visual		4	4														12
		Material geológico de la superficie		4	4														-2
		Relieve y carácter topográfico		5	-1														
	ECONOMÍA	Vistas y paisaje		4	4														4
		Nivel de empleo	1	1	1		3	4			3	7							1
		Actividades económicas afectadas	1	1	1		3	4			3	1							22
		Salud	1	1	1		3	4			3	3							1
FACTORES HUMANOS Y ESTÉTICOS	Calidad de vida	1	1	1		-1	4			-6	1							1	
		1	1	1		3	4			3	1							1	
MAGNITUD			-1	6	29	-3	4	0	24	-5	6	3	1	-21	5	2	55	2	
IMPORTANCIA			6	29	32	-3	4	24	-5	6	3	1	-21	5	2	55	2	2	
PROMEDIO			-4	126	-4	4	-16	3	-137	43	-2	-37	-21	-1	-4	3	4	-43	

Fuente : Propia

En la primera etapa del Manejo de la baldosa cerámica, la actividad de recolección y selección de esta destaca por generar un impacto positivo significativo, obteniendo una puntuación de 126. Esto se debe a que se logra reducir la cantidad de residuos de baldosa cerámica que se acumulan en el vertedero de Pucalá.

Durante la tercera etapa, conocida como Producción de adoquines, en la actividad de "Obtención de material pétreo", se observa un impacto considerable en diversos aspectos, obteniendo una puntuación negativa de -137. Esto se da cuando ocurre la explotación constante de arena y piedra, lo cual tiene consecuencias significativas en el relieve y la topografía de la cantera.

El nivel de ruido es uno de los factores ambientales más afectados de forma negativa, con una puntuación de -90. Esta situación se observa a lo largo de todas las etapas del proceso, desde la recolección inicial de la baldosa cerámica hasta el control de calidad de los adoquines elaborados. Además, otro factor a considerar es la presencia de partículas en suspensión, con una puntuación de -79, que se produce durante el proceso de obtención de los agregados. Estas partículas pueden representar un riesgo para la salud, especialmente para las vías respiratorias de las personas.

Por otra parte el factor que experimenta el impacto más positivo es el Nivel de Empleo, con una calificación de 86. Esto se debe a que durante todo el proceso de producción de los adoquines se generan oportunidades de trabajo para cada una de las actividades involucradas

#### **PLAN DE MANEJO AMBIENTAL**

Con el objetivo de evitar, reducir o mitigar los impactos negativos identificados y evaluados, se ha propuesto un Plan de Manejo Ambiental. Este plan debe ser considerado en cada etapa del proyecto ya mencionado anteriormente.

<b>AIRE</b>			
<b>Impacto</b>	<b>Actividad causante</b>	<b>Enfoque de control</b>	<b>Alternativas propuestas</b>
<b>Emisión de gases</b>	Tráfico de vehículos	Mitigación	Realizar el mantenimiento preventivo de los equipos y maquinaria empleados en la construcción siguiendo las indicaciones del fabricante.
	Empleo de equipos y maquinaria	Prevención	Seleccionar un combustible que genere una baja emisión de gases perjudiciales para la atmósfera. Es importante optar por combustibles más limpios y menos contaminantes, como aquellos que produzcan una menor cantidad de gases nocivos.
<b>Nivel de ruido</b>	Tráfico de vehículos	Mitigación	Reducir al mínimo el uso de sirenas u otras fuentes de ruido en los vehículos o maquinarias utilizadas durante el proceso. Limitar el uso de estas señales acústicas ayuda a disminuir la contaminación sonora y a mitigar posibles molestias para la población circundante.
	Empleo de equipos y maquinaria	Prevención	Personas involucradas que están expuestas a estos sonidos deben usar protectores auditivos.
	Manipulación de agregados reciclados	Prevención	Informar a la población cercana sobre los horarios en los que se llevará a cabo el trabajo con maquinaria, con el objetivo de que puedan tomar las medidas preventivas necesarias.
<b>Partículas en suspensión</b>	Manipulación de agregados reciclados	Control	Humedecer los materiales con el fin de prevenir la dispersión del polvo. Al realizar esto se reduce la posibilidad de que el polvo se disperse en el ambiente.
		Prevención	En la movilización del material excedente se debe humedecer y debe tener una red que lo cubra, con el objetivo de evitar que se derrame este material.
	Elaboración de concreto	Mitigación	Es importante que todas las personas involucradas en el proceso cuenten con el equipo de protección personal (EPP) adecuado para evitar el contacto directo con el polvo residual de la mezcla.

<b>SUELO</b>			
<b>Impacto</b>	<b>Actividad causante</b>	<b>Enfoque de control</b>	<b>Alternativas propuestas</b>
<b>Morfología del suelo</b>	Obtención del material pétreo	Prevención	Es necesario llevar a cabo una demarcación o delimitación de la zona que se va a explotar con el propósito de evitar involucrar áreas que no estén designadas para ese fin.
<b>Calidad/Capacidad del suelo</b>	Obtención del material pétreo	Control	Implementar programas de capacitación dirigidos a todo el personal involucrado en actividades de extracción de agregados, con el objetivo de brindarles conocimientos sobre diversas técnicas de manejo y conservación del suelo
		Mitigación	Se aprovechará todo el suelo removido en condiciones adecuadas durante el proceso de extracción de agregados para su utilización en otras actividades, permitiendo así un aprovechamiento óptimo de este recurso.
	Producción de concreto	Prevención	Es necesario eliminar cualquier exceso de residuo de concreto en una ubicación temporal designada, conocida como escombrera, con el fin de proceder a su disposición final adecuada.

<b>AGUA</b>			
<b>Impacto</b>	<b>Actividad causante</b>	<b>Enfoque de control</b>	<b>Alternativas propuestas</b>
Agua potable	Producción de concreto	Prevención	Es fundamental llevar un control del consumo de agua durante la actividad con el fin de prevenir un uso excesivo de este recurso. Registrar y supervisar el consumo de agua permite identificar posibles desperdicios, establecer medidas de eficiencia y tomar acciones para reducir la demanda innecesaria. Esta práctica contribuye a la conservación del agua y promueve un uso responsable y sostenible de este recurso vital.