



Universidad  
Señor de Sipán

**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y  
URBANISMO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS**

**Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas de  
Adoquines Usando Cartón como Agregado Reciclado**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
CIVIL**

**Autor**

Bach. Hernandez Olivos Immer Joel  
<https://orcid.org/0000-0003-1934-421X>

**Asesor**

Mg. Villegas Granados Luis Mariano  
<https://orcid.org/0000-0001-5401-2566>

**Línea de Investigación**

**Infraestructura, Tecnología y Medio Ambiente**

**Pimentel – Perú**

**2023**

**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE ADOQUINES  
USANDO CARTÓN COMO AGREGADO RECICLADO**

**Aprobación del jurado**

---

(Mg. VILLEGAS GRANADOS LUIS MARIANO)

**Presidente del Jurado de Tesis**

---

(Mg. SALINAS VASQUEZ NESTOR RAUL)

**Secretario del Jurado de Tesis**

---

(Mg. CHAVEZ COTRINA CARLOS OVIDIO)

**Vocal del Jurado de Tesis**


**DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD**

Quien suscribe la DECLARACIÓN JURADA, soy egresado (s) del Programa de Estudios de **ingeniería civil** de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaro bajo juramento que soy autor del trabajo titulado:

**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE ADOQUINES USANDO CARTÓN COMO AGREGADO RECICLADO**

El texto de mi trabajo de investigación responde y respeta lo indicado en el Código de Ética del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Señor de Sipán, conforme a los principios y lineamientos detallados en dicho documento, en relación con las citas y referencias bibliográficas, respetando el derecho de propiedad intelectual, por lo cual informo que la investigación cumple con ser inédito, original y autentico.

En virtud de lo antes mencionado, firma:

Hernandez Olivos Immer Joel	DNI: 75397143	
-----------------------------	---------------	---

Pimentel, 26 de Noviembre del 2023.

## **Dedicatoria**

A Dios por ser mi guía y  
brindarme la sabiduría  
durante los años de estudio.

A mi madre por apoyarme  
incondicionalmente a  
pesar de las adversidades.

A mi hermana por creer en mi y  
ser parte importante en mi camino  
hacia el profesionalismo.

## Agradecimientos

Agradezco a Dios porque cada día bendice mi vida e ilumina, brindándome salud y siendo mi guía en cada paso que doy.

A los docentes involucrados en el trayecto de mi vida universitaria por sus enseñanzas.

A mi madre y hermana por ser las principales participes en este sueño, gracias a ellas por confiar y creer en mis capacidades, siendo mi motivación en momentos de flaquezas.

## Índice

Dedicatoria .....	4
Agradecimientos .....	5
Índice de tablas .....	7
Índice de figuras .....	8
Índice de ecuaciones .....	9
Resumen .....	10
Abstract .....	11
I. INTRODUCCIÓN .....	12
1.1. Realidad problemática. ....	12
1.2. Formulación del problema.....	21
1.3. Hipótesis .....	22
1.4. Objetivos.....	22
1.5. Teorías relacionadas al tema.....	22
II. MATERIALES Y MÉTODO .....	30
2.1. Tipo y Diseño de Investigación .....	30
2.2. Variables, Operacionalización.....	31
2.3. Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección.....	33
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad..	35
2.5. Procedimiento de análisis de datos.....	36
2.6. Criterios éticos .....	49
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	51
3.1. Resultados.....	51
3.2. Discusión .....	62
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	66
4.1. Conclusiones .....	66
4.2. Recomendaciones .....	66
REFERENCIAS .....	68
ANEXOS .....	75

## Índice de tablas

<b>Tabla I</b> Tipos y características de los adoquines.....	24
<b>Tabla II</b> Absorción de los Adoquines.....	26
<b>Tabla III</b> Operacionalización de la variable .....	32
<b>Tabla IV</b> Muestras de adoquín 320 kg/cm <sup>2</sup> con adición de cartón como agregado reciclado .....	34
<b>Tabla V</b> Resumen de resultados de canteras seleccionadas .....	51
<b>Tabla VI</b> Propiedades físicas de los áridos pétreos .....	52
<b>Tabla VII</b> Propiedades físicas del Cartón .....	52
<b>Tabla VIII</b> Diseño de Mezcla del Adoquín .....	53
<b>Tabla IX</b> Resultados promedio del Ensayo de Asentamiento al Adoquín Patrón e incorporando Cartón como Árido Reciclado (AR) .....	54
<b>Tabla X</b> Resultados promedio del Ensayo de Temperatura al AP e incorporando Cartón como AR.....	54
<b>Tabla XI</b> Resultados promedio del Ensayo de Absorción al AP e incorporando Cartón como Árido Reciclado (AR).....	55
<b>Tabla XII</b> Porcentaje óptimo de Cartón como Agregado Reciclado en los Adoquines Experimentales. ....	59
<b>Tabla XIII</b> Adoquines con mezcla diseño patrón .....	59
<b>Tabla XIV</b> Adoquines con mezcla 5% de carton .....	61

## Índice de figuras

<b>Fig. 1.</b> Prueba de Asentamiento Cono de Abrams.....	25
<b>Fig. 2.</b> Diagrama de flujo de procesos .....	37
<b>Fig. 3.</b> Muestra de la Cantera La Victoria - Árido Fino.....	38
<b>Fig. 4.</b> Muestra de la Cantera Tres Tomas - Árido Grueso.....	39
<b>Fig. 5.</b> Bolsa de material cementicio Tipo I – 42.5 kg.....	39
<b>Fig. 6.</b> Material de Cartón como Agregado Reciclado .....	40
<b>Fig. 7.</b> Tamizado del árido fino y grueso .....	41
<b>Fig. 8.</b> Realización del peso unitario compactado del árido fino.....	42
<b>Fig. 9.</b> Peso de la muestra seca al horno.....	43
<b>Fig. 10.</b> Árido Fino y Árido Grueso.....	44
<b>Fig. 11.</b> Ensayo de absorción a los áridos pétreos.....	44
<b>Fig. 12.</b> Medición del asentamiento .....	46
<b>Fig. 13.</b> Determinación de la Temperatura.....	46
<b>Fig. 14.</b> Resistencia a la Compresión de las Muestras Experimentales .....	47
<b>Fig. 15.</b> Resistencia a la Flexión de las Muestras Experimentales.....	48
<b>Fig. 16.</b> Ensayo de Abrasión de las Muestras Experimentales.....	49
<b>Fig. 17.</b> Resultados de resistencia a compresión.....	56
<b>Fig. 18.</b> Resultados de resistencia a flexión.....	57
<b>Fig. 19.</b> Comparación de ensayo de Abrasión .....	57



## Índice de fórmulas

<b>Fórmula I.</b> Determinación del Ensayo de Densidad.....	25
<b>Fórmula II.</b> Determinación del Ensayo de Absorción.....	26
<b>Fórmula III.</b> Determinación de la Resistencia a la Flexión.....	27
<b>Fórmula IV.</b> Módulo de Rotura < 5%.....	27
<b>Fórmula V.</b> Alfa de Cronbach.....	35

## Resumen

Recientemente, ha habido un creciente interés por parte de varios investigadores en la exploración de materiales alternativos que posean cualidades deseables para reemplazar los agregados convencionales en la manufactura de adoquines de concreto. El propósito de este estudio fue evaluar las propiedades físicas y mecánicas de adoquines que incorporan cartón como un agregado reciclado. La metodología adoptada se enmarca en la aplicación de un diseño experimental. En este proceso, se fabricaron adoquines de referencia y otros con diferentes proporciones de cartón reciclado, a saber, 5%, 10% y 20%. Se llevaron a cabo diversos ensayos para evaluar propiedades como el asentamiento, la temperatura, la absorción, la densidad, la resistencia a la compresión, la resistencia a la flexión y la resistencia al desgaste. Los resultados indicaron que la adición de cartón tenía un impacto en el asentamiento, la temperatura, la absorción y la densidad de los adoquines. Además, se observó que la resistencia a la compresión era más alta en los adoquines de referencia, mientras que la resistencia a la flexión alcanzaba su máximo con un 10% y 20% de cartón, y la resistencia al desgaste variaba en función de la cantidad de cartón incorporada. En resumen, se sugiere que se realicen investigaciones adicionales para determinar con precisión el porcentaje óptimo de cartón. A pesar de las ventajas en términos de sostenibilidad asociadas con la inclusión de cartón como agregado, es esencial evaluar minuciosamente su impacto en las propiedades de los adoquines en futuros proyectos.

**Palabras Clave:** Adoquines, cartón, propiedades físicas, propiedades mecánicas.

## **Abstract**

Recently, there has been a growing interest by several researchers in exploring alternative materials that possess desirable qualities to replace conventional aggregates in the manufacture of concrete pavers. The purpose of this study was to evaluate the physical and mechanical properties of pavers incorporating cardboard as a recycled aggregate. The methodology adopted was based on the application of an experimental design. In this process, reference pavers and other pavers were manufactured with different proportions of recycled cardboard, namely 5%, 10% and 20%. Various tests were carried out to evaluate properties such as slump, temperature, absorption, density, compressive strength, flexural strength and wear resistance. The results indicated that the addition of cardboard had an impact on the slump, temperature, absorption and density of the pavers. In addition, it was observed that compressive strength was higher in the reference pavers, while flexural strength reached its maximum with 10% and 20% cardboard, and wear resistance varied with the amount of cardboard incorporated. In summary, it is suggested that further research be conducted to accurately determine the optimal percentage of cardboard. Despite the advantages in terms of sustainability associated with the inclusion of cardboard as an aggregate, it is essential to thoroughly evaluate its impact on paver properties in future projects.

**Keywords:** Paving blocks, cardboard, physical properties, mechanical properties, mechanical properties.

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática.

En el ámbito de la ingeniería, la construcción se erige como uno de los sectores de mayor incidencia en el medio ambiente. Esta influencia se manifiesta a través de diversos frentes, desde la deforestación y erosión del suelo hasta la contaminación de cuerpos de agua adyacentes, impactos en la biodiversidad local [1], consecuencias sanitarias para las poblaciones, elevado consumo energético y la agotadora explotación de recursos no renovables. Los materiales constructivos que más contribuyen a este panorama adverso son los ladrillos de mampostería, el asfalto y, especialmente, el concreto, omnipresente en escala global [2].

El componente primordial del concreto, el cemento Portland, lleva consigo una producción mundial cercana a las 25 mil millones de toneladas anuales. La manufactura de este material estructural demanda cerca de 20 mil millones de toneladas de materias primas anualmente. A su vez, la industria del cemento responde por el 10% de las emisiones de gases de efecto invernadero y el 15% del consumo eléctrico global [3]. En una búsqueda por atenuar estos impactos, se han explorado alternativas al cemento y a los agregados del concreto, como la integración de residuos de construcción y demolición (RCD) [4]. Es relevante subrayar que los RCD también acarrear consecuencias negativas en el medio ambiente, tales como problemas de salud para las comunidades cercanas, transformaciones en el paisaje, contaminación de fuentes hídricas, entre otros [5]. A pesar de esto, estos residuos han sido empleados en varias aplicaciones de ingeniería civil, como cimentaciones de carreteras, bases para diques, rellenos de tuberías, capas de vertederos, agregados para adoquines, entre otros [6, 7].

Las propiedades beneficiosas de elementos como los adoquines incluyen su resistencia, estética atractiva, facilidad de mantenimiento y capacidad de ser desmontados, reemplazados y reutilizados fácilmente [8]. En este contexto, se busca urgentemente nuevas

opciones para lidiar con problemas ambientales asociados a la gestión de desechos. El reciclaje se presenta como una solución que preserva recursos y favorece una producción sostenible [9]. Además, en países europeos, hay políticas estrictas para regular el manejo de materiales de construcción [10].

En el norte de Perú, las pavimentaciones presentan desafíos debido al incumplimiento de normativas. Se estima que el 60% de las vías pavimentadas están en mal estado, lo que puede afectar la eficiencia peatonal y provocar accidentes [11]. Esta situación se ve agravada por la escasa demanda de maquinaria para reciclar materiales de construcción. A pesar de ello, se espera que este escenario cambie a medida que se promueva el uso de estos métodos. El uso de materiales alternativos surge como respuesta a la sobrecarga de desechos, lo que podría mejorar la calidad final del producto [12]. Aun así, hay un punto positivo: la conciencia creciente entre profesionales sobre los problemas ambientales derivados de la sobreexplotación de materiales de construcción. Aunque estos desechos se emplean con frecuencia en obras, su reutilización aún no es suficiente, lo que resulta en la mayoría de los desechos siendo depositados en vertederos cercanos [13].

Por otro lado, existen investigaciones que se han efectuado para evaluar el comportamiento del adoquín de concreto cuando se incorpora agregado reciclado por el agregado natural. Desde esta perspectiva, Contreras et al. [14], en su artículo titulado "Uso de materiales reciclados de construcción y demolición en la construcción de pavimentos urbanos" tuvieron como finalidad analizar las propiedades del adoquín elaborado con agregados reciclado (RA). La metodología fue de tipo experimental (ED). Se utilizaron 4 tipos diferentes de agregados, arena natural (0–4 mm), grava natural (4–12 mm), arena reciclada (0–4 mm) y grava reciclada (4–12 mm). Se sustituyó los áridos naturales por RA (0, 20, 50 y 100% en peso). Los resultados indicaron que la sustitución parcial o total de los AN por RA incrementó la absorción de agua y la porosidad aparente, mientras reducía la densidad aparente (AD) y la resistencia a la compresión (CRS). A pesar de esto, todas las unidades con agregados reciclados cumplían con los estándares mínimos requeridos por la norma EN

1338. Además, algunas composiciones con RA obtuvieron resultados superiores en resistencia a la tracción (TRS) y flexión (FRS), clasificándose como Clase 1 y marcadas como S según la norma EN 1340. En términos de resistencia a la abrasión (ABRRS), la mayoría de las unidades prefabricadas se clasificaron como Clase 4 y I ( $\leq 20$  mm). Concluyendo que, el concreto prefabricado con RA cumple con los criterios de tolerancia para ser considerado Clase 3 ( $\leq 1,5$  kg/m), lo que sugiere su idoneidad para su uso en áreas peatonales o con alto tráfico.

Umer et al. [15], en su artículo titulado “Desempeño mecánico y resistencia al desgaste de adoquines de concreto usando exclusivamente materiales reciclados, producidos mediante presión” propusieron elaborar adoquines con agregados 100% reciclados y una cantidad mínima de cemento. Se llevó a cabo una metodología ED exhaustiva para averiguar los valores óptimos de relación de agregado fino a grueso, contenido de cemento para los adoquines de concreto, de modo que se alcance una CRS mínima de 35 MPa a los 7 días. Los resultados evidenciaron que las mezclas de concreto con contenidos de agregados finos y gruesos de 60% y 40%, respectivamente, contenidos de cemento de 15% y 20%, y una presión de vaciado de 20 MPa son las más económicas y factibles para producir adoquines de concreto que exhiban el objetivo de CRS. Asimismo, la naturaleza porosa del RA afectó positivamente la CRS de los adoquines, especialmente en un ambiente salino. La máxima absorción de agua (ABSA) de los adoquines RA fue del 6,34 %, lo que se encontró dentro del rango aceptable, sin embargo, su contracción por secado fue mayor que la de los adoquines de concreto convencional. Concluyendo que, es factible y confiable fabricar adoquines de concreto de 35 MPa de resistencia a la compresión a los 7 días (o 55 MPa a los 28 días) al reemplazar los agregados 100% naturales con RA (tanto finos como gruesos), utilizando 20% de contenido de cemento, y empleando fundición por compresión.

Ahmad et al. [16], en su artículo titulado “Análisis de un tipo de concreto ecológico que emplea cenizas de pasta de papel como sustituto parcial” analizaron los beneficios de resistencia, económicos y ambientales de las cenizas de pulpa de papel como materiales de

construcción. La metodología fue de tipo aplicada y para ello incorporaron porcentajes de 0%, 5%, 10% y 15% y 20% de cenizas de papel. Se efectuaron ensayos mecánicos y al impacto. Los resultados evidenciaron que, la consistencia normal del concreto aumentó ligeramente con la incorporación de RA. Asimismo, se observó un aumento en el tiempo de fraguado; esto se debe a la mayor cantidad de CaO presente. Posteriormente, la fluidez del concreto disminuyó con la incorporación de RA debido a su gran capacidad para absorber agua. Y finalmente, la CRS, FRS, TRS y al impacto, aumentaron con la incorporación de RA. Específicamente, la CRS de 28 días de la mezcla de control observó una mejora de 5,6 y 1,2 % para 5 y 10 % de sustitución. Luego, la energía de impacto del concreto fue 2,39 veces mayor que la del concreto convencional y que su capacidad de ABSA de energía fue un 9,46 % mayor. Concluyendo que, aunque el RA se puede usar en concreto hasta cierto nivel (5 a 10%), se requiere una investigación más exhaustiva antes de que se pueda usar en la práctica.

Kumar et al. [17], en su artículo titulado “Elaboración de bloques para pavimentos a partir de desechos de construcción y demolición” evaluaron el comportamiento del adoquín al incorporar RA. Para su metodología fabricaron adoquines reciclados (RPB) de 80 mm en forma de I en la configuración de fábrica y laboratorio reemplazando 10 mm (0 %, 15 %, 30 %, 45 %, 60 % y 75 %) de agregados gruesos naturales (NAC) por áridos gruesos reciclados (RAC). Las muestras fueron sometidas a ensayos mecánicos. Los resultados mostraron que, cuando los RPB se sometieron a pruebas de propiedades mecánicas, se observó que no hubo cambios significativos en las propiedades de los adoquines hasta un 60% de reemplazo de NCA. Pero cuando el porcentaje de reemplazo aumentó al 75%, mostró un cambio significativo en estas. Asimismo, la AD de los adoquines disminuyó con el aumento del contenido de RAC y los RPB fabricados en laboratorio eran entre un 3 y un 4 % más pesados o más densos. Igual modo, la CRS de las muestras también disminuyó con el aumento del contenido de RCA; no obstante, cuando se adicionó hasta un 60% observaron que la CRS promedio de 7 días fue del 81% de la resistencia objetivo, es decir, 43 MPa. Concluyendo

que, el RA se puede reemplazar hasta un 60% de los agregados naturales en la fabricación de los adoquines, puesto que sus características de resistencia son similares a las resistencias tradicionales.

Becerra et al. [18], en su artículo titulado “Evaluación de las características físicas y mecánicas de bloques de concreto hechos con materiales reciclados de construcción y demolición” buscaron fabricar adoquines de concreto reemplazando el NA por RA. La metodología fue de tipo aplicada, ED. Los porcentajes de sustitución fueron 15%, 30% y 45%. Las principales características estudiadas para el agregado grueso fueron el tamaño de partícula, la AD y la densidad específica. Las principales características estudiadas en los adoquines fueron la ABSA, la densidad y la FRS. Los resultados evidenciaron que, la densidad de los adoquines disminuyó al aumentar el porcentaje de reemplazo de RA debido a la alta porosidad de los RA. Por otro lado, se encontró que los adoquines con un 15% de sustitución fueron los únicos que alcanzaron el promedio de FRS indicado en la norma. Concluyendo que, los adoquines fabricados se pueden utilizar en áreas con alta precipitación o niveles freáticos elevados, así como en aparcamientos o aceras.

Hossiney et al. [19], en su artículo titulado “Adoquines de concreto ecológico con áridos reciclados de asfalto para mejorar la movilidad urbana sostenible” presentan el desarrollo de adoquines para uso peatonal utilizando diferentes residuos. La metodología fue de ED, y para ello, se produjeron en laboratorio con niveles de reemplazo de agregados reciclado de 0%, 20%, 40%, 60% y 80% en peso de agregados gruesos y finos vírgenes. Los adoquines desarrollados se probaron en cuanto a dimensiones y tolerancias, ABSA, CRS y ABRRS según IS15658: norma 2006. Los resultados del estudio de laboratorio muestran que los RA se pueden introducir para producir adoquines de calidad deseable. Concluyendo que, utilizar RA ofrece una nueva vía para gestionar el exceso de residuos, que de otro modo acabaría en los vertederos, lo que supondría pérdidas para la industria de la pavimentación.

Haigh et al. [20], en su artículo titulado “Estudio del rendimiento mecánico de fibras de papel reciclado en mezclas de cemento y concreto” investigaron experimentalmente las



propiedades mecánicas de compuestos de cemento que contienen kraft (KF) derivadas de residuos de cartón. La metodología fue de tipo aplicada, ED. Se agregaron KF y metacaolín al concreto. Probaron la resistencia en tres mezclas con 5% de KF crudo, KF modificado y concreto modificado. Aplicaron humo de sílice en las paredes de KF y MK para reducir la alcalinidad. Los resultados mostraron que, las muestras modificadas con KF tenían una CRS y TRS más fuerte de 20 y 9 MPa, en comparación con los KF en bruto. Sin embargo, los KF en bruto exhibieron una mayor FRS de 2.5 MPa. La CRS, TRS y FRS del control fue de 25, 10 y 2.6 MPa, respectivamente. Concluyendo que, la adición de metacaolín y KF a las mezclas de concreto puede influir significativamente en las propiedades mecánicas del material, lo que puede ser relevante en aplicaciones específicas de la construcción.

Ahmad et al. [21], en su artículo titulado “Resistencia mecánica y durabilidad de bloques de cartón y hormigón elaborados a partir de papel reciclado” investiga la factibilidad de emplear desechos de cartón como un recurso en la construcción de estructuras livianas. Se aplicó una metodología ED para determinar la mezcla óptima, evaluando tres proporciones diferentes: 1:2:4, 1:1:2 y 1:1:1,5, analizando diversas propiedades del concreto. Los resultados indicaron que un aumento en la proporción de cartón resultó en una disminución de la resistencia mecánica y de la capacidad de aislamiento térmico del concreto, además de un incremento en la ABSA. Concluyendo que, se sugiere que los adoquines de concreto son unidades ligeras con baja resistencia, apropiadas para aplicaciones como tabiques en muros sin carga debido a su baja conductividad térmica.

Solahuddin [22], en su artículo titulado “Un análisis detallado sobre el uso de concreto elaborado con papel reciclado” revisa el potencial de papel reciclado agregando o sustituyendo con agregado fino, agregado grueso y cemento en concreto al 0%, 5%, 10%, 15% y 20%. La metodología fue de tipo aplicada, ED. Se revisan las propiedades en fresco, estructurales y de durabilidad del papel. Los resultados evidencian que las propiedades frescas, estructurales y de durabilidad del concreto aumentan con la incorporación de papel al 5% y 10%, y disminuyen a más del 10%. Asimismo, con una adición de papel del 10%, las

partículas de cemento hidratadas tienden a aumentar la resistencia del concreto más que la resistencia con una adición de papel del 5%. Concluyendo que, la incorporación de papel aporta importantes características deseables en comparación con el concreto ordinario, que no contiene residuos de papel. Asimismo, este material puede tener potencialmente propiedades favorables para su uso en la producción de adoquines al mejorar sus propiedades y rendimiento.

Kumar et al. [23], en su artículo titulado “Bloques de concreto prefabricados, sostenibles, que incluyen áridos reciclados de concreto, piedra triturada y polvo de sílice” examinaron el impacto de la adición de materiales reciclados en adoquines para contrarrestar altos niveles de contaminación y explorar nuevas opciones en la fabricación de materiales de construcción. La metodología siguió un enfoque cuantitativo, con un ED de naturaleza descriptiva y aplicada. Se incorporaron distintos porcentajes (0%, 15%, 30%, 45%, 60% y 75%) de materiales reciclados en la elaboración de adoquines, seguido de pruebas para evaluar sus propiedades físicas y mecánicas. Los resultados señalaron un aumento del 45% en la manejabilidad al emplear materiales reciclados, aunque la CRS disminuyó un 6% al incorporar un 45% de estos materiales. Se concluye que utilizar más del 45% de materiales reciclados perjudica las propiedades de los adoquines, pero su empleo en cantidades adecuadas podría reducir la dependencia de recursos naturales, fomentando así la sostenibilidad al transformar desechos en recursos útiles.

Olofinnade et al. [24], “Manejo de desechos en naciones en desarrollo: Reutilización de áridos provenientes de escoria de acero en la producción ecológica de adoquines de concreto intertrabado” emplearon materiales reciclados para reemplazar el agregado convencional en la fabricación de adoquines. La investigación siguió un enfoque cuantitativo, utilizando un ED aplicado y descriptivo. Se produjeron 144 muestras destinadas al tránsito peatonal y vehicular ligero, variando los porcentajes de sustitución del agregado fino con valores del 0%, 20%, 40%, 60%, 80% y 100% en peso. Se llevaron a cabo pruebas para evaluar las propiedades físicas y mecánicas de cada muestra. Los resultados revelaron un

aumento significativo, del 40%, en la CRS a los 28 días al reemplazar el 40% del agregado fino por residuos de concreto. Además, la TRS incrementó hasta un 10% con un reemplazo del 20% con materiales reciclados. En conclusión, la fabricación de adoquines utilizando estos materiales reciclados promueve el desarrollo sostenible en la industria de la construcción, contribuyendo a la creación de una infraestructura de pavimento más sostenible y respetuosa con el medio ambiente.

Ceballos et al. [25], en su artículo titulado “Reutilización de Escombros de Construcción y Demolición (RCD) provenientes del Campus Meléndez de la Universidad del Valle en la elaboración de adoquines” tuvieron como propósito dar un buen uso a los RA para fabricar materiales como el adoquín. La metodología empleada fue de enfoque cuantitativo, tipo aplicada, nivel descriptivo, ED. Asimismo, elaboraron muestras de adoquín con RA; no obstante, primeramente, seleccionaron los RA; y determinaron su proceso de preparación y elaboración de los mismos. Luego, dichas muestras de adoquín fueron sometidas a ensayos mecánicos. Los resultados muestran que se obtuvo una ABSA de 3,52 %; AD de 1608,21 kg/m<sup>3</sup>; y una flexotracción de 3,5 MPa. Concluyendo, que la incorporación de RA brinda un óptimo desempeño en los adoquines.

En la Ciudad de Lima, Consamollo [26], en su tesis titulada “Construction concrete wastes for the manufacture of paving blocks in San Isidro - Lima” analizó la influencia de incorporar RA en reemplazo de los NA para la fabricación de adoquines de concreto con fines de pavimentación. La metodología fue de tipo aplicada, ED. La población estuvo conformada por 20 adoquines que fueron ensayados a la CRS y ABSA. A su vez, se incorporaron RA en reemplazo de los NA. Los resultados evidenciaron que, las propiedades físicas de los RA cumplen con los parámetros para la fabricación de adoquines en pavimentos, ya que obtuvo un peso específico de 2.61 g/cm<sup>3</sup>, ABSA 0.79 %, peso unitario suelto 1424 kg/m<sup>3</sup>, peso unitario compactado 1600 kg/m<sup>3</sup>, tamaño nominal máximo N°4 pulg., módulo de finura 4.47. Posteriormente, respecto a la CRS promedio con la adición de RA fue de 351 kg/cm<sup>2</sup> respecto a 505 kg/cm<sup>2</sup> en la muestra patrón, luego, en su porcentaje de ABSA fue de 5.1 respecto al

6.1%. Concluyendo que, es factible incorporar RA como componentes de los elementos de construcción, dado que influyen en gran medida en su comportamiento tanto físico como mecánico.

Amorós et al. [27], en su investigación titulada “Use of recycled material in concrete manufacturing” utilizaron RA en lugar del agregado grueso para producir adoquines ecológicos. La metodología utilizada fue de naturaleza cuantitativa, de tipo aplicado y descriptivo, con un ED específico. En este proceso, se fabricaron muestras de concreto integrando estos residuos, evaluando tanto sus propiedades físicas como mecánicas. Los resultados indican que la inclusión de estos agregados mejoró la CRS hasta un 10% en comparación con la muestra estándar. Sin embargo, se requiere de investigaciones adicionales para comprender completamente cómo estos cambios podrían afectar las características del adoquín de concreto. Concluyendo que, el empleo de los RA promueve la preservación del entorno y la reducción del agotamiento de recursos naturales, actualmente amenazados por su sobreexplotación.

Elías et al. [28], en su artículo titulado “Impacto del Empleo de Agregados Reciclados en la Ecología y la Edificación Residencial en Huamachuco” estudiaron el desempeño de los adoquines al incluir material reciclado como componente principal. La metodología empleada se basó en un enfoque cuantitativo, con un ED de carácter aplicado y descriptivo. En su proceso, crearon muestras estándar y con diferentes proporciones de material reciclado: 50%, 75% y 100%. Siguiendo las normativas técnicas pertinentes, realizaron pruebas para analizar la CRS a los 7, 14 y 28 días de curado. Los resultados indicaron que el concreto con un 50% de material reciclado mostró la mejor resistencia a la compresión, llegando a 310 kg/cm<sup>2</sup>. También se observó que el concreto con 100% de material reciclado tuvo un comportamiento similar al estándar después de 14 días. Concluyendo que, la inclusión de material reciclado es viable para la construcción de elementos estructurales.

Maguiña [29], en su investigación titulada “Construction debris and its influence on the physical-mechanical behavior of light traffic pavers, Lima - 2021” investigaron el impacto de

incorporar materiales reciclados en las propiedades físico-mecánicas del concreto destinado al tránsito peatonal. Utilizaron una metodología cuasi experimental, empleando desechos de construcción en distintas proporciones: 0%, 35%, 45% y 55%, aplicados en adoquines con una resistencia de  $f'c= 420 \text{ kg/cm}^2$ . Los resultados indicaron que, en cuanto a ABSA, solo las muestras M-01, M-02 y M-03 cumplían con la normativa peruana. En términos de CRS, las muestras mostraron mejoría a medida que se incrementaba el porcentaje de agregado reciclado. En el ensayo de FRS, solo la muestra M-02, con un 35% de agregado, cumplió con los estándares normativos. La dosificación M-02 destacó al cumplir con los parámetros establecidos en la NTP 399.611, mostrando su efectividad positiva en adoquines destinados al tránsito peatonal.

En el contexto de Chiclayo, aún no se han realizado estudios comparables, lo que resalta la relevancia de esta investigación para contribuir a la construcción de nuevo conocimiento en esta área específica.

Además, este estudio aborda múltiples perspectivas en torno al tema investigado, brindando justificaciones fundamentadas. Desde una perspectiva técnica, la evaluación garantiza la resistencia y durabilidad necesarias para una construcción segura. Socialmente, este enfoque eleva la calidad de vida al reducir riesgos de accidentes. Desde el punto de vista ambiental, fomenta la sostenibilidad al promover la reutilización de materiales y la reducción de desechos. Económicamente, a largo plazo, conlleva ahorros significativos en mantenimiento y reemplazo. A nivel global, contribuye a la construcción sostenible al reducir la huella de carbono y fomentar prácticas responsables. En síntesis, la investigación desempeña un papel esencial al garantizar la seguridad, sostenibilidad y calidad en la infraestructura, con beneficios notables para la sociedad y el medio ambiente.

## **1.2. Formulación del problema**

¿Cuál es la influencia que tiene el cartón como agregado reciclado en las propiedades físico-mecánicas de los adoquines?

### **1.3. Hipótesis**

La incorporación del cartón como agregado reciclado mejora las propiedades físico-mecánicas de los adoquines.

### **1.4. Objetivos**

#### **Objetivo general**

Evaluar las propiedades físico-mecánicas de los adoquines incorporando cartón como agregado reciclado.

#### **Objetivos específicos**

- Determinar la caracterización física de los agregados.
- Realizar el diseño de mezcla para la elaboración de mezcla del adoquín patrón  $f'c=320$  kg/cm<sup>2</sup>.
- Evaluar las propiedades físico del adoquín patrón  $f'c=320$  kg/cm<sup>2</sup> y con incorporación del 5%, 10% y 20% de cartón como agregado reciclado.
- Evaluar las propiedades mecánicas del adoquín patrón  $f'c=320$  kg/cm<sup>2</sup> y con incorporación del 5%, 10% y 20% de cartón como agregado reciclado.
- Determinar el porcentaje óptimo de cartón como agregado reciclado.

### **1.5. Teorías relacionadas al tema**

#### **- Desarrollo Sostenible**

La industria de la construcción está desempeñando activamente su papel para lograr los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), especialmente relacionados con el desarrollo de infraestructura, el consumo de recursos y la protección del medio ambiente. La sostenibilidad en la construcción de edificios requiere un ciclo de vida cerrado del edificio y de los materiales de construcción (reutilizables o reciclables). A partir de la producción de

materiales, la construcción, el uso, el mantenimiento y la demolición de los edificios deben requerir un mínimo de energía y producir la menor contaminación y residuos [30].

#### - **Concreto**

Es un material de construcción dominante en todo el mundo y está compuesto de agregados unidos por una matriz de cemento. Los áridos para el concreto se extraen de recursos naturales y el cemento se produce mediante procesos térmicos y mecánicos. La extracción de agregados naturales a gran escala plantea la amenaza de agotamiento de las fuentes y destrucción del paisaje natural [31]. Por otro lado, la producción de cemento requiere mucha energía y produce una gran cantidad de dióxido de carbono y gases de efecto invernadero. El proceso químico en el concreto genera calor y emisiones de dióxido de carbono, que contribuyen a aproximadamente entre el 4% y el 8% de la producción mundial de CO<sub>2</sub> [32].

#### - **Adoquín de Concreto**

Dado que hoy en día los senderos, carreteras y lugares de estacionamiento, etc., se renuevan y construyen con adoquines de concreto en lugar de métodos tradicionales como pavimentos flexibles, esto también ha aumentado el uso del concreto. La fabricación de adoquines es muy diferente del concreto estructural debido a la proporción de agregado fino a agregado grueso según las disposiciones del código de cada país [33].

Rachman et al. [34] en su estudio, se plantea que los adoquines son elementos de construcción empleados mayormente para fines de pavimentación. La Norma 03-0691-1996 de Indonesia, establece el adoquín como una mezcla conformada por cemento Portland, materiales adhesivos hidráulicos similares, agua y agregados.

Estos elementos estructurales son la solución moderna para aplicaciones exteriores rentables y económicas donde el mantenimiento es más sencillo. Se ha utilizado ampliamente en varios países durante bastante tiempo como una técnica especializada para proporcionar pavimento en áreas donde los tipos de construcción convencionales son menos duraderos

debido a limitaciones ambientales u operativas. De otro modo, la resistencia, durabilidad y estética agradable de las superficies han hecho que los adoquines sean atractivos para diversos lugares. Los adoquines entrelazados se instalan sobre una subbase compactada seguida por un fino lecho nivelado de arena. Aunque algunos adoquines tienen superficies reversibles, la mayoría de los adoquines de hormigón tienen una cara lisa y otra rugosa en la que la superficie rugosa permanece sobre el lecho preparado. Gracias a la investigación y las tecnologías modernas, los adoquines tienen un rendimiento duradero que las hace ideales para aplicaciones de trabajo pesado, ya que pueden soportar pesos y resistir cortes y presiones de frenado [35].

#### - Tipos de Adoquín

En el Perú, contamos con la NTP 399.611 [36], que se refiere a los "Adoquines de concreto para pavimentos". Esta norma proporciona una descripción detallada de los requisitos esenciales que deben cumplirse en la fabricación de estos adoquines. Para su clasificación, es necesario que cumplan con los estándares de resistencia adecuados, los cuales varían según su uso y espesor nominal, tal y como se indica en la Tabla I:

**Tabla I**

Tipos y características de los adoquines

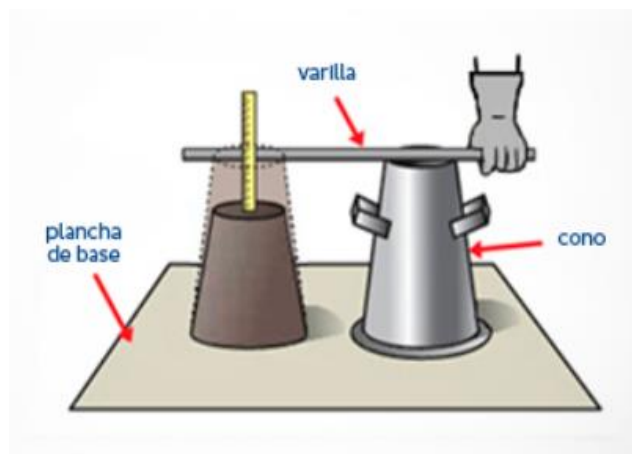
Tipo	Espesor Nominal	Resistencia a Compresión, mín. MPa (kg/cm <sup>2</sup> )	
		Promedio de 3 unidades	Unidad Individual
I: Peatonal	40	31 (320)	32(320)
	60	31 (320)	32 (320)
II: Vehículos ligeros	60	41 (420)	42 (420)
	80	37 (380)	38 (380)
	100	35 (360)	36 (360)
III: Vehículos pesados	≥ 80	55 (561)	50 (510)

Nota. De la Tabla I se establece los tipos y características de los adoquines, de acuerdo a la Norma Técnica Peruana. [36]

#### - Propiedades físicas



**Trabajabilidad y Consistencia:** La trabajabilidad se refiere a la capacidad de controlar la disposición, consolidación, acabado del concreto y su resistencia a la segregación. En términos de la mezcla, esta debe ser fácil de manejar, pero no debe permitir que sus componentes se separen durante el transporte y la manipulación. En este contexto, los distintos métodos de colocación del concreto en la obra requieren niveles variables de trabajabilidad, los cuales dependen de factores como el tiempo de transporte, las propiedades de los materiales cementantes, el asentamiento, el tamaño, la forma y la textura superficial de los agregados, la cantidad de agua, la temperatura y la inclusión de aditivos [37]



**Fig. 1.** Prueba de Asentamiento Cono de Abrams. [37]

Nota. De la Fig. 1 se observa el procedimiento para determinar el asentamiento.

**Densidad:** Según lo establecido en la Norma Técnica Peruana 339.604, se verifica si el adoquín fabricado es de peso significativo o ligero [37].

**Fórmula I.** Determinación del Ensayo de Densidad

$$D = \frac{P_s}{P_{SSS} - P_{SS}}$$

**Donde:**

$P_{SSS}$  = Peso del adoquín (PA) Saturado superficialmente seco (gr)

$P_{SS}$  = PA Saturado sumergido (gr)

$P_s$  = PA seco (gr)

$D$  = Densidad del adoquín en  $\text{gr}/\text{cm}^3$

**Absorción:** Según lo estipulado en la NTP 399.604 [37]., la capacidad del adoquín

para retener agua en su interior se debe a la presencia de poros.

**Fórmula II.** Determinación del Ensayo de Absorción

$$A (\%) = \frac{P_{SSS} - P_S}{P_S} \times 100$$

**Donde:**

$P_{SSS}$  = Peso saturado superficialmente seco

$P_S$  = Peso seco

$A (\%)$  = Porcentaje de agua.

Además, de acuerdo a lo establecido en la NTP 399.611 [37], se señala que los adoquines deben satisfacer las especificaciones de absorción máxima, tal como se establece en la Tabla II:

**Tabla II**

Absorción de los Adoquines

Tipo de Adoquín	Promedio de 3 Unidades	Unidad Individual
I y II	6%	7.5%
III	5%	7%

Nota. De la Tabla II se observa la absorción máx. del adoquín teniendo en cuenta el tipo de este, tal cual lo establece la Normativa Técnica Peruana. [37]

**- Propiedades Mecánicas**

Según, Chandan and Vasanthi [38], mencionan que, la calidad del material de construcción es una característica importante que mejora las propiedades de resistencia de la estructura.

**Resistencia a la Compresión:** Se define como la máxima carga que el concreto puede soportar antes de fracturarse. Dado que la CRS es una función esencial del concreto, esta medida representa su capacidad y calidad de soporte [39].

Según ASTM C936 [40], la CRS promedio no debe ser inferior a 55MPa. Cabe señalar que la prueba se realizó de acuerdo con la norma ASTM C140, mientras que los límites de

resistencia a la compresión y resistencia a la abrasión están establecidos en la norma ASTM C936.

**Resistencia a la Flexión:** Puede definirse en las siguientes condiciones mediante la siguiente fórmula [41]:

**Fórmula III.** Determinación de la Resistencia a la Flexión

$$M_r = PA/bh^2$$

**Donde:**

$M_r$  = Módulo de rotura

$P$  = Carga máxima

$A$  = Luz libre entre apoyos

$b$  = Ancho promedio de la viga en la sección de falla

$h$  = Altura promedio de la viga en la sección de falla.

Ahora bien, cuando la distancia no supera el 5% de la luz libre, la fórmula para el módulo de rotura se considera la siguiente:

**Fórmula IV.** Módulo de Rotura < 5%

$$M_r = 3Pa/bh^2$$

**Donde:**

$a$  = Distancia promedio entre las líneas de falla y el apoyo más cercano, medida a lo largo de la línea central de la superficie inferior de la viga.

**Resistencia a la Tracción:** Hay dos criterios con respecto a la TRS. El primer criterio es la TRS mín., que no debe ser inferior a 3,6MPa para cualquier bloque [40].

**Resistencia a la Abrasión:** Se produce por raspado, roce, derrape o deslizamiento de objetos sobre su superficie. Algunos investigadores afirman que la resistencia a la abrasión del concreto depende principalmente de la TRS y FRS del concreto [40].

- **Agregado Reciclado**

La industria de la construcción genera enormes cantidades de escombros que

necesitan ser reciclados y reutilizados como áridos reciclados (AR) para la sustitución parcial o total de los áridos naturales [42]. El reciclaje reduce los residuos y reduce el consumo de energía y, por tanto, contribuye a una industria de la construcción más sostenible [43].

Se ha considerado cada vez más el uso de agregados reciclados en el concreto, debido a la oferta limitada de agregados naturales junto con la correspondiente huella de carbono. Sin embargo, a pesar de los beneficios de sostenibilidad del uso de agregados reciclados en el concreto, su uso en concreto está plagado de un menor rendimiento debido a las propiedades físicas de los RA [44].

Por otro lado, los RA se producen a partir del procesamiento de residuos desechos en construcción. Los residuos de construcción y demolición se clasifican preliminarmente para eliminar materiales nocivos no deseados (como el amianto y los materiales a base de yeso), y luego los RA se producen a través de una etapa de procesamiento que incluye varios pasos que eliminan las partículas más finas (compuestas principalmente de tierra y arcilla), materiales ligeros y otros materiales presentes en los residuos de construcción y demolición que se procesan, ya que no son aptos para su uso como RA para hormigón. La trituración y el tamizado también forman parte de este proceso [45].

#### **- Cartón como Agregado**

Los diseños de concreto ecoeficientes y ecológicos han ganado una atención significativa debido al impacto de los residuos industriales y municipales tanto en el medio ambiente como en la economía global. Entre estos materiales de desecho, los plásticos, el cartón y los subproductos industriales tienen el mayor impacto ambiental. En particular, el papel y el cartón contribuyen sustancialmente a los residuos mundiales: representan 341.7 millones de toneladas de un total de 2.010 millones de toneladas generadas cada año. Solo en Australia, los residuos de cartón representaron 5,92 millones de toneladas de un total de 74.1 millones de toneladas en 2018-19. Esto resultó en la tercera tasa más alta de recuperación de materiales de desecho con un 66 %, sin embargo, el 60 % del cartón y el papel recuperados se reciclaron y el resto enviado al vertedero [46].

Además, las restricciones comerciales, las prohibiciones de exportación de residuos y la pandemia de coronavirus han reducido significativamente la capacidad de Australia para encontrar un mercado para las exportaciones de residuos de papel y cartón, como lo demuestra una disminución del 27 % en las exportaciones desde 2016 – 17. El uso de materiales de desecho en el concreto ha evolucionado para incluir materiales como caucho granulado, plásticos, residuos sólidos, y agregados de concreto reciclado (RCA) [47, 48]. Sin embargo, la incorporación de cartón reciclado al concreto sigue en gran medida inexplorada. Esta tendencia subraya la urgente necesidad de reducir el impacto del cartón en los vertederos mediante la identificación de enfoques sostenibles para su reintroducción en la industria del cemento y el concreto [49].

En la literatura existen indirectamente numerosos estudios sobre el cartón debido a su componente principal, la pasta kraft, que se utiliza como material en la producción de composites de cemento. La pulpa kraft se produce mediante la separación química y térmica de fibras de celulosa de astillas de madera. Al ser una fibra natural, ofrece ventajas en los compuestos de cemento, incluido el bajo costo, la baja densidad, la alta resistencia y las propiedades no peligrosas [50]. Sin embargo, un inconveniente importante al incorporarlo con Cemento Portland Ordinario (OPC) es la degradación de las fibras debido al deterioro de las fibras de celulosa dentro del ambiente altamente alcalino. La celulosa, cuando se mezcla con fibras de lignina y hemicelulosa, se vuelve más susceptible a la mineralización de las fibras y a la expansión de volumen como resultado de la alta absorción de agua [51].

## II. MATERIALES Y MÉTODO

### 2.1. Tipo y Diseño de Investigación

La investigación se basa en un tipo **aplicada**, con un **enfoque cuantitativo**. Este tipo de investigación implicó la utilización de métodos y herramientas que se centran en recopilar datos numéricos y medibles para abordar problemas prácticos o aplicados en diferentes áreas del conocimiento. Este tipo de investigación busca aplicar los resultados obtenidos en la práctica, en situaciones reales o para resolver problemas concretos [52, 53]. Al mismo tiempo, teniendo en cuenta lo ya expuesto, el estudio se enfocó en analizar adoquines hechos con cartón reciclado, evaluando su resistencia, durabilidad y comportamiento en aplicaciones reales. Asimismo, se llevó a cabo, la recolección y análisis de los datos numéricos respecto a las propiedades mecánicas y físicas de los adoquines fabricados con cartón reciclado, empleando mediciones precisas y pruebas especializadas.

Entre tanto, el diseño de la investigación se considerará **experimental**. Además, de acuerdo con Fávero and Belfiore [54], se argumentan que este enfoque se utiliza para planificar, llevar a cabo y analizar los resultados de los experimentos de manera efectiva, buscando obtener la máxima cantidad de información valiosa con el menor número posible de ensayos. En este caso, la investigación se clasificó como cuasi experimental, ya que se incorporó un grupo de control, como se detalla a continuación:

$$Ac_{1-4} \rightarrow Ax_{1-4} \rightarrow Ox_{1-4}$$

$$Ac_1 \rightarrow Ax_1 \rightarrow Ox_1$$

$$Ac_2 \rightarrow Ax_2 \rightarrow Ox_2$$

$$Ac_3 \rightarrow Ax_3 \rightarrow Ox_3$$

$$Ac_4 \rightarrow Ax_4 \rightarrow Ox_4$$

**Donde:**

$Ac_{1-4}$  = Grupos de adoquines experimentales.       $Ox_{1-4}$ : Resultados experimentales.

$Ax_{1-4}$ : Muestra experimentales.

$Ax_1$ : Adoquín + 0% Cartón

$Ax_2$ : Adoquín + 5% Cartón

$Ax_3$ : Adoquín + 10% Cartón

$Ax_4$ : Adoquín + 20% Cartón

## 2.2. Variables, Operacionalización

**Variable Dependiente:** Propiedades Físico-Mecánicas de Adoquines.

**Definición Conceptual:** Según Rachman et al. [34], se describe como una combinación de elementos que incluyen cemento Portland, o sustancias adhesivas hidráulicas similares, además de H<sub>2</sub>O y agregados.

**Definición Operacional:** Implica la medición de parámetros tales como la resistencia a la CRS, FRS, ABRRS, entre otros, utilizando métodos y herramientas específicas estandarizadas, de acuerdo con normativas o estándares establecidos.

**Variable Independiente:** Cartón como Agregado Reciclado.

**Definición Conceptual:** Según, Haigh et al. definen que este material ofrece ventajas en los compuestos de cemento, incluido el bajo costo, la baja densidad y la alta resistencia [50].

**Definición Operacional:** Involucra la medición y registro de parámetros clave, como la cantidad de cartón reciclado utilizado, su influencia en las propiedades físico-mecánicas del adoquín, y la evaluación de su impacto ambiental, incluyendo la reducción de desechos y la disminución de la demanda de recursos naturales no renovables.

**Tabla III**

Operacionalización de la variable

Variable de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Instrumento	Valores finales	Tipo de variable	Escala de medición
Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas del Adoquín	El adoquín se describe como un compuesto que se fabrica a partir de cemento Portland o materiales hidráulicos similares que actúan como adhesivos, se mezclan con agua y se combinan con agregados [34].	Implica la cuantificación de aspectos como la capacidad de soportar esfuerzos y otros parámetros, a través de procedimientos y herramientas específicas que siguen pautas o estándares previamente establecidos.	Propiedades físicas	Slump	Cm	Fichas de observación. Protocolos de ensayos de laboratorio.	cm	Dependiente	Razón
				Temperatura	°C		°C		
				Densidad	kg/m <sup>3</sup>		kg/m <sup>3</sup>		
				Absorción	%		%		
			Propiedades mecánicas	Resistencia a la Compresión	kg/cm <sup>2</sup>	Fichas de observación.	kg/cm <sup>2</sup>		
				Resistencia a la Flexión	kg/cm <sup>2</sup>	Protocolos de ensayos de laboratorio	kg/cm <sup>2</sup>		
Resistencia a la Abrasión	kg/cm <sup>2</sup>			kg/cm <sup>2</sup>					
Cartón como Agregado Reciclado	Este material ofrece ventajas en las mezclas de concreto, que permiten ser aplicados en la elaboración de los elementos de construcción [50].	Se tendrá en cuenta las cantidades porcentuales de cartón reciclado y así determinar el comportamiento del adoquín.	Cantidades Porcentuales	5	%	Fichas de observación. Protocolos de ensayos de laboratorio	%	Independiente	Razón
				10	%		%		
				20	%		%		

En la Tabla III se muestra las características y procedimientos para cada variable.



### 2.3. Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección

**Población de estudio**, los grupos o individuos a partir de los cuales se selecciona la muestra son aquellos involucrados en el proyecto de estudio [55]. En este contexto, la población se define como la producción de 108 probetas de adoquines de concreto, diseñados para resistir  $320 \text{ kg/cm}^2$ , con la inclusión de cartón como material reciclado en proporciones de 0%, 5%, 10% y 20%, respectivamente.

**Muestra**, es una subdivisión de la población que cumple con varios criterios específicos [55]. Además, el estudio planea que la muestra se compondrá de dos grupos: uno de adoquines estándar y otro de adoquines fabricados con la adición de cartón reciclado. Todos estos adoquines se diseñaron para resistir  $320 \text{ kg/cm}^2$  y posteriormente se sometieron a pruebas físicas y mecánicas. En total, se produjeron 108 de estas probetas de adoquines experimentales. En la Tabla IV se evidencia la cuantía muestral.

**Muestreo**, se refiere a la estrategia utilizada para dividir la población de unidades de interés en grupos o estratos que se considera que son similares en términos de las variables de interés. Luego, se toma una muestra aleatoria simple de cada uno de estos estratos [56]. En este estudio, el muestreo se realizó de forma probabilista, ya que la selección de la muestra se basó en los objetivos del estudio, teniendo en cuenta que implicó la selección de elementos de la población de manera aleatoria y con una probabilidad conocida de ser seleccionados.

**Criterios de selección**, En cuanto a los criterios de selección, se hizo hincapié en las características de los especímenes en función del tipo de prueba. Para las pruebas relacionadas con la resistencia a compresión, se utilizaron ciertos tipos de especímenes, mientras que se emplearon otro tipo de muestras para las pruebas de resistencia a la flexión, abrasión.

**Tabla IV**Muestras de adoquín 320 kg/cm<sup>2</sup> con adición de cartón como agregado reciclado

Curado de Muestras	Pruebas a realizar	Dosificación (%)				Sub Total de Muestras	Total
		0%	5%	10%	20%		
7	Slump	-	-	-	-	-	12
14		-	-	-	-	-	
28		3	3	3	3	12	
7	Temperatura	-	-	-	-	-	12
14		-	-	-	-	-	
28		3	3	3	3	12	
7	Absorción	-	-	-	-	-	12
14		-	-	-	-	-	
28		3	3	3	3	12	
7	Densidad	-	-	-	-	-	12
14		-	-	-	-	-	
28		3	3	3	3	12	
7	Resistencia a la Compresión	3	3	3	3	12	36
14		3	3	3	3	12	
28		3	3	3	3	12	
7	Resistencia a la Flexión	--	--	--	--	--	12
14		--	--	--	--	--	
28		3	3	3	3	12	
7	Abrasión	--	--	--	--	--	12
14		--	--	--	--	--	
28		3	3	3	3	12	
<b>Total de Muestras</b>						<b>108</b>	

De la Tabla IV se muestra el total de muestras experimentales que serán elaboradas y teniendo en cuenta sus ensayos.

## 2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

### Técnicas

- Ensayos: Físicas y Mecánicas
- Registro de datos: En base a los resultados obtenidos posterior a la realización de los ensayos.

### Instrumentos

- Equipos de laboratorio: Instrumentos y equipos para analizar los agregados y máquina para ensayos físicos (Slump, Temperatura, Absorción, Densidad) y mecánicos (Compresión, Flexión y Abrasión).
- Ficha técnica: En el cual se hace el registro de la información obtenida dependiendo de los ensayos realizado.

### La validez y confiabilidad:

Para comprobar la fiabilidad de la herramienta, utilizamos el coeficiente alfa de Cronbach, un método interno que evalúa la consistencia y precisión de la herramienta:

#### Fórmula V. Alfa de Cronbach

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[ 1 - \frac{\sum V_i}{V_t} \right]$$

Donde:

$\alpha$  = Alfa de Cronbach

K = Número de Ítems

$V_i$  = Varianza de cada Ítem

$V_t$  = Varianza total

Luego el instrumento tiene una consistencia interna de:

Alfa de Cronbach	N de elementos
,941	3

A través del valor obtenido se puede apreciar que el instrumento es confiable, pues se aproxima a 1. Asimismo, en el Anexo IV y Anexo V se puede apreciar la validación del

juez experto.

Entre tanto, para determinar la confiabilidad, fue necesario a través de métodos que garanticen la consistencia de las mediciones, el control adecuado de variables, la replicabilidad de los resultados y el uso de análisis estadísticos apropiados para validar las conclusiones obtenidas. En el Anexo III se evidencia el Certificado de Calibración que avalan la confiabilidad de que los equipos e instrumentos empleados fueron los adecuados.

## **2.5. Procedimiento de análisis de datos**

El análisis de datos en el contexto de la evaluación de las propiedades físico-mecánicas del adoquín utilizando cartón como agregado reciclado es esencial para comprender y validar los resultados de su estudio. En la Fig. 2 se evidencia el diagrama de proceso de flujo.

### Diagrama de flujo de procesos

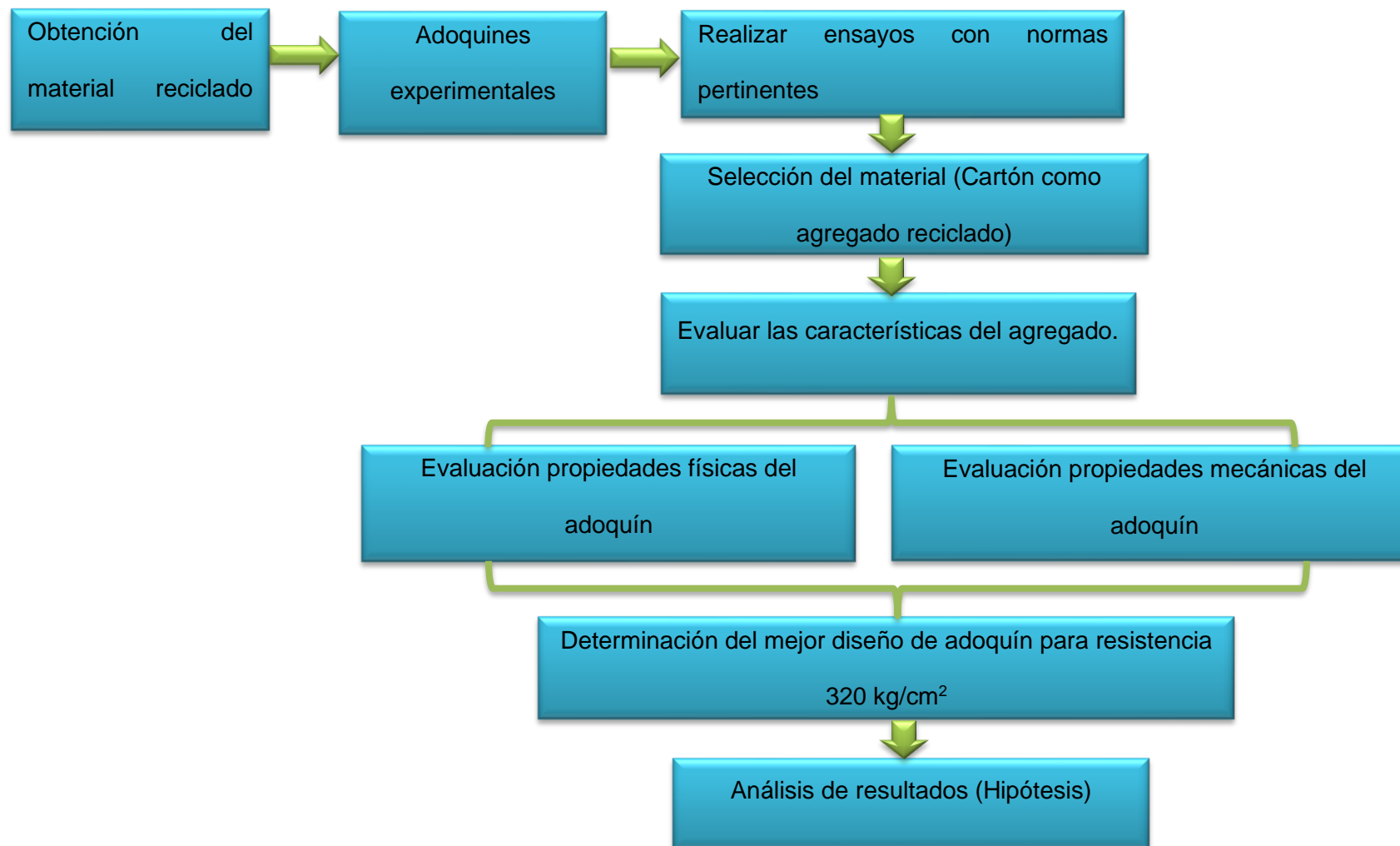


Fig. 2. Diagrama de flujo de procesos

## Descripción de procesos

### - Obtención de los Materiales (Áridos)

Los áridos utilizados en el estudio fueron obtenidos de canteras ubicadas en el departamento de Lambayeque, específicamente de dos canteras seleccionadas tras un análisis exhaustivo. Se descartaron canteras que no cumplían con los requisitos granulométricos y otros criterios como costo y distancia. Los finos provinieron de la Cantera La Victoria, mientras que los gruesos fueron extraídos de la Cantera Tres Tomas. Estas canteras fueron identificadas como las más adecuadas para el estudio debido a sus resultados favorables en términos de calidad y ubicación geográfica.



**Fig. 3.** Muestra de la Cantera La Victoria - Árido Fino

De la Fig. 3. se aprecia de donde extrae el árido fino para la presente investigación.



**Fig. 4.** Muestra de la Cantera Tres Tomas - Árido Grueso

De la Fig. 4. se aprecia de donde extrae el árido grueso para la elaboración del estudio.

**- Cemento**

El estudio utilizó cemento Tipo I de la marca Pacasmayo, adquirido en el mercado comercial a través de la empresa "Dino SRL", situada en la cuadra 52 de la Av. Lora y Lora.



**Fig. 5.** Bolsa de material cementicio Tipo I – 42.5 kg

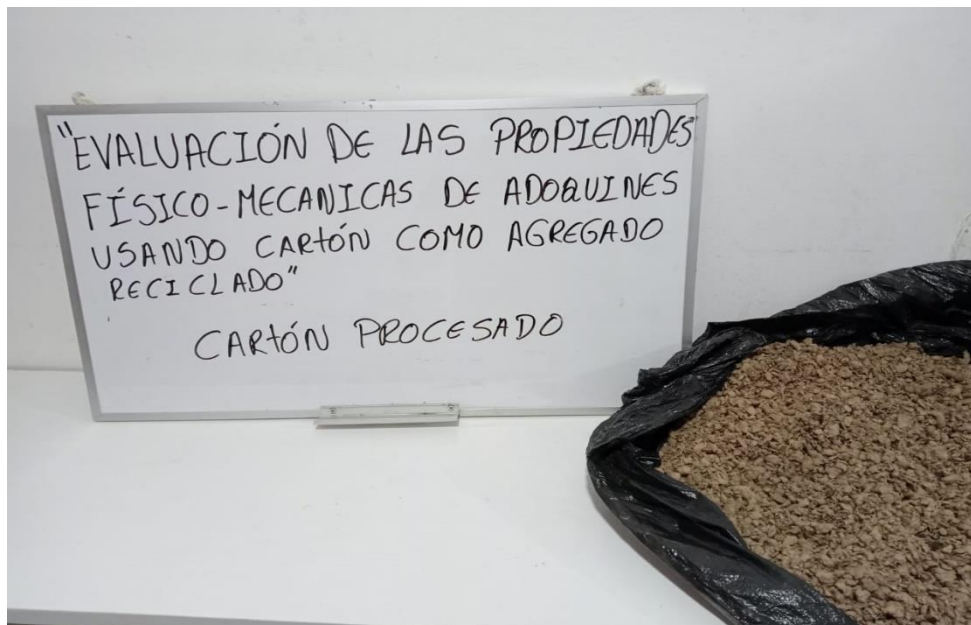
De la Fig. 5 se observa el cemento tipo I que fue empleado para nuestro diseño de mezcla.

### - Agua

El agua utilizada en el estudio fue obtenida del laboratorio "GCL Ingeniería S.R.L", siendo este el recurso hídrico empleado en las pruebas y experimentos realizados durante la investigación.

### - Cartón como Agregado Reciclado

El proceso de extracción del cartón como agregado reciclado implica la recolección de residuos de cartón provenientes de fuentes comerciales o residenciales. Estos materiales de cartón se separan y seleccionan, pasando por un proceso de limpieza para eliminar impurezas como tintas o residuos contaminantes. Luego, se trituran y procesan mecánicamente para obtener partículas de tamaño uniforme que puedan ser utilizadas como agregado en la fabricación de adoquines.



**Fig. 6.** Material de Cartón como Agregado Reciclado

De la Fig. 6 se observa la obtención del material reciclado, de tal manera que busca aprovechar el cartón descartado, dándole una nueva vida como componente en la construcción sostenible.

### - Ensayos de agregados

#### **Análisis Granulométrico**



Es un procedimiento que permite determinar la distribución de tamaños de las partículas presentes en una muestra de agregados pétreos, como la arena, la grava o el material triturado. Este análisis se realiza mediante tamices de mallas de diferentes aberturas, donde la muestra se coloca en el tamiz superior y se somete a un proceso de vibración. Con este movimiento, las partículas se separan según su tamaño y caen a través de los tamices, quedando retenidas en aquellos cuyas aberturas son más pequeñas que su tamaño. Al finalizar el proceso, se pesa el material retenido en cada tamiz y se calcula el porcentaje de masa que corresponde a cada tamaño de partícula en relación con la masa total de la muestra. Este análisis proporciona información crucial sobre la distribución de tamaños de los áridos, permitiendo conocer la granulometría específica de la muestra y su conformidad con las especificaciones técnicas requeridas para diferentes usos en la construcción.



**Fig. 7.** Tamizado del árido fino y grueso

De la Fig. 7 se observó el tamizado a los áridos pétreos.

## **Peso Unitario de los Áridos**

Se refiere a la masa por unidad de volumen de estos materiales. Se calcula midiendo la masa de los áridos y dividiéndola por el volumen que ocupan. Este valor es crucial en la industria de la construcción, ya que permite entender la cantidad de material que se empleará en una determinada área o volumen de obra. Varía según el tamaño y la densidad de los agregados, por ejemplo, la arena tendrá un peso unitario diferente al de la grava debido a sus características físicas. Este dato es fundamental para realizar dosificaciones precisas en la preparación de mezclas de concreto, asegurando la resistencia y durabilidad deseada en la construcción.



**Fig. 8.** Realización del peso unitario compactado del árido fino

De la Fig. 8 se aprecia el proceso para la determinación del peso unitario del fino.

## **Contenido de Humedad**

Es la cantidad de agua presente en estos materiales, expresada como un porcentaje de su peso seco respecto al peso húmedo. Se determina midiendo la diferencia de peso entre una muestra de agregado en su estado húmedo y después de haber sido secada

completamente. Un contenido de humedad óptimo es fundamental para asegurar una adecuada trabajabilidad, resistencia y durabilidad del material resultante. Además, permite realizar ajustes en las dosificaciones de las mezclas para garantizar resultados consistentes.



**Fig. 9.** Peso de la muestra seca al horno

De la Fig. 9 se aprecia el peso de unitario de los áridos.

### **Peso específico y absorción para agregado grueso**

El peso específico se refiere a la masa por unidad de volumen del agregado, calculada al determinar la relación entre su masa y el volumen que ocupa, considerando su estado seco. Por otro lado, la absorción del agregado grueso se refiere a la cantidad de agua que puede ser absorbida por sus poros, expresada como un porcentaje de su peso seco.

Ambos parámetros, el peso específico y la absorción, son críticos para garantizar la calidad y las propiedades deseadas en el concreto, permitiendo ajustar las dosificaciones y proporcionar la información necesaria para un diseño estructural óptimo.



**Fig. 10.** Árido Fino y Árido Grueso

De la Fig. 10. Se aprecia los áridos que serán evaluados a ensayos de peso específico y absorción.



**Fig. 11.** Ensayo de absorción a los áridos pétreos

De la Fig. 11. Se evidencia el ensayo de absorción que se efectuará a los áridos.

- **Procedimiento para el diseño de mezcla**

Se sigue una secuencia de pasos esenciales para lograr las características deseadas en el concreto.

Paso a: Se define la resistencia requerida para el diseño.

Paso b: Elección del tamaño máximo de las partículas.

Paso c: Se determina la consistencia basada en el asentamiento deseado.

Paso d: Definir la cantidad de agua necesaria para la mezcla.

Paso e: Calcular el porcentaje de aire atrapado.

Paso f: Seleccionar la proporción agua-cemento para el diseño.

Paso g: Establecer el factor cemento por unidad de volumen.

Paso h: Definir las proporciones relativas de materiales gruesos y finos.

Paso i: Ajustar las proporciones finales según las condiciones de la obra.

Paso j: Preparar una muestra inicial para ajustar la fluidez.

Paso k: Realizar pruebas en las muestras a los 7 días de fraguado.

Paso l: Corregir la resistencia a la compresión requerida.

Paso M: Etapa del diseño definitiva.

Paso N: Creación de la mezcla definitiva.

Paso Ñ: Elaboración de muestras para su uso en pruebas en estado endurecido.

Paso O: Proceso de curado de muestras en piscinas metálicas durante períodos de 7, 14 y 28 días antes de su ruptura.

- **Ensayos en estado fresco**

**Asentamiento**

Evalúa la consistencia del concreto antes de su fraguado, midiendo la profundidad a la que se asienta el concreto después de ser compactado. Esta medición permite ajustar la cantidad de agua en la mezcla para lograr la consistencia deseada.



**Fig. 12.** Medición del asentamiento

De la Fig. 12. se aprecia la determinación del SLUMP de la mezcla

### **Temperatura**

Es fundamental ya que altas o bajas temperaturas pueden afectar su fraguado y resistencia. El control de la temperatura durante la mezcla y colocación del concreto es esencial para asegurar su calidad.



**Fig. 13.** Determinación de la Temperatura

De la Fig. 13 se aprecia la medición de la temperatura

## Absorción

Se refiere a la capacidad del adoquín para absorber agua. En el estado fresco, se pueden realizar pruebas para estimar la cantidad de agua que el adoquín puede retener, lo cual es crucial para prever su comportamiento y durabilidad una vez instalado

## Densidad

Determina la masa por unidad de volumen del adoquín y se relaciona con su resistencia y durabilidad. Este ensayo ayuda a verificar que el concreto tenga la densidad adecuada para cumplir con los estándares de calidad requeridos en su aplicación final.

### - Ensayos en estado endurecido

## Resistencia a la Compresión

Es una prueba crucial que evalúa la capacidad del adoquín para resistir cargas de compresión. Se realiza aplicando fuerzas gradualmente al adoquín hasta que se produce su fractura. Esta prueba determina la máxima carga que el adoquín puede soportar por unidad de área, lo que es fundamental para asegurar su capacidad de resistir cargas verticales.



**Fig. 14.** Resistencia a la Compresión de las Muestras Experimentales

De la Fig. 14 se observa el ensayo a compresión del adoquín patrón para los 28 días.

## Resistencia a la Flexión

Mide la capacidad del adoquín para resistir fuerzas que actúan en su superficie, es decir, su capacidad para soportar cargas aplicadas en dirección perpendicular a su eje longitudinal. Esta prueba es crucial para determinar la resistencia a las tensiones generadas por cargas laterales o por flexión en aplicaciones de tráfico vehicular.



**Fig. 15.** Resistencia a la Flexión de las Muestras Experimentales

De la Fig. 15 se observa el ensayo a flexión del adoquín patrón para los 28 días.

## Resistencia a la Abrasión

Evalúa la capacidad del adoquín para resistir el desgaste por fricción, abrasión y erosión. Esta prueba simula las condiciones de desgaste que enfrentará el adoquín en su entorno real, como el tráfico vehicular o peatonal constante. Mide la pérdida de material por unidad de área, lo que permite prever su resistencia a largo plazo frente al desgaste.





**Fig. 16.** Ensayo de Abrasión de las Muestras Experimentales

De la Fig. 16. se aprecia el ensayo de abrasión realizado al adoquín.

## **2.6. Criterios éticos**

El código de ética de la casa de estudios es un órgano interdisciplinario dentro de la institución, con independencia para tomar decisiones, cuya función principal es garantizar el respeto a la vida, la naturaleza y la salud de los seres involucrados en procesos de investigación. Este cometido se rige por principios éticos tanto nacionales como internacionales, así como por los compromisos asumidos por el Perú en este ámbito. Además, se encarga de investigar denuncias relacionadas con conductas científicas inapropiadas que puedan afectar la adhesión a los valores y normativas para llevar a cabo y aplicar los resultados de la labor científica de manera ética y responsable [57].

Dentro del marco de la investigación, se deben seguir lineamientos éticos que son de carácter obligatorio para la realización del proyecto. Además, es fundamental considerar las

directrices establecidas por la Universidad Señor de Sipán. También, es esencial observar los derechos de autor, asegurándose de citar y referenciar de manera adecuada de acuerdo con las pautas de la Norma IEEE. Al mismo tiempo, fue necesario evitar algún tipo de plagio desde inicio a fin de la investigación.

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Resultados

##### Determinar la caracterización física de los agregados

Antes de llevar a cabo cualquier ensayo, se seleccionaron tres canteras para analizar sus agregados. Las características de cada cantera se detallan en la Tabla V:

**Tabla V**

Resumen de resultados de canteras seleccionadas

Pruebas	La Victoria		Tres Tomas		Garraspiña		Cogafe
	Arena	Piedra Chancada	Arena	Piedra Chancada	Arena	Piedra Chancada	Piedra Chancada
Módulo de Fineza	2.88		3.80		2.94		
Absorción de agua, %	0.67	2.74	4.29	1.11	3.68	5.37	1.47
Contenido de humedad, %	0.92	0.61	3.82	0.71	1.11	0.08	0.15
Peso unitario suelto seco, gr/m <sup>3</sup>	2.099	2.070	2.320	1.540	2.430	2.238	1.887
Peso unitario compactado seco, gr/m <sup>3</sup>	2.267	2.292	2.500	1.771	2.727	2.427	2.116

De la Tabla V, se presentan los resultados variados obtenidos de las canteras seleccionadas durante la ejecución del proyecto de investigación en la Región Lambayeque. Considerando las características físicas de los áridos pétreos, se determinó que era más apropiado utilizar la Cantera Tres Tomas para los áridos gruesos y la Cantera La Victoria para los áridos finos. Esto se debe a que estos áridos exhibieron una gradación más uniforme y los valores encontrados se mantuvieron dentro de los límites permitidos por la normativa aplicable

**Tabla VI**

Propiedades físicas de los áridos pétreos

Descripción	Áridos pétreos	
	Arena	Piedra
Absorción de agua, %	0.67	1.11
Contenido de agua, %	0.92	0.71
Peso unitario suelto, gr/m <sup>3</sup>	2.099	1.540
Peso unitario compactado, gr/m <sup>3</sup>	2.267	1.771

En la Tabla VI, se describen los resultados de los ensayos llevados a cabo en los áridos localizados en la Ciudad de Chiclayo, con el propósito de caracterizar el material. La arena, cuyo rango de tamaño varía entre 4.75 mm y 0.080 mm, exhibió un módulo de fineza de 2.88, cumpliendo con los estándares de la Norma ASTM C33, que establece un rango óptimo de  $2.1 \leq MF \leq 3.1$ , con una variación máxima aceptable de 0.2. Además, se pudo apreciar una distribución granulométrica adecuada en el material, como se ilustra en la Figura 3 (b). Por otro lado, la piedra presentó un tamaño máximo nominal de 9.52 mm y, como se puede apreciar en la Figura 3 (b), su gradación mostró una uniformidad que no es muy heterogénea.

**Tabla VII**

Propiedades físicas del Cartón

Pruebas	Cartón
Absorción, %	3.28
Peso específico aparente Seca, gr	1.617
Peso específico saturada, gr	1.400

De la Tabla VII se observa las propiedades obtenidas después de ensayar al cartón, encontrándose una absorción de 3.28% y un peso específico seco y saturado de 1.617 y 1.400 gr respectivamente.

**Realizar el diseño de mezcla para la elaboración de mezcla del adoquín patrón  $f'c=320$  kg/cm<sup>2</sup>.**

Previo a la evaluación de las características del adoquín, se llevó a cabo la elaboración de la mezcla, teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

**Tabla VIII**

**Diseño de Mezcla del Adoquín**

<b>Materiales empleados por m<sup>3</sup> de concreto</b>				
<b>Tipo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>		
Cemento	497.65 kg/m <sup>3</sup>	Cemento Tipo I		
Agua	212.00 lt/m <sup>3</sup>	Potable, libre de impurezas		
Agregado fino	741.44 kg/m <sup>3</sup>	Cantera La Victoria		
Agregado grueso	806.18 kg/m <sup>3</sup>	Cantera Tres Tomas		
<b>Proporción en peso (kg)</b>				
<b>Cemento</b>	<b>Agregado grueso</b>	<b>Agregado fino</b>	<b>Agua</b>	<b>Relación agua / cemento (w/c)</b>
1 kg	1.62 kg	1.49 kg	18.22 lt/pie <sup>3</sup>	0.43
<b>Proporción en volumen Pie<sup>3</sup></b>				
<b>Cemento</b>	<b>Agregado grueso</b>	<b>Agregado fino</b>	<b>Agua</b>	<b>(w/c)</b>
1	1.55 pie <sup>3</sup> /bls	1.05 pie <sup>3</sup> /bls	18.22 lt/pie <sup>3</sup>	0.43

De la Tabla VIII se evidencia la dosificación para el diseño de mezcla del adoquín, teniendo en consideración que fue para un Tipo I ( $f'c=320$  kg/cm<sup>2</sup>); asimismo, la relación de w/c tanto en peso y volumen fue igual a 0.43.

**Evaluar las propiedades físicas del adoquín patrón  $f'c=320$  kg/cm<sup>2</sup> y con incorporación del 5%, 10% y 20% de cartón como agregado reciclado.**

Los ensayos al adoquín en estado fresco se refieren a las pruebas y análisis realizados en las muestras de adoquines de concreto cuando se encuentran en su estado

recién fabricado o colocado, antes de que se endurezcan o se consoliden por completo.

**Tabla IX**

Resultados promedio del Ensayo de Asentamiento al Adoquín Patrón e incorporando Cartón como Árido Reciclado (AR)

N° Muestra	Diseño	Slump	Slump Laboratorio		Trabajabilidad
		Diseño	Pulg	Cm	
01	Adoquín Patrón (PA)	1 a 3	1 ½	3.80	Poco Trabajable
02	Adoquín + 5% Cartón	1 a 3	1	2.54	Poco Trabajable
03	Adoquín + 10% Cartón	1 a 3	1	2.54	Poco Trabajable
04	Adoquín + 20% Cartón	1 a 3	1	2.54	Poco Trabajable

De la Tabla IX se observa los valores alcanzados en el ensayo Slump, encontrándose que tanto en la muestra patrón como en las muestras donde usan cartón como AR fueron mezclas muy poco trabajables.

**Tabla X**

Resultados promedio del Ensayo de Temperatura al PA e incorporando Cartón como AR

N° Muestra	Diseño	Temperatura Ambiente (C°)	Temperatura Concreto (C°)	Temperatura Promedio (C°)	Indicadores
01	Adoquín Patrón (PA)	25.15	24.40	25.15	Cumple
02	Adoquín + 5% Cartón	25.10	24.15	25.10	Cumple
03	Adoquín + 10% Cartón	25.10	24.70	25.10	Cumple
04	Adoquín + 20% Cartón	25.00	24.20	25.00	Cumple

De la Tabla X se evidencia que, los adoquines con un 5% y un 20% de cartón registraron las temperaturas más bajas (24.15°C y 24.2°C, respectivamente) en comparación con la temperatura inicial (24.4°C). Por otro lado, al incorporar un 10% de cartón como AR, se alcanzó la temperatura máxima, que fue de 24.7°C. Aunque las condiciones climáticas influyeron en este ensayo, las diferentes cumplieron con los requerimientos de temperatura.

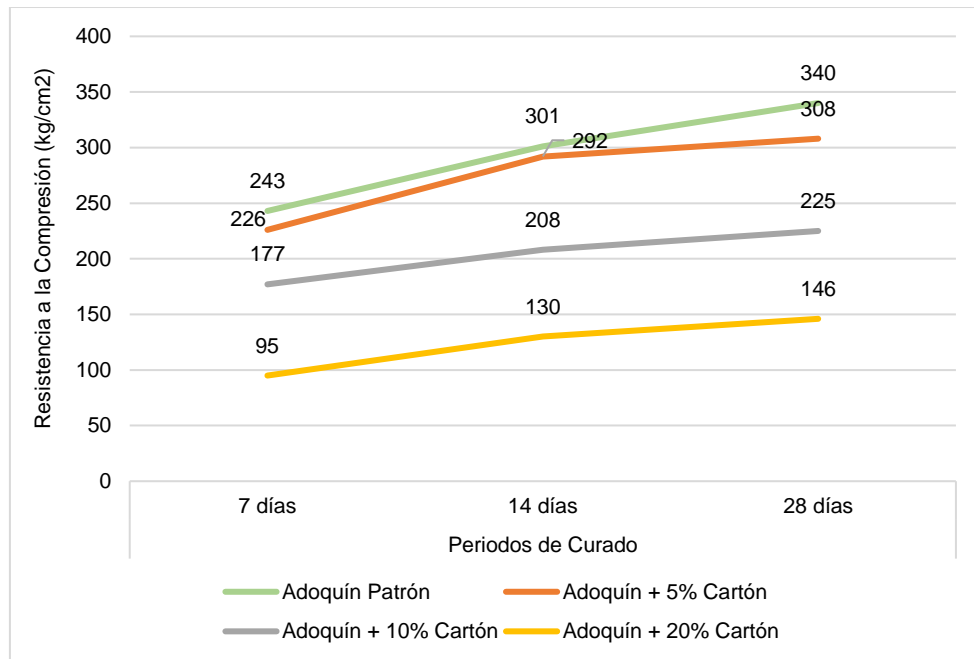
**Tabla XI**

Resultados promedio del Ensayo de Absorción al PA e incorporando Cartón como Árido Reciclado (AR)

N° Muestra	Diseño	Masa Saturada 24 horas	Masa Seca al Horno	Masa Sumergida	Volumen de la Masa	Absorción (%)	Densidad	Promedio de Absorción	Promedio de Densidad	Indicador
		Gr	Gr	Gr	cm <sup>3</sup>		kg/m <sup>3</sup>	%	kg/m <sup>3</sup>	
01	Adoquín Patrón (PA)	1990	1944.00	1110	880.00	2.37	2261.36	2.20	2262.37	Cumple
02		1970	1929.00	1100	870.00	2.13	2264.37			
03		1990	1949.00	1110	850.00	2.10	2261.36			
04	Adoquín + 5% Cartón	1760	1706.00	910	830.00	3.17	2070.59	3.38	2074.11	Cumple
05		1730	1670.00	900	890.00	3.59	2084.34			
06		1840	1780.00	950	923.00	3.37	2067.42			
07	Adoquín + 10% Cartón	1770	1670.00	847	930.00	5.99	1917.66	5.56	1911.62	Cumple
08		1770	1674.00	840	930.00	5.73	1903.23			
09		1780	1696.00	850	930.00	4.95	1913.98			
10	Adoquín + 20% Cartón	1540	1302.00	680	860.00	18.28	1790.70	17.95	1769.04	No Cumple
11		1530	1306.00	650	880.00	17.15	1738.64			
12		1600	1351.00	700	900.00	18.43	1777.78			

De la Tabla XI se observa que solo la muestra patrón y las muestra con la adición del 5% y 10% de cartón cumplían con el requerimiento que establece la Norma, siendo la absorción máx. permisible del 6%. Ahora también se observa que, el PA obtuvo una densidad de 2262.37 kg/m<sup>3</sup>; no obstante, cuando se añadió cartón como agregado la densidad tendió a reducirse.

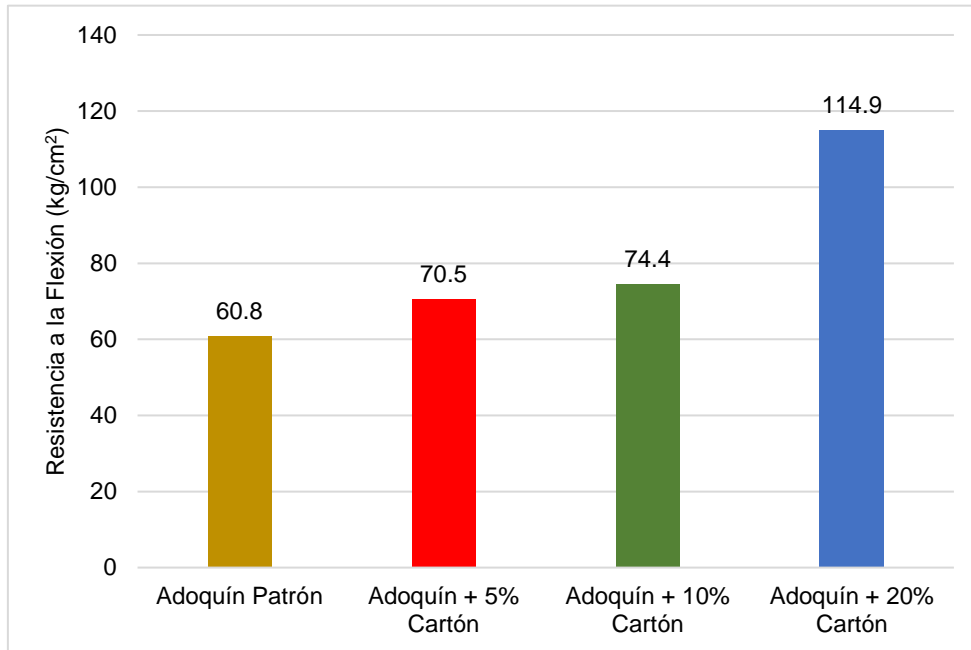
**Evaluar las propiedades mecánicas del adoquín patrón  $f'c=320$  kg/cm<sup>2</sup> y con incorporación del 5%, 10% y 20% de cartón como agregado reciclado.**



**Fig. 17.** Resultados de resistencia a compresión

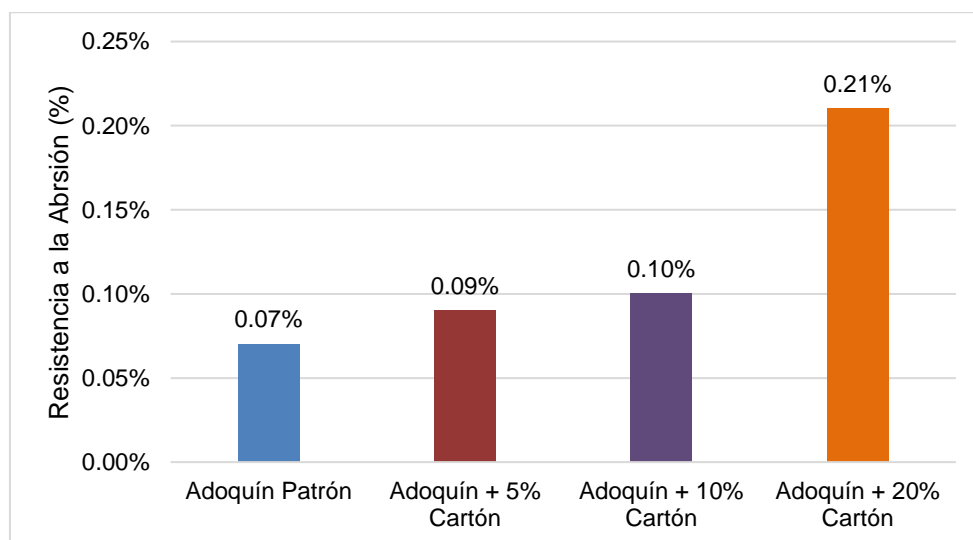
En la Fig. 17. se pueden apreciar las resistencias a los 7, 14 y 28 días tanto del diseño de referencia como de los diseños con adiciones del 5%, 10% y 20% de cartón. Los valores más elevados se registraron en el adoquín de referencia, alcanzando 243 kg/cm<sup>2</sup>, 301 kg/cm<sup>2</sup> y 340 kg/cm<sup>2</sup> a los 7, 14 y 28 días, respectivamente. En contraste, las muestras con adición de cartón no lograron superar al adoquín de referencia; sin embargo, se observaron resistencias más altas en el caso del 5% de cartón, con valores de 226 kg/cm<sup>2</sup>, 292 kg/cm<sup>2</sup> y 308 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente para el mismo tiempo de intervalo.





**Fig.18.** Resultados de resistencia a flexión

En la Fig. 18. se observa que la resistencia a la flexión a los 28 días del diseño de referencia fue de 60.8 kg/cm<sup>2</sup>. Sin embargo, al incorporar el 5%, 10% y 20% de cartón como agregado, las resistencias a los 28 días fueron de 70.5, 74.4 y 114.9 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente. Estos resultados indican que a medida que aumenta el porcentaje de cartón en la mezcla, las resistencias tienden a aumentar en comparación con la muestra base.



**Fig. 179.** Comparación de ensayo de Abrasión

En la Fig. 19. se puede observar que a medida que se incrementa el porcentaje de cartón en

la composición del adoquín, aumenta el porcentaje de desgaste. Este aumento alcanza su punto máximo cuando el reemplazo del agregado por cartón es del 20%. En consecuencia, se puede afirmar que a medida que se aumenta la presencia de cartón en el adoquín, el porcentaje de abrasión también se incrementa.

### Determinar el porcentaje óptimo de cartón como agregado reciclado.

Acorde a los valores obtenidos del ensayo de compresión, flexión, y abrasión tanto para la muestra patrón, y luego con cantidades porcentuales de Cartón se analizó y determinó cual es el porcentaje óptimo para que pueda ser incorporado en las mezclas de adoquín. Añadiendo a lo expuesto, en la Tabla XII se refleja los valores encontrados:

**Tabla XII**

Porcentaje óptimo de Cartón como Agregado Reciclado en los Adoquines Experimentales.

Ensayo	Diseño	Periodo de Curado		
		7 días	14 días	28 días
<b>Compresión (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	Adoquín Patrón	243	301	340
	Adoquín + 5% Cartón	226	292	308
	Adoquín + 10% Cartón	177	208	225
	Adoquín + 20% Cartón	95	130	146
<b>Flexión (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	Adoquín Patrón	-----	-----	60.8
	Adoquín + 5% Cartón	-----	-----	70.5
	Adoquín + 10% Cartón	-----	-----	74.4
	Adoquín + 20% Cartón	-----	-----	114.9
<b>Abrasión (%)</b>	Adoquín Patrón	-----	-----	0.07
	Adoquín + 5% Cartón	-----	-----	0.09
	Adoquín + 10% Cartón	-----	-----	0.10
	Adoquín + 20% Cartón	-----	-----	0.21

De la Tabla XII se observa que, en el ensayo de compresión, la muestra patrón obtuvo un valor de 340 kg/cm<sup>2</sup>; sin embargo, cuando se añadió el 5% de Cartón la resistencia fue de 308 kg/cm<sup>2</sup>. De otro modo, en la resistencia a flexión y abrasión los valores más altos se obtuvieron con la adición del 20% de Cartón como Agregado, ya que sus valores fueron del 114.9 kg/cm<sup>2</sup> y 0.21% respectivamente. Por ende, se puede concluir que la presente investigación requiere un mayor análisis, dado que las muestras no pueden determinar un porcentaje óptimo en específico.

## Análisis de costo

**Tabla XIII**

Adoquines con mezcla diseño patrón

	Dosificación	Peso (Gr)	% de mezcla	Peso del adoquín (Gr)	Peso del adoquín (Kg)
Cemento	1	497.65	22.05	438.73	0.439
AF	1.49	741.44	32.85	653.65	0.654
AG	1.62	806.18	35.71	710.72	0.711
Agua lt	18.22	212	9.392	186.90	0.187
<b>Total</b>		<b>2257.27</b>	<b>100.00</b>	<b>1990</b>	<b>1.990</b>

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL
<b>Cemento</b>	Bolsa/Adoquín	0.00439	28.00	0.12292
<b>Ag. Grueso</b>	M3/Adoquín	0.00654	60.00	0.3924
<b>Ag. Fino</b>	M3/Adoquín	0.00711	40.00	0.2844
<b>Agua</b>	M3/Adoquín	0.00187	2.00	0.00374
<b>MANO DE OBRA</b>				
<b>Operario</b>	HH/Bloque	0.010	9.00	0.09
<b>Peón</b>	HH/Bloque	0.010	5.00	0.05
<b>Maquinaria</b>	HM	0.010	10.00	0.1
<b>Costo Total Por Adoquín</b>	<b>S/. 1.00</b>			

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla XIV**

Adoquines con mezcla 5% de cartón

	Dosificación	Peso (Gr)	% de mezcla	Peso del adoquín (Gr)	Peso del adoquín (Kg)
Cemento	1	497.65	22.05	379.35	0.379
AF	1.49	667.3	29.56	508.67	0.509
AG	1.62	806.18	35.71	614.53	0.615
Agua lt	18.22	212	9.392	161.60	0.162
cartón	5%	74.14	3.284	56.52	0.057
Total		2257.27	100.00	1720.67	1.721

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL
Cemento	Bolsa/Adoquín	0.00379	28.00	0.10612
Ag. Grueso	M3/Adoquín	0.00614	60.00	0.3684
Ag. Fino	M3/Adoquín	0.0058	40.00	0.232
Agua	M3/Adoquín	0.00212	2.00	0.00424
Material Carton 5%	Kg/Adoquín	0.0007	0.00	0
<b>MANO DE OBRA</b>				
Operario	HH/Bloque	0.010	0.00	0
Peón	HH/Bloque	0.010	5.00	0.05
Maquinaria	HM	0.010	10.00	0.1
Costo Total Por Adoquín	<b>S/. 0.90</b>			

*Fuente: Elaboración propia*

### 3.2. Discusión

Los resultados obtenidos en el primer objetivo de la investigación, que consistió en determinar la caracterización física de los agregados, arrojaron información valiosa sobre las propiedades de la arena y la piedra utilizadas en el estudio. En el caso de la arena, que tiene un rango de tamaño entre 4.75 mm y 0.080 mm, se encontró que su módulo de fineza fue de 2.88. Este valor se sitúa dentro del rango óptimo establecido por la Norma ASTM C33, que va de 2.1 a 3.1, y cumple con la variación máxima aceptable de 0.2. Estos hallazgos indican que la arena es adecuada para su uso como agregado en el proyecto, ya que cumple con las especificaciones estándar en términos de tamaño de partícula y fineza. Por otro lado, en el caso de la piedra, que tiene un tamaño máximo nominal de 9.52 mm, la evaluación de su gradación mostró una uniformidad que no es muy heterogénea. Esta característica es importante, ya que una gradación uniforme en el agregado puede tener un impacto positivo en la resistencia del producto final, como en el caso de adoquines. La uniformidad en la gradación también facilita la mezcla y la conformidad con las especificaciones del proyecto. Entre tanto, respecto al análisis que se efectuó al cartón, se encontró una absorción de 3.28% y un peso específico seco y saturado de 1.617 y 1.400 gr respectivamente.

En concordancia a investigaciones recientes, como se menciona en el estudio realizado por Hossiney et al., es evidente que la calidad de los agregados pétreos desempeña un papel de considerable importancia en la producción de adoquines. Esto adquiere especial relevancia debido a que estos agregados se encuentran expuestos a condiciones climáticas adversas, lo que influye en su comportamiento en conjunto con los elementos estructurales. Dado que estos agregados desempeñan un papel esencial como componentes portantes, se vuelve imperativo considerar cómo afrontar las cargas que deberán soportar [19]. Simultáneamente, en la investigación referenciada por Velásquez, se enfatiza la necesidad de asegurar la calidad de los materiales provenientes del reciclaje de cartón utilizados en la fabricación del producto final. Esto contribuye significativamente a garantizar la calidad y el rendimiento del producto terminado, lo cual es esencial en proyectos de construcción y pavimentación. La minuciosa evaluación de los agregados representa un paso crítico en el

proceso de diseño y construcción, y los resultados obtenidos en este sentido constituyen un avance positivo hacia la consecución de los objetivos del proyecto [12].

Posteriormente, en concordancia con el segundo objetivo de la investigación, que implicaba la evaluación de las propiedades físico-mecánicas tanto del adoquín de referencia como de aquellos que contenían un 5%, 10% y 20% de cartón reciclado como agregado, se obtuvieron los siguientes resultados: En el ensayo de asentamiento, la muestra de referencia arrojó un valor de 1 ½ pulgadas. Sin embargo, al incorporar cartón reciclado como agregado, la medida del cono de asentamiento ("Slump") disminuyó. Todas las muestras presentaron valores de asentamiento cercanos a 2.54 cm o 1 pulg. Luego, en el ensayo de temperatura, se observó que los adoquines con un 5% y un 20% de cartón registraron las temperaturas más bajas, con valores de 24.15°C y 24.2°C, respectivamente, en comparación con la temperatura inicial de 24.4°C. A pesar de esta disminución, todas las temperaturas obtenidas cumplen con los requisitos deseados. Seguidamente, en los ensayos de absorción, la muestra de referencia registró un valor de absorción del 2.20%, mientras que las muestras con un 5% y un 10% de cartón mostraron valores de absorción de 3.38% y 5.56%, respectivamente. En el caso de la muestra con un 20% de cartón, la absorción alcanzó un valor de 17.95%. Es importante destacar que todos estos valores se mantuvieron dentro del rango permitido, que es del 6%. Por último, en el ensayo de densidad, el adoquín de referencia obtuvo un valor de 2262.37 kg/m<sup>3</sup>. Sin embargo, al agregar cartón como agregado, se observó una tendencia a la reducción de la densidad.

Añadiendo a lo expuesto, en su investigación, confirma que, es factible incorporar cartón como agregado reciclado en la fabricación de los elementos de construcción, dado que influyen en gran medida en su comportamiento tanto físico como mecánico [26]. No obstante, Ahmad et al., en su artículo evidenciaron que, la consistencia del adoquín aumentó ligeramente con la incorporación de ceniza de pulpa de papel debido a la naturaleza porosa de la pulpa de papel que requirió más agua para obtener una consistencia normal [16]. Al mismo tiempo, en el estudio de Ceballos y su equipo obtuvo resultados que difieren de nuestra investigación respecto a los ensayos de absorción y densidad, ya que concluyeron

que la incorporación de agregados reciclados ofreció un desempeño óptimo en los adoquines. En cuanto a los ensayos de absorción y densidad, encontraron valores de 3.52% y 1608.21 kg/m<sup>3</sup>, respectivamente [25]. Finalmente, Becerra et al., en su estudio encontraron resultados similares a nuestro estudio, dado que, la densidad de los adoquines disminuyó al aumentar el porcentaje de reemplazo de agregado grueso reciclado debido a la alta porosidad de los agregados reciclados [18].

A partir de los ensayos mecánicos realizados, se observa que en el ensayo de CRS, la muestra de referencia obtuvo una resistencia de 340 kg/cm<sup>2</sup>. Sin embargo, al incorporar un 5% de cartón, la resistencia disminuyó a 308 kg/cm<sup>2</sup>, superando a las muestras con un 10% y un 20% de cartón reciclado como agregado, ya que estas presentaron resistencias más bajas en comparación con la primera adición y la muestra de referencia. Por otro lado, en el ensayo de FRS, se obtuvieron los valores más altos con la incorporación del 10% y el 20% de cartón como agregado, alcanzando resistencias de 74.4 y 114.9 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente. En relación a los ensayos de ABRRS, se determinó que la resistencia del adoquín de referencia fue del 0.07%. No obstante, al agregar un 5%, 10% y 20% de cartón como agregado reciclado, se obtuvieron resistencias de 0.09%, 0.10% y 0.21%, respectivamente.

Ahmad et al. en su estudio obtuvieron resultados similares a los de nuestra investigación, ya que la resistencia a la compresión a los 28 días de curado de la mezcla de control experimentó una mejora del 5.6% y 1.2% al agregar un 5% y un 10% de sustitución del árido natural por cartón [16]. Por otro lado, Kumar et al. en su estudio informaron que la resistencia a la compresión de las muestras disminuyó con el aumento del contenido de cartón como agregado reciclado [17].

Entre tanto, con referencia a la FRS nuestros resultados difieren de la investigación de Kumar et al., ya que en su estudio reflejaron que con la adición del 35% de cartón se cumplieron los estándares establecidos por la normativa. En resumen, la dosificación de cartón como agregado reciclado arrojó resultados satisfactorios, lo que influye positivamente en la calidad del adoquín para uso peatonal, cumpliendo con los parámetros establecidos en la normativa NTP 399.611 [29]. Para finalizar, Consamollo destaca que es factible incorporar



agregados reciclados como componentes de elementos de construcción, ya que estos tienen un impacto significativo en su comportamiento tanto en términos físicos como mecánicos en el caso de los adoquines de concreto [26].

El último objetivo de nuestra investigación se centró en determinar el porcentaje óptimo de cartón como agregado reciclado para la producción de adoquines. Sin embargo, es importante destacar que se requiere un análisis más exhaustivo de estos resultados. En el caso de los ensayos de CRS, se observó que el porcentaje óptimo fue del 5%, aunque el valor obtenido no superó la resistencia de la muestra de referencia. En contraste, en los ensayos de FRS y de ABRRS, el porcentaje óptimo varió, y se determinó que la incorporación adecuada de cartón fue del 20%. Esta discrepancia resalta la complejidad de encontrar el porcentaje ideal de cartón como agregado y sugiere que la influencia de este material en las propiedades del adoquín puede variar según el tipo de ensayo.

Un punto de referencia interesante en este contexto es el trabajo de Solahuddin y su equipo, quienes mencionan que la incorporación de papel (en este caso, cartón) aporta características deseables en comparación con el concreto ordinario. No obstante, coinciden en que se requieren investigaciones adicionales para determinar con precisión el porcentaje deseado de cartón [22]. Esta observación destaca la necesidad de continuar explorando y optimizando la incorporación de cartón como agregado reciclado en la producción de adoquines, con el objetivo de maximizar sus beneficios sin comprometer la calidad y el rendimiento del producto final.

## IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1. Conclusiones

- La investigación identificó agregados para adoquines: la arena cumplió con estándares de tamaño, la piedra mostró gradación uniforme y el análisis del cartón reveló su absorción y peso específico.

- El diseño de mezcla es fundamental para garantizar la calidad y el rendimiento de los materiales de construcción, como los adoquines. Determina directamente sus propiedades físicas y mecánicas, influyendo en su durabilidad y resistencia.

- Las variaciones observadas en las propiedades físicas de los adoquines, al incorporar cartón como agregado, resaltan la complejidad de encontrar un equilibrio entre sostenibilidad y desempeño estructura.

- Las propiedades mecánicas de los adoquines mostrando una leve disminución en la resistencia a la compresión óptima con un 10% y 20% de cartón. Además, se observaron variaciones en la resistencia a la abrasión. Estos resultados subrayan la complejidad de equilibrar sostenibilidad y resistencia.

- En última instancia, establecer el óptimo porcentaje de cartón necesita análisis detallado; se requiere más investigación para determinar su impacto preciso en las propiedades del elemento estructural, aunque ofrece ventajas en proyectos futuros.

### 4.2. Recomendaciones

Basándonos en los resultados y las conclusiones de esta investigación, se ofrecen las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda mantener una evaluación continua de las propiedades físicas de los agregados pétreos utilizados en la producción de adoquines. Esto garantiza el cumplimiento de estándares de tamaño de partícula y uniformidad, influyendo positivamente en la calidad

del producto final.

- Asimismo, es crucial seguir efectuando un control de calidad del cartón usado como agregado reciclado, ya que se ha constatado la variabilidad significativa en los resultados en función de la calidad de los materiales de reciclaje.

- Para determinar con precisión el óptimo porcentaje de cartón como agregado en la fabricación de adoquines, se sugiere realizar investigaciones adicionales. Cada tipo de ensayo y proyecto puede requerir dosificaciones específicas, buscando un equilibrio entre la sostenibilidad y el rendimiento.

- Recomendamos un seguimiento y evaluación del desempeño de los adoquines con la adición de cartón en condiciones reales. Esto proporcionará información valiosa sobre su durabilidad, resistencia y desgaste con el tiempo, mejorando futuros diseños y dosificaciones.

- En resumen, el uso de cartón como agregado reciclado es una alternativa prometedora desde una perspectiva de sostenibilidad. Su aplicación efectiva requiere un enfoque cuidadoso considerando las variaciones en las propiedades de los materiales y las necesidades de cada proyecto. La colaboración entre investigadores, productores y organismos reguladores puede ser clave para el éxito continuo de esta práctica.

## REFERENCIAS

- [1] A. Soni, P. Kumar, A. Wahab, M. Yusuf, H. Kamyab and S. Chelliapan, "Challenges and opportunities of utilizing municipal solid waste as alternative building materials for sustainable development goals: A review," *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, vol. 27, p. 100706, 2022.
- [2] N. Hossiney, H. Sepuri, M. Mohan, S. Chandra, S. Lakshmi, T. H. and R. Hussain, "Geopolymer concrete paving blocks made with Recycled Asphalt Pavement (RAP) aggregates towards sustainable urban mobility development.," *Cogent Engineering.*, vol. 7, no. 1, pp. 1-21, 2020.
- [3] E. Tamayo, C. Fernandez, S. Soto and M. Cerna, "Physical and mechanical properties of concrete pavers with the addition of demolition wastes as a sustainable construction product," *International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology*, p. 517, 2023.
- [4] C. Zhang, M. Hu, X. Yang, B. Miranda, B. Sprecher, F. Di Maio and X. Zhong, "Upgrading construction and demolition waste management from downcycling to recycling in the Netherlands," *Journal of Cleaner Production*, vol. 266, p. 121718, 2020.
- [5] H. Wu, J. Zuo, G. Zillante, J. Wang and H. Duan, "Environmental impacts of cross-regional mobility of construction and demolition waste: An Australia Study," *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 174, p. 105805, 2021.
- [6] J. Zhang, L. Ding, F. Li and J. Peng, "Recycled aggregates from construction and demolition wastes as alternative filling materials for highway subgrades in China," *Journal of Cleaner Production*, vol. 255, p. 120223, 2020.
- [7] J. Monrose, K. Tota and A. Mwashia, "Assessment of the physical characteristics and stormwater effluent quality of permeable pavement systems containing recycled materials," *Road Materials and Pavement Design*, vol. 22,

- no. 4, pp. 779-811, 2021.
- [8] R. Silva and V. Sunitha, "Mechanical and microstructural study on interlocking concrete block pavers using waste granite dust.," *International Journal of Pavement Engineering.*, vol. 23, no. 2, pp. 358-371, 2022.
- [9] N. Sumit and G. Ransinchung, "Performance evaluation and sustainability assessment of precast concrete paver blocks containing coarse and fine RAP fractions: A comprehensive comparative study," *Construction and Building Materials*, vol. 300, p. 124042, 2021.
- [10] S. Kaliyavaradhan, T. Ling and K. Mo, "Valorization of waste powders from cement-concrete life cycle: A pathway to circular future.," *Journal of Cleaner Production*, vol. 268, p. 122358, 2020.
- [11] S. Durand, "Diseño de pavimento rígido para optimizar la transitabilidad vehicular y peatonal del sector I Urbanización Urrunaga, José Leonardo Ortíz, Chiclayo - Lambayeque," Chiclayo, 2019.
- [12] E. Velasquez, "Elaboración de adoquines de concreto con material de demolición para tránsito peatonal – Villa El Salvador 2019," Lima, 2019.
- [13] E. Yapias, "Utilización de ladrillo triturado en el diseño de pavimento rígido para la Avenida Las Torres, Lurigancho-Chosica 2019," Lima, 2019.
- [14] M. Contreras, M. Romero, M. Gázquez and J. Bolívar, "Recycled Aggregates from Construction and Demolition Waste in the Manufacture of Urban Pavements," *Materials*, vol. 14, no. 21, p. 6605, 2021.
- [15] M. Umer, R. Hameed, M. Tahir, M. Ghous and S. Shahzad, "Mechanical and durability performance of 100% recycled aggregate concrete pavers made by compression casting," *Journal of Building Engineering*, vol. 73, p. 106729, 2023.
- [16] J. Ahmad, M. Moafak, A. Farouk, A. Salmi, A. Maglad and F. Althoey,

- "Sustainable concrete with partial substitution of paper pulp ash: A review," *Science and Engineering of Composite Materials*, vol. 30, no. 1, p. 20220193, 2023.
- [17] G. Kumar, S. Shrivastava and R. Gupta, "Paver blocks manufactured from construction & demolition waste," *Materials Today: Proceedings*, vol. 27, no. 1, pp. 311-317, 2020.
- [18] J. Becerra, J. Echevarría and P. Galvis, "Evaluation of physical mechanical properties in concrete pavers made with construction and demolition waste.," *Revista Politécnica*, vol. 18, no. 36, pp. 9-16, 2022.
- [19] N. Hossiney, H. Sepuri, M. Mohan, S. Chandra, K. Lakshmesh, K. Thejas and R. Hussain, "Geopolymer concrete paving blocks made with Recycled Asphalt Pavement (RAP) aggregates towards sustainable urban mobility development.," *Cogent Engineering*, vol. 7, no. 1, pp. 1-21, 2020.
- [20] R. Haigh, Y. Bouras, M. Sandanayake and Z. Vrcelj, "The mechanical performance of recycled cardboard kraft fibres within cement and concrete composites," *Construction and Building Materials*, vol. 317, p. 125920, 2022.
- [21] A. Ahmad, M. Adil, A. Khalil and M. Rahman, "Mechanical properties and durability of boardcrete blocks prepared from recycled cardboard," *Journal of Building Engineering*, vol. 33, p. 101644, 2021.
- [22] B. Solahuddin, "A comprehensive review on waste paper concrete," *Results in Engineering*, vol. 16, p. 100740, 2022.
- [23] G. Kumar, R. Chandra and S. Shrivastava, "Sustainable precast concrete blocks incorporating recycled concrete aggregate, stone crusher, and silica dust," *Journal of Cleaner Production*, vol. 362, p. 132354, 2022.
- [24] O. Olofinnade, A. Morawo, O. Okedairo and B. Kim, "Solid waste management in developing countries: Reusing of steel slag aggregate in eco-

- friendly interlocking concrete paving blocks production," *Case Studies in Construction Materials*, vol. 14, p. e00532, 2021.
- [25] S. Ceballos, D. González and J. Sánchez, "Reciclaje de Residuos de Construcción y Demolición (RC&D) Generados en la Universidad del Valle Sede Meléndez para la Fabricación de Adoquines," *Revista ION*, vol. 34, no. 1, pp. 27-35, 2021.
- [26] V. Consamollo, "Residuos de Concreto de Construcción para Fabricación de Adoquines en Pavimentos, San Isidro - Lima," 2019.
- [27] J. Amorós , M. Centurión and M. Hoyos, "Uso de material reciclado en la fabricación de concreto," *Revista Caxamarca*, vol. 16, no. 2, pp. 37 - 43, 2019.
- [28] J. Elías, J. Flores, R. Barrera and C. Reyna, "Effect of the use of recycled concrete aggregates on the environment and housing construction in Huamachuco city," *Puriq*, vol. 2, no. 1, p. 16–27, 2020.
- [29] D. Maguiña, «Escombros de construcción y su influencia en el comportamiento físico – mecánicas en adoquines de tránsito ligero, Lima – 2021,» Lima, 2021.
- [30] T. Joensuu, R. Leino, J. Heinonen and A. Saari, "Developing Buildings' Life Cycle Assessment in Circular Economy-Comparing methods for assessing carbon footprint of reusable components," *Sustainable Cities and Society*, vol. 77, p. 103499, 2022.
- [31] J. Guo, S. Gao, A. Liu, H. Wang, X. Guo, F. Xing and H. Zhang, "Experimental study on failure mechanism of recycled coarse aggregate concrete under uniaxial compression," *Journal of Building Engineering*, vol. 63, no. B, p. 105548, 2023.
- [32] Y. Leng, Y. Rui, S. Zhonghe, F. Dingqiang, W. Jinnan and Y. Yonghuan, "Development of an environmental Ultra-High Performance Concrete (UHPC)

- incorporating carbonated recycled coarse aggregate," *Construction and Building Materials*, vol. 362, p. 129657, 2023.
- [33] A. Tripathy and P. Kumar, "Ecological impact assessment of sustainable concrete paver blocks based on endpoint damage categories," *Materials Today: Proceedings*, p. 281, 2023.
- [34] A. Rachman, M. Akbar, M. Tjaronge, A. Lando and R. Irmawaty, "Evaluation of sustainable concrete paving blocks incorporating processed waste tea ash," *Case Studies in Construction Materials*, vol. 12, p. e00325, 2020.
- [35] A. Tripathy, P. Kumar, N. Manaye and A. Kumar, "Waste incorporation in paver block production," *Materials Today: Proceedings*, p. 065, 2023.
- [36] E. Velasquez, "Elaboración de adoquines de concreto con material de demolición para tránsito peatonal – Villa El Salvador 2019," Lima, 2019.
- [37] E. Aguilar, "Influencia del Plástico Reciclado PET en las Características Físico Mecánicas de Adoquines de Concreto para el Uso en Espacios Públicos," Chiclayo, 2023.
- [38] D. Chandan and P. Vasanthi, "Characterization of paver blocks using Eggshell powder," *Materials Today: Proceedings*, vol. 68, no. 5, pp. 1658-1662, 2022.
- [39] G. Ludwik, "The Phenomenon of Cracking in Cement Concretes and Reinforced Concrete Structures: The Mechanism of Cracks Formation, Causes of Their Initiation, Types and Places of Occurrence, and Methods of Detection— A Review," *Buildings*, vol. 13, no. 3, p. 765, 2023.
- [40] H. El Nouhy, "Properties of paving units incorporating slag cement," *HBRC Journal*, vol. 9, no. 1, pp. 41-48, 2019.
- [41] E. Tamayo, "Análisis de las propiedades físicas y mecánicas de adoquines de concreto adicionando residuos de demolición, La Esperanza –



2022," Trujillo, 2022.

- [42] S. Kenai, "Recycled aggregates," *Waste and Supplementary Cementitious Materials in Concrete*, pp. 79-120, 2018.
- [43] B. Wang, L. Yan, Q. Fu and B. Kasal, "A Comprehensive Review on Recycled Aggregate and Recycled Aggregate Concrete," *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 171, p. 105565, 2021.
- [44] A. Adesina and P. Awoyera, "Influence of fly ash in physical and mechanical properties of recycled aggregate concrete," *The Structural Integrity of Recycled Aggregate Concrete Produced with Fillers and Pozzolans*, pp. 25-37, 2022.
- [45] J. Pacheco, J. de Brito, C. Chastre and L. Evangelista, "Recycled concrete for structural applications," *Recycled Concrete*, pp. 195-231, 2023.
- [46] S. Mahdi, T. Xie, S. Venkatesan and R. Gravina, "Mechanical characterisation and small-scale life-cycle assessment of polypropylene macro-fibre blended recycled cardboard concrete," *Construction and Building Materials*, vol. 409, p. 133902, 2023.
- [47] R. Roychand, R. Gravina, Y. Zhuge, X. Ma, O. Youssf and J. Mills, "A comprehensive review on the mechanical properties of waste tire rubber concrete," *Construction and Building Materials*, vol. 237, p. 117651, 2020.
- [48] F. Colangelo, A. Petrillo and I. Farina, "Comparative environmental evaluation of recycled aggregates from construction and demolition wastes in Italy," *Science of The Total Environment*, vol. 798, p. 149250, 2021.
- [49] M. Nedeljković, J. Visser, B. Šavija, S. Valcke and E. Schlangen, "Use of fine recycled concrete aggregates in concrete: A critical review," *Journal of Building Engineering*, vol. 38, p. 102196, 2021.
- [50] R. Haigh, M. Sandanayake, Y. Bouras and Z. Vrcelj, "A review of the

mechanical and durability performance of kraft-fibre reinforced mortar and concrete," *Construction and Building Materials*, vol. 297, p. 123759, 2021.

- [51] M. Khorami, E. Ganjian, A. Mortazavi, M. Saidani, A. Olubanwo and A. Gand, "Utilisation of waste cardboard and Nano silica fume in the production of fibre cement board reinforced by glass fibres," *Construction and Building Materials*, vol. 152, pp. 746-755, 2019.
- [52] T. Edgar and D. Manz, "Starting Your Research," *Research Methods for Cyber Security*, pp. 63-92, 2019.
- [53] J. Sheard, "Quantitative data analysis," *Research Methods (Second Edition)*, pp. 429-452, 2019.
- [54] L. Favero and P. Belfiore, "Design and Analysis of Experiments," *Data Science for Business and Decision*, p. 935–939, 2019.
- [55] K. Nguyen, C. Resweber and S. Karhadkar, "Study population: Who and why them?," *Translational Surgery*, pp. 121-125, 2023.
- [56] J. Chen, W. Li, R. Shibasaki and H. Zhang, "Improvement of an online ride-hailing system based on empirical GPS data," *Handbook of Mobility Data Mining*, pp. 23-61, 2023.
- [57] Código de Ética de la Universidad Señor de Sipán, "RESOLUCIÓN DE DIRECTORIO N° 058-2023/PD-USS," Chiclayo, 2023.

## **ANEXOS**

<b>Anexo I.</b> Matriz de Consistencia .....	76
<b>Anexo II.</b> Informe de Laboratorio .....	77
<b>Anexo IV.</b> Certificado de Calibración .....	139
<b>Anexo V.</b> Acreditacion del laboratorio.....	137
<b>Anexo VI.</b> Juicio de Validación de Expertos .....	139
<b>Anexo VII.</b> Informe Estadístico .....	149
<b>Anexo VIII.</b> Panel Fotográfico.....	154

### Anexo I. Matriz de Consistencia

FORMULACIÓN	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	
¿Cuál es la influencia que tiene el cartón como agregado reciclado en las propiedades físico-mecánicas de los adoquines?	<b>OBJETIVO GENERAL:</b>	<b>HIPOTESIS GENERAL:</b>	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b>	Propiedades físicas	Granulometría	
	Evaluar las propiedades físico-mecánicas de los adoquines incorporando cartón como agregado reciclado	La incorporación del cartón como agregado reciclado mejora las propiedades físico-mecánicas de los adoquines	Cartón Como Agregado Reciclado		Peso Unitario	
					Contenido de Humedad	
					Peso específico	
					Absorción	
		<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>HIPOTESIS NULA:</b>	<b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b>	Propiedades físicas	SLUMP
	- Determinar la caracterización física de los agregados.	La incorporación del cartón como agregado reciclado no mejora las propiedades físico-mecánicas de los adoquines	Resistencia Mecánica y Permeabilidad del Concreto	Temperatura		
	- Evaluar las propiedades físico-mecánicas del adoquín patrón $f'c=320 \text{ kg/cm}^2$ y con incorporación del 5%, 10% y 20% de cartón como agregado reciclado.			Absorción		
	- Determinar el porcentaje óptimo de cartón como agregado reciclado.			Resistencia a la Compresión ( $\text{kg/cm}^2$ )		
				Resistencia a la Flexión ( $\text{kg/cm}^2$ )		
	Resistencia a la Abrasión ( $\text{kg/cm}^2$ )					

## Anexo II. Informe de Laboratorio

### Análisis a la Cantera Tres Tomas

	<b>GCL INGENIERÍA S.R.L.</b> Ingeniería geotécnica, pavimentos, concreto e inspección de calidad. Urb. Derrama Magisterial, Manzana P1, Lote 27 - Chiclayo - Chiclayo - Lambayeque
	<b>SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1ª Edición. NTP 339.127:1998 (revisada el 2019)</b>

<b>Proyecto (*)</b>	: "Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines usando cartón como Agregado Reciclado"	
<b>Ubicación (*)</b>	: Chiclayo - Lambayeque	
<b>Cliente (*)</b>	: Immer Joel Hernandez Olivos	
<b>Cantera (*)</b>	: Tres Tomas	<b>Fecha muestreo:</b> 10/03/2023
<b>Material (*)</b>	: Arena zarandeada	<b>Fecha recepción:</b> 10/03/2023
<b>Otros (*)</b>	: --	<b>Fecha ensayo:</b> 11/03/2023
<b>Código interno</b>	: JL-R-C-23-0158	<b>Fecha entrega:</b> 15/03/2023

Numero del recipiente	1	
Masa del recipiente, g, $M_c$	80.0	
Recipiente + masa de muestra húmeda, g, $M_{cmh}$	500.3	
Masa del espécimen seco del recipiente inicial, g	490.0	
Masa del recipiente seco del recipiente secundario, g	484.9	
Masa del espécimen seco del recipiente final, g, $M_{cfs}$	484.9	
Masa de agua, g, $M_w = M_{cmh} - M_{cfs}$	15.5	
Masa de sólidos, g, $M_{ss} = M_{cfs} - M_c$	404.9	
Contenido de humedad, %, $W = (M_w / M_{ss}) * 100$	3.82	
Temperatura del horno si es diferente a 110 +5 ° C	-	

  
**GCL INGENIERIA S.R.L.**  
**SEGUNDO CARRANZA MEJÍA**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

  
**GCL INGENIERIA S.R.L.**  
**GABY ROSITA CHUNQUE OCAÑA**  
 ING. CIVIL - CIP 287806

**Consideraciones:**

- A. (\*) Los datos indicados han sido proporcionados por el cliente.
- B. El cliente brinda las referencia y ubicación de los puntos donde se han tomado las muestras.
- C. Es necesario contar con una autorización escrita del gerente para llevar a cabo cualquier tipo de reproducción.
- D. Este informe ha sido preparado y está destinado exclusivamente para el cliente mencionado.
- E. Las copias o divulgación del informe sin el consentimiento previo del cliente, están prohibidas



**GCL INGENIERIA S.R.L.**

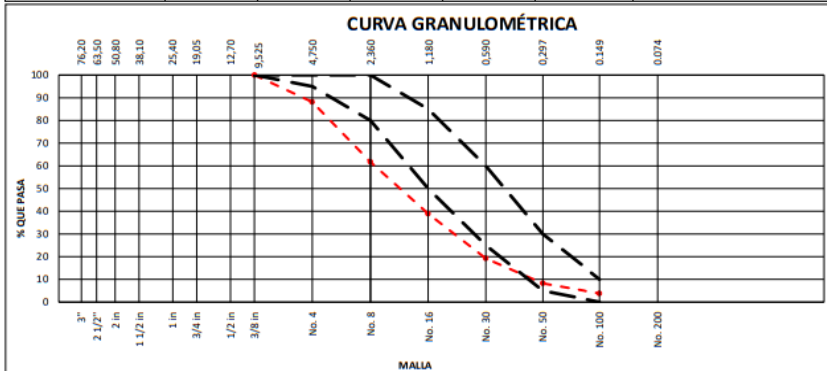
Ingeniería geotécnica, pavimentos, concreto e inspección de calidad.

Urb. Derrama Magisterial, Manzana P1, Lote 27 - Chiclayo - Chiclayo - Lambayeque

AGREGADOS. Agregados para concreto. Especificaciones. 5a Edición. NTP 400.037:2021.

<b>Proyecto (*)</b>	"Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines usando cartón como Agregado Reciclado"		
<b>Ubicación (*)</b>	Chiclayo - Lambayeque		
<b>Cliente (*)</b>	Immer Joel Hernandez Olivos		
<b>Cantera (*)</b>	Tres Tomas	<b>Fecha muestreo:</b>	10/03/2023
<b>Material (*)</b>	Arena zarandeada	<b>Fecha recepción:</b>	10/03/2023
<b>Otros (*)</b>	-	<b>Fecha ensayo:</b>	11/03/2023
<b>Código interno</b>	JL-R-C-23-0158	<b>Fecha entrega:</b>	15/03/2023

Tamices	Abertura (mm)	Masa retenida, g	Retenido parcial, %	Retenido acumulado, %	Porcentaje que pasa, %	Huso	Especificación
3 in	75.00 mm						Tamaño máximo: 3/8 in
2 1/2 in	63.00 mm						T. máximo nominal: No. 4
2 in	50.00 mm						Masa total, g: 510.0
1 1/2 in	37.50 mm						Modulo de finiza: 3.80
1 in	25.00 mm						
3/4 in	19.00 mm						
1/2 in	12.50 mm						
3/8 in	9.50 mm				100.00	100	100
No. 4	4.75 mm	60.52	11.87	11.87	88.13	95	100
No. 8	2.36 mm	134.65	26.40	38.27	61.73	80	100
No. 16	1.18 mm	116.24	22.79	61.06	38.94	50	85
No. 30	600 µm	100.50	19.71	80.77	19.23	25	60
No. 50	300 µm	55.95	10.97	91.74	8.26	5	30
No. 100	150 µm	22.77	4.46	96.20	3.80	0	10
No. 200	75 µm						
Cazoleta		16.09					



GCL INGENIERIA S.R.L.   
**SEGUNDO CARRANZA MEJIA**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

GCL INGENIERIA S.R.L.   
**GABY ROSITA CHUNQUE OCAÑA**  
 ING. CIVIL - CIP 287806

**Consideraciones:**

- A. (\*) Los datos indicados han sido proporcionados por el cliente.
- B. El cliente brinda las referencia y ubicación de los puntos donde se han tomado las muestras.
- C. Es necesario contar con una autorización escrita del gerente para llevar a cabo cualquier tipo de reproducción.
- D. Este informe ha sido preparado y está destinado exclusivamente para el cliente mencionado.
- E. Las copias o divulgación del informe sin el consentimiento previo del cliente, están prohibidas.



## GCL INGENIERÍA S.R.L.



Ingeniería geotécnica, pavimentos, concreto e inspección de calidad.

Urb. Derrama Magisterial, Manzana P1, Lote 27 - Chiclayo - Chiclayo - Lambayeque

**AGREGADOS. Determinación de la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. Método de ensayo. 4a Edición. NTP 400.022:2021.**

<b>Proyecto (*)</b>	"Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines usando cartón como Agregado Reciclado"	
<b>Ubicación (*)</b>	Chiclayo - Lambayeque	
<b>Cliente (*)</b>	Immer Joel Hernandez Olivos	
<b>Cantera (*)</b>	Tres Tomas	<b>Fecha muestreo:</b> 10/03/2023
<b>Material (*)</b>	Arena zarandeada	<b>Fecha recepción:</b> 10/03/2023
<b>Otros (*)</b>	--	<b>Fecha ensayo:</b> 11/03/2023
<b>Código interno</b>	JL-R-C-23-0158	<b>Fecha entrega:</b> 15/03/2023

Peso material saturado superficie seca en aire; g.	300.0	300.0
Peso frasco + agua; g.	680.5	665.7
Peso frasco + agua + Peso material saturado superficie seca en aire; g.	980.5	965.7
Peso material + agua en el frasco; g.	866.0	850.9
Volumen de masa + volumen de vacío; g.	114.5	114.8
Peso de material seco en estufa; g.	287.70	287.60
Volumen de masa	102.200	102.400
Peso específico bulk Base Seca.	2.513	2.505
Peso específico bulk Base saturada.	2.620	2.613
Peso específico aparente Base seca.	2.815	2.809
Absorción; %.	4.275	4.312
Peso específico bulk Base Seca.		2.509
Peso específico bulk Base saturada.		2.617
Peso específico aparente Base seca.		2.812
Absorción; %.		4.29

GCL INGENIERIA S.R.L.   
  
SEGUNDO CARRANZA MEJIA  
TÉCNICO DE LABORATORIO

GCL INGENIERIA S.R.L.   
  
GABY ROSITA CHUNQUE OCAÑA  
ING. CIVIL - CIP 287806

**Consideraciones:**

- Los datos indicados han sido proporcionados por el cliente.
- El cliente brindó las referencias y ubicación de los puntos donde se han tomado las muestras.
- Es necesario contar con una autorización escrita del gerente para llevar a cabo cualquier tipo de reproducción.
- Este informe ha sido preparado y está destinado exclusivamente para el cliente mencionado.
- Las copias o divulgación del informe sin el consentimiento previo del cliente, están prohibidas.



## GCL INGENIERÍA S.R.L.

Ingeniería geotécnica, pavimentos, concreto e inspección de calidad.

Urb. Derrama Magisterial, Manzana P1, Lote 27 - Chiclayo - Chiclayo - Lambayeque

**AGREGADOS. Método de ensayo para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. NTP 400.017:2020**

<b>Proyecto (*)</b>	"Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines usando cartón como Agregado Reciclado"		
<b>Ubicación (*)</b>	Chiclayo - Lambayeque		
<b>Cliente (*)</b>	Immer Joel Hernandez Olivos		
<b>Cantera (*)</b>	Tres Tomas	<b>Fecha muestreo:</b>	10/03/2023
<b>Material (*)</b>	Arena zarandeada	<b>Fecha recepción:</b>	10/03/2023
<b>Otros (*)</b>	--	<b>Fecha ensayo:</b>	11/03/2023
<b>Código interno</b>	JL-R-C-23-0158	<b>Fecha entrega:</b>	15/03/2023

Condición de la muestra	Muestra total peso unitario suelto seco		
	1	2	3
Ensayo			
Masa del recipiente + muestra; g.	11502	11480	11490
Masa del recipiente; g.	6590	6590	6590
Masa de la muestra; g.	4912	4890	4900
Volumen; cm <sup>3</sup> .	2112	2112	2112
Peso unitario suelto seco; g/cm <sup>3</sup> .	2.326	2.315	2.320
Contenido de humedad; %.	0.00	0.00	0.00
Peso unitario suelto seco; g/cm <sup>3</sup> .	2.326	2.315	2.320
Promedio peso unitario suelto seco; g/cm <sup>3</sup> .	2.320		

Condición de la muestra	Muestra total peso unitario compactado seco		
	1	2	3
Ensayo			
Masa del recipiente + muestra; g.	11900	11892	11820
Masa del recipiente; g.	6590	6590	6590
Masa de la muestra; g.	5310	5302	5230
Volumen; cm <sup>3</sup> .	2112	2112	2112
Peso unitario suelto seco; g/cm <sup>3</sup> .	2.514	2.510	2.476
Contenido de humedad; %.	0.00	0.00	0.00
Peso unitario suelto seco; g/cm <sup>3</sup> .	2.514	2.510	2.476
Promedio peso unitario compactado seco; g/cm <sup>3</sup> .	2.500		

GCL INGENIERIA S.R.L.   
  
SEGUNDO CARRANZA MEJIA  
TECNICO DE LABORATORIO

GCL INGENIERIA S.R.L.   
  
GABY ROSITA CHUNQUE OCAÑA  
ING. CIVIL - CIP 287806

**Consideraciones:**

- A. (\*) Los datos indicados han sido proporcionados por el cliente.
- B. El cliente brindo las referencia y ubicación de los puntos donde se han tomado las muestras.
- C. Es necesario contar con una autorización escrita del gerente para llevar a cabo cualquier tipo de reproducción.
- D. Este informe ha sido preparado y está destinado exclusivamente para el cliente mencionado.
- E. Las copias o divulgación del informe sin el consentimiento previo del cliente, estan prohibidas





## GCL INGENIERÍA S.R.L.

Ingeniería geotécnica, pavimentos, concreto e inspección de calidad.  
Urb. Derrama Magisterial, Manzana P1, Lote 27 - Chiclayo - Chiclayo - Lambayeque

SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1ª Edición. NTP 339.127:1998 (revisada el 2019)

<b>Proyecto (*)</b>	: "Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines usando cartón como Agregado Reciclado"	
<b>Ubicación (*)</b>	: Chiclayo - Lambayeque	
<b>Cliente (*)</b>	: Immer Joel Hernandez Olivos	
<b>Cantera (*)</b>	: Tres Tomas	<b>Fecha muestreo:</b> 10/03/2023
<b>Material (*)</b>	: Piedra chancada	<b>Fecha recepción:</b> 10/03/2023
<b>Otros (*)</b>	: --	<b>Fecha ensayo:</b> 11/03/2023
<b>Código interno</b>	: JL-R-C-23-0153	<b>Fecha entrega:</b> 15/03/2023

Numero del recipiente	1	
Masa del recipiente, g, $M_c$	86.0	
Recipiente + masa de muestra húmeda, g, $M_{oms}$	1000.0	
Masa del espécimen seco del recipiente inicial, g	998.0	
Masa del recipiente seco del recipiente secundario, g	993.6	
Masa del espécimen seco del recipiente final, g, $M_{ods}$	993.6	
Masa de agua, g, $M_w = M_{oms} - M_{ods}$	6.4	
Masa de sólidos, g, $M_s = M_{ods} - M_c$	907.6	
Contenido de humedad, %, $W = (M_w / M_s) * 100$	0.71	
Temperatura del horno si es diferente a 110 $\pm$ 5 ° C	-	

Cumple masa mínima: Si  
Exclusión de material: No  
Mas de un tipo de material: No  
Temperatura del horno: 110  $\pm$  5 ° C

GCL INGENIERIA S.R.L.   
*[Firma]*  
SEGUNDO CARRANZA MEJIA  
TÉCNICO DE LABORATORIO

GCL INGENIERIA S.R.L.   
*[Firma]*  
GABY ROSITA CHUNQUE OCAÑA  
ING. CIVIL - CIP 287806

Consideraciones:

- A. (\*) Los datos indicados han sido proporcionados por el cliente.
- B. El cliente brindó las referencias y ubicación de los puntos donde se han tomado las muestras.
- C. Es necesario contar con una autorización escrita del gerente para llevar a cabo cualquier tipo de reproducción.
- D. Este informe ha sido preparado y está destinado exclusivamente para el cliente mencionado.
- E. Las copias o divulgación del informe sin el consentimiento previo del cliente, están prohibidas.



## GCL INGENIERÍA S.R.L.

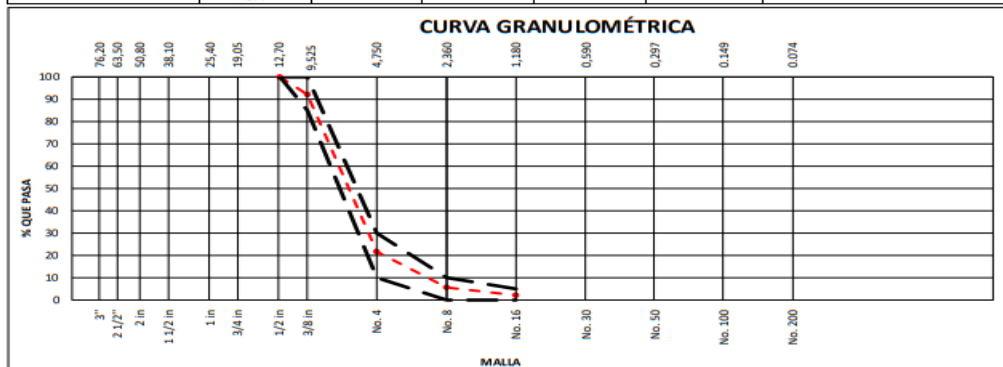
Ingeniería geotécnica, pavimentos, concreto e inspección de calidad.

Urb. Derrama Magisterial, Manzana P1, Lote 27 - Chiclayo - Chiclayo - Lambayeque

AGREGADOS. Agregados para concreto. Especificaciones. 5a Edición. NTP 400.037:2021.

<b>Proyecto (*)</b>	"Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines usando cartón como Agregado Reciclado"		
<b>Ubicación (*)</b>	Chiclayo - Lambayeque		
<b>Cliente (*)</b>	Immer Joel Hernandez Olivos		
<b>Cantera (*)</b>	Tres Tomas		
<b>Material (*)</b>	Piedra chancada		<b>Fecha muestreo:</b> 10/03/2023
<b>Otros (*)</b>	--		<b>Fecha recepción:</b> 10/03/2023
<b>Código interno</b>	JL-R-C-23-0153		<b>Fecha ensayo:</b> 11/03/2023
			<b>Fecha entrega:</b> 15/03/2023

Tamices	Abertura (mm)	Masa retenida, g	Retenido parcial, %	Retenido acumulado, %	Porcentaje que pasa, %	Huzo 8	Descripción
3 in	75.00 mm						Tamaño máximo: 1/2 in
2 1/2 in	63.00 mm						T. máximo nominal: 3/8 in
2 in	50.00 mm						Masa total, g: 285.0
1 1/2 in	37.50 mm						
1 in	25.00 mm						
3/4 in	19.00 mm						
1/2 in	12.50 mm				100.00	100	100
3/8 in	9.50 mm	22.47	7.89	7.89	92.11	85	100
No. 4	4.75 mm	200.69	70.43	78.32	21.68	10	30
No. 8	2.36 mm	45.69	16.03	94.35	5.65	0	10
No. 16	1.18 mm	10.00	3.51	97.86	2.14	0	5
No. 30	600 µm		0.00	97.86	2.14		
No. 50	300 µm						
No. 100	150 µm						
No. 200	75 µm						
Cazoleta		6.1					



GCL INGENIERIA S.R.L.   
**SEGUNDO CARRANZA MEJIA**  
 TECNICO DE LABORATORIO

GCL INGENIERIA S.R.L.   
**GABY ROSITA CHUNQUE OCAÑA**  
 ING. CIVIL - CIP 267806

**Consideraciones:**

- Los datos indicados han sido proporcionados por el cliente.
- El cliente brindando la referencia y ubicación de los puntos donde se han tomado las muestras.
- Es necesario contar con una autorización escrita del gerente para llevar a cabo cualquier tipo de reproducción.
- Este informe ha sido preparado y está destinado exclusivamente para el cliente mencionado.
- Las copias o divulgación del informe sin el consentimiento previo del cliente, están prohibidas.



## GCL INGENIERÍA S.R.L.

Ingeniería geotécnica, pavimentos, concreto e inspección de calidad.

Urb. Derrama Magisterial, Manzana P1, Lote 27 - Chiclayo - Chiclayo - Lambayeque

**AGREGADOS. Densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso. Método de ensayo. NTP 400.021:2020**

<b>Proyecto (*)</b>	"Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines usando cartón como Agregado Reciclado"	
<b>Ubicación (*)</b>	Chiclayo - Lambayeque	
<b>Cliente (*)</b>	Immer Joel Hernandez Olivos	
<b>Cantera (*)</b>	Tres Tomas	<b>Fecha muestreo:</b> 10/03/2023
<b>Material (*)</b>	Piedra chancada	<b>Fecha recepción:</b> 10/03/2023
<b>Otros (*)</b>	--	<b>Fecha ensayo:</b> 11/03/2023
<b>Código interno</b>	JL-R-C-23-0153	<b>Fecha entrega:</b> 15/03/2023

Peso material saturado superficie seca en aire; g.	2000.0	2020.0
Peso material saturado superficie seca en agua; g.	1245.0	1255.0
Volumen de masa + volumen de vacíos; cm <sup>3</sup> .	755.0	765.0
Peso de material seco ; g.	1978.0	1998.0
Volumen de masa; cm <sup>3</sup> .	733.0	743.0
Peso específico bulk Base Seca; g.	2.620	2.612
Peso específico bulk Base Saturada; g.	2.649	2.641
Peso específico aparente Base Seca; g.	2.698	2.689
Absorción; %.	1.112	1.101
Peso específico aparente Base Seca.	2.694	
Peso específico bulk Base saturada.	2.645	
Peso específico bulk Base seca.	2.616	
Absorción; %.	1.11	

GCL INGENIERIA S.R.L.   
  
SEGUNDO CARRANZA MEJÍA  
TÉCNICO DE LABORATORIO

GCL INGENIERIA S.R.L.   
  
GABY ROSITA CHUNQUE OCAÑA  
ING. CIVIL - CIP 287806

**Consideraciones:**

- (\*) Los datos indicados han sido proporcionados por el cliente.
- El cliente brindó la referencia y ubicación de los puntos donde se han tomado las muestras.
- Es necesario contar con una autorización escrita del gerente para llevar a cabo cualquier tipo de reproducción.
- Este informe ha sido preparado y está destinado exclusivamente para el cliente mencionado.
- Las copias o divulgación del informe sin el consentimiento previo del cliente, están prohibidas



## GCL INGENIERÍA S.R.L.

Ingeniería geotécnica, pavimentos, concreto e inspección de calidad.

Urb. Derrama Magisterial, Manzana P1, Lote 27 - Chiclayo - Chiclayo - Lambayeque

**AGREGADOS. Método de ensayo para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. NTP 400.017:2020**

<b>Proyecto (*)</b>	"Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines usando cartón como Agregado Reciclado"		
<b>Ubicación (*)</b>	Chiclayo - Lambayeque		
<b>Ciente (*)</b>	Immer Joel Hernandez Olivos		
<b>Cantera (*)</b>	Tres Tomas	<b>Fecha muestreo:</b>	10/03/2023
<b>Material (*)</b>	Piedra chancada	<b>Fecha recepción:</b>	10/03/2023
<b>Otros (*)</b>	--	<b>Fecha ensayo:</b>	11/03/2023
<b>Código interno</b>	JL-R-C-23-0153	<b>Fecha entrega:</b>	15/03/2023

Condición de la muestra	Muestra total peso unitario suelto seco		
	1	2	3
Ensayo			
Masa del recipiente + muestra; g.	9860	9854	9812
Masa del recipiente; g.	6590	6590	6590
Masa de la muestra; g.	3270	3264	3222
Volumen; cm <sup>3</sup> .	2112	2112	2112
Peso unitario suelto seco; g/cm <sup>3</sup> .	1.548	1.545	1.526
Contenido de humedad; %.	0.00	0.00	0.00
Peso unitario suelto seco; g/cm <sup>3</sup> .	1.548	1.545	1.526
Promedio peso unitario suelto seco; g/cm <sup>3</sup> .	1.540		

Condición de la muestra	Muestra total peso unitario compactado seco		
	1	2	3
Ensayo			
Masa del recipiente + muestra; g.	10302	10320	10372
Masa del recipiente; g.	6590	6590	6590
Masa de la muestra; g.	3712	3730	3782
Volumen; cm <sup>3</sup> .	2112	2112	2112
Peso unitario suelto seco; g/cm <sup>3</sup> .	1.758	1.766	1.791
Contenido de humedad; %.	0.00	0.00	0.00
Peso unitario suelto seco; g/cm <sup>3</sup> .	1.758	1.766	1.791
Promedio peso unitario compactado seco; g/cm <sup>3</sup> .	1.771		


GCL INGENIERIA S.R.L.   
  
**SEGUNDO CARRANZA MEJÍA**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

GCL INGENIERIA S.R.L.   
  
**GABY ROSITA CHUNQUE OCAÑA**  
 ING. CIVIL - CIP 287806

**Consideraciones:**

- Los datos indicados han sido proporcionados por el cliente.
- El cliente brindó las referencias y ubicación de los puntos donde se han tomado las muestras.
- Es necesario contar con una autorización escrita del gerente para llevar a cabo cualquier tipo de reproducción.
- Este informe ha sido preparado y está destinado exclusivamente para el cliente mencionado.
- Las copias o divulgación del informe sin el consentimiento previo del cliente, están prohibidas.

# Análisis a la Cantera La Victoria

	<b>GCL INGENIERÍA S.R.L.</b> Ingeniería geotécnica, pavimentos, concreto e inspección de calidad. Urb. Derrama Magisterial, Manzana P1, Lote 27 - Chiclayo - Chiclayo - Lambayeque
	SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1ª Edición. NTP 339.127:1998 (revisada el 2019)

<b>Proyecto (*)</b>	: "Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines usando cartón como Agregado Reciclado"		
<b>Ubicación (*)</b>	: Chiclayo - Lambayeque		
<b>Cliente (*)</b>	: Immer Joel Hernandez Olivos		
<b>Cantera (*)</b>	: La Victoria	<b>Fecha muestreo:</b>	10/03/2023
<b>Material (*)</b>	: Arena	<b>Fecha recepción:</b>	10/03/2023
<b>Otros (*)</b>	: -	<b>Fecha ensayo:</b>	11/03/2023
<b>Código interno</b>	: JL-R-C-23-0159	<b>Fecha entrega:</b>	15/03/2023

1.-	Peso de la muestra húmeda + peso del recipiente	gr	300.04
2.-	Peso de la muestra seca + peso del recipiente	gr	294.75
3.-	Peso del recipiente	gr	137.75
4.-	Peso de la muestra húmeda	gr	162.29
5.-	Peso de la muestra seca	gr	157.00
6.-	Contenido de Humedad	%	3.37

Cumple masa mínima: Si  
 Exclusión de material: No  
 Mas de un tipo de material: No  
 Temperatura del horno: 110 +5 ° C

GCL INGENIERIA S.R.L.   
  
**SEGUNDO CARRANZA MEJÍA**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

GCL INGENIERIA S.R.L.   
  
**GABY ROSITA CRUNQUE OCAÑA**  
 ING. CIVIL - CIP 287406

- Consideraciones:
- A. (\*) Los datos indicados han sido proporcionados por el cliente.
  - B. El cliente brinda la referencia y ubicación de los puntos donde se han tomado las muestras.
  - C. Es necesario contar con una autorización escrita del gerente para llevar a cabo cualquier tipo de reproducción.
  - D. Este informe ha sido preparado y está destinado exclusivamente para el cliente mencionado.
  - E. Las copias o divulgación del informe sin el consentimiento previo del cliente, están prohibidas.



**GCL INGENIERÍA S.R.L.**

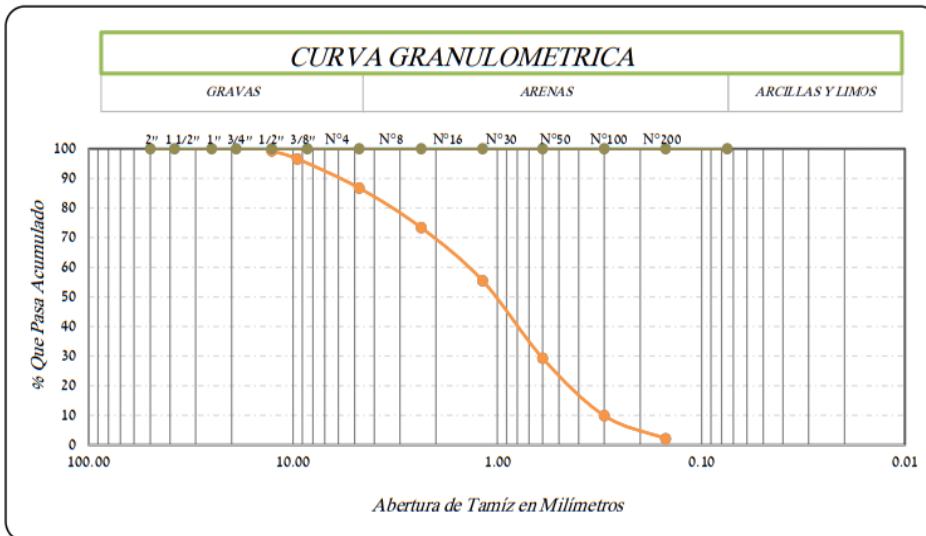
Ingeniería geotécnica, pavimentos, concreto e inspección de calidad.

Urb. Derrama Magisterial, Manzana P1, Lote 27 - Chiclayo - Chiclayo - Lambayeque

AGREGADOS. Agregados para concreto. Especificaciones. 5a Edición. NTP 400.037:2021.

<b>Proyecto (*)</b>	"Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines usando cartón como Agregado Reciclado"		
<b>Ubicación (*)</b>	Chiclayo - Lambayeque		
<b>Cliente (*)</b>	Immer Joel Hernandez Olivos		
<b>Cantera (*)</b>	La Victoria	<b>Fecha muestreo:</b>	10/03/2023
<b>Material (*)</b>	Arena	<b>Fecha recepción:</b>	10/03/2023
<b>Otros (*)</b>	--	<b>Fecha ensayo:</b>	11/03/2023
<b>Código interno</b>	JL-R-C-23-0159	<b>Fecha entrega:</b>	15/03/2023

PESO MUESTRA:		500 gr.			
TAMIZ		PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA ACUMULADO
PULGADAS	MILÍMETROS				
1/2"	12.70	3.63	0.73	0.73	99.27
3/8"	9.52	13.51	2.70	3.43	96.57
N° 4	4.75	49.08	9.82	13.25	86.75
N° 8	2.36	66.96	13.39	26.64	73.36
N° 16	1.18	89.70	17.94	44.58	55.42
N° 30	0.60	130.66	26.13	70.71	29.29
N° 50	0.30	96.86	19.37	90.08	9.92
N° 100	0.15	39.11	7.82	97.90	2.10
FONDO		9.57	1.91	99.81	0.19



GCL INGENIERIA S.R.L. **DL**  
 SEGUNDO CARRANZA MEJIA  
 TECNICO DE LABORATORIO

GCL INGENIERIA S.R.L. **DL**  
 GABY ROSITA CHUNQUE OCAÑA  
 ING. CIVIL - CIP 287806

Consideraciones

- A. (\*) Los datos indicados han sido proporcionados por el cliente.
- B. El cliente brinda las referencias y ubicación de los puntos donde se han tomado las muestras.
- C. Es necesario contar con una autorización escrita del gerente para llevar a cabo cualquier tipo de reproducción.
- D. Este informe ha sido preparado y está destinado exclusivamente para el cliente mencionado.



## GCL INGENIERÍA S.R.L.

Ingeniería geotécnica, pavimentos, concreto e inspección de calidad.  
Urb. Derrama Magisterial, Manzana P 1, Lote 27 - Chidayo - Chiclayo - Lambayeque

AGREGADOS. Densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso. Método de ensayo. NTP 400.021:2020

<b>Proyecto (*)</b>	"Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines usando cartón como Agregado Reciclado"	
<b>Ubicación (*)</b>	Chiclayo - Lambayeque	
<b>Cliente (*)</b>	Immer Joel Hernandez Olivos	
<b>Cantera (*)</b>	La Victoria	<b>Fecha muestreo:</b> 10/03/2023
<b>Material (*)</b>	Arena	<b>Fecha recepción:</b> 10/03/2023
<b>Otros (*)</b>	--	<b>Fecha ensayo:</b> 11/03/2023
<b>Código interno</b>	JL-R-C-23-0159	<b>Fecha entrega:</b> 15/03/2023

### I.- DATOS:

1.-	Peso superficialmente seco + peso del frasco + peso del agua	gr	521.10
2.-	Peso superficialmente seco + peso del frasco	gr	367.97
3.-	Peso del agua	gr	153.13
4.-	Peso secado al horno + peso del frasco	gr	361.44
5.-	Peso del frasco	gr	117.97
6.-	Peso secado al horno	gr	243.47
7.-	Volumen del frasco	gr	250.00
8.-	Peso saturado superficialmente seco	gr	250.00

### II.- RESULTADOS:

1.-	Peso Especifico de Masa	gr/cm3	2.51
2.-	Peso Especifico de Masa Saturado Superficialmente Seco	gr/cm3	2.70
3.-	Peso Especifico Aparente	gr/cm3	2.70
4.-	Porcentaje de Absorción	%	2.68

GCL INGENIERIA S.R.L.   
  
SEGUNDO CARRANZA MEJIA  
TECNICO DE LABORATORIO

GCL INGENIERIA S.R.L.   
  
GABY ROSITA CHUNQUE OCAÑA  
ING. CIVIL - CIP 287806

#### Consideraciones:

- A. (\*) Los datos indicados han sido proporcionados por el cliente.
- B. El cliente brinda las referencias y ubicación de los puntos donde se han tomado las muestras.
- C. Es necesario contar con una autorización escrita del gerente para llevar a cabo cualquier tipo de reproducción.
- D. Este informe ha sido preparado y está destinado exclusivamente para el cliente mencionado.
- E. Las copias o divulgación del informe sin el consentimiento previo del cliente, están prohibidas.



## GCL INGENIERÍA S.R.L.

Ingeniería geotécnica, pavimentos, concreto e inspección de calidad.

Urb. Derrama Magisterial, Manzana P1, Lote 27 - Chiclayo - Chiclayo - Lambayeque

**AGREGADOS. Método de ensayo para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. NTP 400.017:2020**


<b>Proyecto (*)</b>	"Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines usando cartón como Agregado Reciclado"		
<b>Ubicación (*)</b>	Chiclayo - Lambayeque		
<b>Cliente (*)</b>	Immer Joel Hernandez Olivos		
<b>Cantera (*)</b>	La Victoria	<b>Fecha muestreo:</b>	10/03/2023
<b>Material (*)</b>	Piedra chancada	<b>Fecha recepción:</b>	10/03/2023
<b>Otros (*)</b>	--	<b>Fecha ensayo:</b>	11/03/2023
<b>Código interno</b>	JL-R-C-23-0159	<b>Fecha entrega:</b>	15/03/2023

### I.- PESO UNITARIO SUELTO:

1.-	Peso de la muestra suelta + peso del recipiente	gr	12,210.00	12,150.00	12,186.00
2.-	Peso del recipiente	gr	7,535.00	7,535.00	7,535.00
3.-	Peso de la muestra	gr	4,675.00	4,615.00	4,651.00
4.-	Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2,118.00	2,118.00	2,118.00
5.-	Peso unitario suelto húmedo	kg/cm <sup>3</sup>	2.21	2.18	2.20
6.-	Peso unitario suelto húmedo (Promedio)	kg/cm <sup>3</sup>	2.19		

### II.- PESO UNITARIO COMPACTADO:

1.-	Peso de la muestra suelta + peso del recipiente	gr	12,650.00	12,635.00	12,686.00
2.-	Peso del recipiente	gr	7,535.00	7,535.00	7,535.00
3.-	Peso de la muestra	gr	5,115.00	5,100.00	5,151.00
4.-	Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2,118.00	2,118.00	2,118.00
5.-	Peso unitario suelto húmedo	kg/cm <sup>3</sup>	2.42	2.41	2.43
6.-	Peso unitario suelto húmedo (Promedio)	kg/cm <sup>3</sup>	2.41		

GCL INGENIERIA S.R.L.   
  
**SEGUNDO CARRANZA MEJÍA**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

GCL INGENIERIA S.R.L.   
  
**GABY ROSITA CHUNQUE OCAÑA**  
 ING. CIVIL - CIP 287806

#### Consideraciones:

- A. (\*) Los datos indicados han sido proporcionados por el cliente.
- B. El cliente brinda las referencias y ubicación de los puntos donde se han tomado las muestras.
- C. Es necesario contar con una autorización escrita del gerente para llevar a cabo cualquier tipo de reproducción.
- D. Este informe ha sido preparado y está destinado exclusivamente para el cliente mencionado.
- E. Las copias o divulgación del informe sin el consentimiento previo del cliente, están prohibidas.





## GCL INGENIERÍA S.R.L.

Ingeniería geotécnica, pavimentos, concreto e inspección de calidad.  
Urb. Derrama Magisterial, Manzana P1, Lote 27 - Chiclayo - Chiclayo - Lambayeque

SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1ª Edición. NTP 339.127:1998 (revisada el 2019)

<b>Proyecto (*)</b>	: "Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines usando cartón como Agregado Reciclado"	
<b>Ubicación (*)</b>	: Chiclayo - Lambayeque	
<b>Cliente (*)</b>	: Immer Joel Hernandez Olivos	
<b>Cantera (*)</b>	: La Victoria	<b>Fecha muestreo:</b> 10/03/2023
<b>Material (*)</b>	: Piedra chancada	<b>Fecha recepción:</b> 10/03/2023
<b>Otros (*)</b>	: --	<b>Fecha ensayo:</b> 11/03/2023
<b>Código interno</b>	: JL-R-C-23-0159	<b>Fecha entrega:</b> 15/03/2023

Numero del recipiente	1	
Masa del recipiente, g, $M_c$	86.0	
Recipiente + masa de muestra húmeda, g, $M_{cms}$	1000.0	
Masa del espécimen seco del recipiente inicial, g	996.6	
Masa del recipiente seco del recipiente secundario, g	994.5	
Masa del espécimen seco del recipiente final, g, $M_{cfs}$	994.5	
Masa de agua, g, $M_w = M_{cms} - M_{cfs}$	5.5	
Masa de sólidos, g, $M_s = M_{cfs} - M_c$	908.5	
Contenido de humedad, %, $W = (M_w/M_s) * 100$	0.61	
Temperatura del horno si es diferente a 110 +5 ° C	-	

Cumple masa mínima: Si  
Exclusión de material: No  
Mas de un tipo de material: No  
Temperatura del horno: 110 +5 ° C

GCL INGENIERIA S.R.L.   
*[Firma]*  
SEGUNDO CARRANZA MEJIA  
TECNICO DE LABORATORIO

GCL INGENIERIA S.R.L.   
*[Firma]*  
GABY ROSITA CHUNQUE OCAÑA  
ING. CIVIL - CIP 287806

Consideraciones:

- Los datos indicados han sido proporcionados por el cliente.
- El cliente brinda las referencias y ubicación de los puntos donde se han tomado las muestras.
- Es necesario contar con una autorización escrita del gerente para llevar a cabo cualquier tipo de reproducción.
- Este informe ha sido preparado y está destinado exclusivamente para el cliente mencionado.
- Las copias o divulgación del informe sin el consentimiento previo del cliente, están prohibidas.



### GCL INGENIERÍA S.R.L.

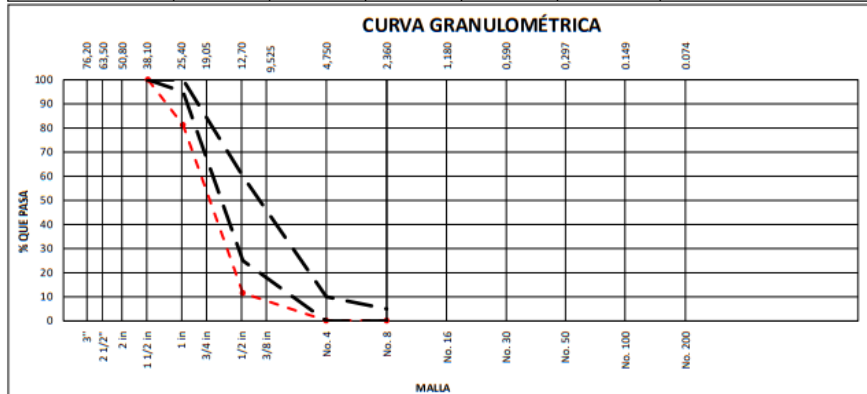
Ingeniería geotécnica, pavimentos, concreto e inspección de calidad.

Urb. Derrama Magisterial, Manzana P1, Lote 27 - Chiclayo - Chiclayo - Lambayeque

AGREGADOS. Agregados para concreto. Especificaciones. 5a Edición. NTP 400.037:2021.

Proyecto (*)	"Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines usando cartón como Agregado Reciclado"		
Ubicación (*)	Chiclayo - Lambayeque		
Cliente (*)	Immer Joel Hernandez Olivos		
Cantera (*)	La Victoria	Fecha muestreo:	10/03/2023
Material (*)	Piedra chancada	Fecha recepción:	10/03/2023
Otros (*)	-	Fecha ensayo:	11/03/2023
Código interno	JL-R-C-23-0159	Fecha entrega:	15/03/2023

Tamices	Abertura (mm)	Masa retenida, g	Retenido parcial, %	Retenido acumulado, %	Porcentaje que pasa, %	Huzo 57	Descripción
3 in	75.00 mm						Tamaño máximo: 1 1/2 in
2 1/2 in	63.00 mm						T. máximo nominal: 1 in
2 in	50.00 mm						Masa total, g: 1,985.4
1 1/2 in	37.50 mm				100.00	100	
1 in	25.00 mm	373.61	18.82	18.82	81.18	95	100
3/4 in	19.00 mm	677.00					
1/2 in	12.50 mm	705.27	35.52	88.44	11.56	25	60
3/8 in	9.50 mm	161.11					
No. 4	4.75 mm	65.33	3.29	99.85	0.15	0	10
No. 8	2.36 mm		0.00	99.85	0.15	0	5
No. 16	1.18 mm						
No. 30	600 µm						
No. 50	300 µm						
No. 100	150 µm						
No. 200	75 µm						
Cazoleta		3.0					



GCL INGENIERIA S.R.L.   
 SEGUNDO CARRANZA MEJIA   
 TECNICO DE LABORATORIO

GCL INGENIERIA S.R.L.   
 GABY ROSITA CHUNQUE OCAÑA   
 ING. CIVIL - CIP 287806

**Consideraciones:**

- Los datos indicados han sido proporcionados por el cliente.
- El cliente brinda las referencia y ubicación de los puntos donde se han tomado las muestras.
- Es necesario contar con una autorización e sello del gerente para llevar a cabo cualquier tipo de reproducción.
- Este informe ha sido preparado y está destinado exclusivamente para el cliente mencionado.
- Las copias o divulgación del informe sin el consentimiento previo del cliente, están prohibidas



## GCL INGENIERÍA S.R.L.


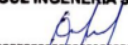
Ingeniería geotécnica, pavimentos, concreto e inspección de calidad.

Urb. Derrama Magisterial, Manzana P1, Lote 27 - Chiclayo - Chiclayo - Lambayeque

AGREGADOS. Densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso. Método de ensayo. NTP 400.021:2020

<b>Proyecto (*)</b>	"Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines usando cartón como Agregado Reciclado"	
<b>Ubicación (*)</b>	Chiclayo - Lambayeque	
<b>Cliente (*)</b>	Immer Joel Hernandez Olivos	
<b>Cantera (*)</b>	La Victoria	<b>Fecha muestreo:</b> 10/03/2023
<b>Material (*)</b>	Piedra chancada	<b>Fecha recepción:</b> 10/03/2023
<b>Otros (*)</b>	--	<b>Fecha ensayo:</b> 11/03/2023
<b>Código interno</b>	JL-R-C-23-0159	<b>Fecha entrega:</b> 15/03/2023

Peso material saturado superficie seca en aire; g.	2000.0	2060.0
Peso material saturado superficie seca en agua; g.	1255.0	1299.0
Volumen de masa + volumen de vacíos; cm <sup>3</sup> .	745.0	761.0
Peso de material seco; g.	1946.0	2005.8
Volumen de masa; cm <sup>3</sup> .	691.0	706.8
Peso específico bulk Base Seca; g.	2.612	2.636
Peso específico bulk Base Saturada; g.	2.685	2.707
Peso específico aparente Base Seca; g.	2.816	2.838
Absorción; %.	2.775	2.702
Peso específico aparente Base Seca.	2.827	
Peso específico bulk Base saturada.	2.696	
Peso específico bulk Base seca.	2.624	
Absorción; %.	2.74	

GCL INGENIERIA S.R.L.   
  
SEGUNDO CARRANZA MEJÍA  
TÉCNICO DE LABORATORIO

GCL INGENIERIA S.R.L.   
  
GABY ROSITA CHUNQUE OCAÑA  
ING. CIVIL - CIP 287806

Consideraciones:

- Los datos indicados han sido proporcionados por el cliente.
- El cliente brindó las referencias y ubicación de los puntos donde se han tomado las muestras.
- Es necesario contar con una autorización escrita del gerente para llevar a cabo cualquier tipo de reproducción.
- Este informe ha sido preparado y está destinado exclusivamente para el cliente mencionado.
- Las copias o divulgación del informe sin el consentimiento previo del cliente, están prohibidas.



## GCL INGENIERÍA S.R.L.

Ingeniería geotécnica, pavimentos, concreto e inspección de calidad.

Urb. Derrama Magisterial, Manzana P1, Lote 27 - Chiclayo - Chiclayo - Lambayeque

**AGREGADOS. Método de ensayo para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. NTP 400.017:2020**

<b>Proyecto (*)</b>	"Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines usando cartón como Agregado Reciclado"	
<b>Ubicación (*)</b>	Chiclayo - Lambayeque	
<b>Cliente (*)</b>	Immer Joel Hernandez Olivos	
<b>Cantera (*)</b>	La Victoria	<b>Fecha muestreo:</b> 10/03/2023
<b>Material (*)</b>	Piedra chancada	<b>Fecha recepción:</b> 10/03/2023
<b>Otros (*)</b>	--	<b>Fecha ensayo:</b> 11/03/2023
<b>Código interno</b>	JL-R-C-23-0159	<b>Fecha entrega:</b> 15/03/2023

Condición de la muestra	Muestra total peso unitario suelto seco		
	1	2	3
Ensayo			
Masa del recipiente + muestra; g.	10980	10950	10958
Masa del recipiente; g.	6590	6590	6590
Masa de la muestra; g.	4390	4360	4368
Volumen; cm <sup>3</sup> .	2112	2112	2112
Peso unitario suelto seco; g/cm <sup>3</sup> .	2.079	2.064	2.068
Contenido de humedad; %.	0.00	0.00	0.00
Peso unitario suelto seco; g/cm <sup>3</sup> .	2.079	2.064	2.068
Promedio peso unitario suelto seco; g/cm <sup>3</sup> .	2.070		

Condición de la muestra	Muestra total peso unitario compactado seco		
	1	2	3
Ensayo			
Masa del recipiente + muestra; g.	11398	11425	11469
Masa del recipiente; g.	6590	6590	6590
Masa de la muestra; g.	4808	4835	4879
Volumen; cm <sup>3</sup> .	2112	2112	2112
Peso unitario suelto seco; g/cm <sup>3</sup> .	2.277	2.289	2.310
Contenido de humedad; %.	0.00	0.00	0.00
Peso unitario suelto seco; g/cm <sup>3</sup> .	2.277	2.289	2.310
Promedio peso unitario compactado seco; g/cm <sup>3</sup> .	2.292		


GCL INGENIERIA S.R.L.   
*Segundo Carranza Mejía*  
SEGUNDO CARRANZA MEJÍA  
TECNICO DE LABORATORIO

GCL INGENIERIA S.R.L.   
*Gaby Rosita Chunque Ocaña*  
GABY ROSITA CHUNQUE OCAÑA  
ING. CIVIL - CIP 287806

**Consideraciones:**

- A. (\*) Los datos indicados han sido proporcionados por el cliente.
- B. El cliente brindo las referencia y ubicación de los puntos donde se han tomado las muestras.
- C. Es necesario contar con una autorización escrita del gerente para llevar a cabo cualquier tipo de reproducción.
- D. Este informe ha sido preparado y está destinado exclusivamente para el cliente mencionado.
- E. Las copias o divulgación del informe sin el consentimiento previo del cliente, están prohibidas

# Análisis a la Cantera Garraspiña

	<b>GCL INGENIERÍA S.R.L.</b> Ingeniería geotécnica, pavimentos, concreto e inspección de calidad. Urb. Derrama Magisterial, Manzana P1, Lote 27 - Chiclayo - Chiclayo - Lambayeque
	SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1ª Edición. NTP 339.127:1998 (revisada el 2019)

<b>Proyecto (*)</b>	: "Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines usando cartón como Agregado Reciclado"	
<b>Ubicación (*)</b>	: Chiclayo - Lambayeque	
<b>Cliente (*)</b>	: Immer Joel Hernandez Olivos	
<b>Cantera (*)</b>	: Garraspiña	<b>Fecha muestreo:</b> 10/03/2023
<b>Material (*)</b>	: Arena zarandeada	<b>Fecha recepción:</b> 10/03/2023
<b>Otros (*)</b>	: -	<b>Fecha ensayo:</b> 11/03/2023
<b>Código interno</b>	: JL-R-C-23-0152	<b>Fecha entrega:</b> 15/03/2023

Numero del recipiente	1	
Masa del recipiente, g, $M_c$	88.5	
Recipiente + masa de muestra húmeda, g, $M_{oms}$	645.0	
Masa del espécimen seco del recipiente inicial, g	640.8	
Masa del recipiente seco del recipiente secundario, g	638.9	
Masa del espécimen seco del recipiente final, g, $M_{ods}$	638.9	
Masa de agua, g, $M_w = M_{oms} - M_{ods}$	6.1	
Masa de sólidos, g, $M_s = M_{ods} - M_c$	550.4	
Contenido de humedad, %, $W = (M_w/M_s) * 100$	1.11	
Temperatura del horno si es diferente a 110 $\pm$ 5 ° C	-	

  
**GCL INGENIERIA S.R.L.**   
**SEGUNDO CARRANZA MEJÍA**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

  
**GCL INGENIERIA S.R.L.**   
**GABY ROSITA CHUNQUE OCAÑA**  
 ING. CIVIL - CIP 267806

**Consideraciones:**

- A. (\*) Los datos indicados han sido proporcionados por el cliente.
- B. El cliente brinda las referencia y ubicación de los puntos donde se han tomado las muestras.
- C. Es necesario contar con una autorización escrita del gerente para llevar a cabo cualquier tipo de reproducción.
- D. Este informe ha sido preparado y está destinado exclusivamente para el cliente mencionado.
- E. Las copias o divulgación del informe sin el consentimiento previo del cliente, están prohibidas



**GCL INGENIERÍA S.R.L.**

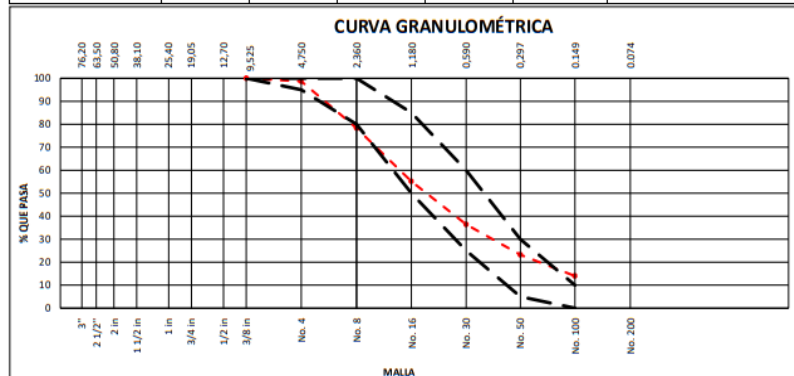
Ingeniería geotécnica, pavimentos, concreto e inspección de calidad.

Urb. Derrama Magisterial, Manzana P1, Lote 27 - Chiclayo - Chiclayo - Lambayeque

AGREGADOS. Agregados para concreto. Especificaciones, 5a Edición. NTP 400.037:2021.

<b>Proyecto (*)</b>	"Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines usando cartón como Agregado Reciclado"		
<b>Ubicación (*)</b>	Chiclayo - Lambayeque		
<b>Cliente (*)</b>	Immer Joel Hernandez Olivos		
<b>Cantera (*)</b>	Garraspiña	<b>Fecha muestreo:</b>	10/03/2023
<b>Material (*)</b>	Arena zarandeada	<b>Fecha recepción:</b>	10/03/2023
<b>Otros (*)</b>	-	<b>Fecha ensayo:</b>	11/03/2023
<b>Código interno</b>	JL-R-C-23-0152	<b>Fecha entrega:</b>	15/03/2023

Tamices	Abertura (mm)	Masa retenida, g	Retenido parcial, %	Retenido acumulado, %	Porcentaje que pasa, %	Huso	Especificación
3 in	75.00 mm						Tamaño máximo: 3/8 in
2 1/2 in	63.00 mm						T. máximo nominal: No. 4
2 in	50.00 mm						Masa total, g: 510.0
1 1/2 in	37.50 mm						Modulo de fineza: 2.94
1 in	25.00 mm						
3/4 in	19.00 mm						
1/2 in	12.50 mm						
3/8 in	9.50 mm				100.00	100	100
No. 4	4.75 mm	6.70	1.31	1.31	98.69	95	100
No. 8	2.36 mm	103.76	20.35	21.66	78.34	80	100
No. 16	1.18 mm	118.25	23.19	44.85	55.15	50	85
No. 30	600 µm	95.51	18.73	63.58	36.42	25	60
No. 50	300 µm	67.30	13.20	76.78	23.22	5	30
No. 100	150 µm	47.12	9.24	86.02	13.98	0	10
No. 200	75 µm	2.00	0.39	86.41	13.59		
Cazoleta		59.57					



GCL INGENIERIA S.R.L.   
**SEGUNDO CARRANZA NEJIA**  
 TECNICO DE LABORATORIO

GCL INGENIERIA S.R.L.   
**GABY ROSITA CHUNQUE OCAÑA**  
 ING. CIVIL - CIP 287806

Consideraciones:

- A. (\*) Los datos indicados han sido proporcionados por el cliente.
- B. El cliente brinda las referencias y ubicación de los puntos donde se han tomado las muestras.
- C. Es necesario contar con una autorización escrita del gerente para llevar a cabo cualquier tipo de reproducción.
- D. Este informe ha sido preparado y está destinado exclusivamente para el cliente mencionado.
- E. Las copias o divulgación del informe sin el consentimiento previo del cliente, están prohibidas.



## GCL INGENIERÍA S.R.L.

Ingeniería geotécnica, pavimentos, concreto e inspección de calidad.

Urb. Derrama Magisterial, Manzana P1, Lote 27 - Chiclayo - Chiclayo - Lambayeque

**AGREGADOS.** Determinación de la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. Método de ensayo. 4a Edición. NTP 400.022:2021.

<b>Proyecto (*)</b>	"Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines usando cartón como Agregado Reciclado"	
<b>Ubicación (*)</b>	Chiclayo - Lambayeque	
<b>Cliente (*)</b>	Immer Joel Hernandez Olivos	
<b>Cantera (*)</b>	Garraspiña	<b>Fecha muestreo:</b> 10/03/2023
<b>Material (*)</b>	Arena zarandeada	<b>Fecha recepción:</b> 10/03/2023
<b>Otros (*)</b>	--	<b>Fecha ensayo:</b> 11/03/2023
<b>Código interno</b>	JL-R-C-23-0152	<b>Fecha entrega:</b> 15/03/2023

Peso material saturado superficie seca en aire; g.	300.0	300.0
Peso frasco + agua; g.	680.5	665.7
Peso frasco + agua + Peso material saturado superficie seca en aire; g.	980.5	965.7
Peso material + agua en el frasco; g.	869.0	854.0
Volumen de masa + volumen de vacío; g.	111.5	111.7
Peso de material seco en estufa; g.	289.40	289.30
Volumen de masa	100.900	101.000
Peso específico bulk Base Seca.	2.596	2.590
Peso específico bulk Base saturada.	2.691	2.686
Peso específico aparente Base seca.	2.868	2.864
Absorción; %.	3.663	3.699
Peso específico bulk Base Seca.	2.593	
Peso específico bulk Base saturada.	2.688	
Peso específico aparente Base seca.	2.866	
Absorción; %.	3.68	

GCL INGENIERIA S.R.L.   
*[Firma]*  
**SEGUNDO CARRANZA MEJIA**  
TECNICO DE LABORATORIO

GCL INGENIERIA S.R.L.   
*[Firma]*  
**GABY ROSITA CHUNQUE OCAÑA**  
ING. CIVIL - CIP 287806

**Consideraciones:**

- A. (\*) Los datos indicados han sido proporcionados por el cliente.
- B. El cliente brindo las referencia y ubicación de los puntos donde se han tomado las muestras.
- C. Es necesario contar con una autorización escrita del gerente para llevar a cabo cualquier tipo de reproducción.
- D. Este informe ha sido preparado y está destinado exclusivamente para el cliente mencionado.
- E. Las copias o divulgación del informe sin el consentimiento previo del cliente, estan prohibidas



## GCL INGENIERÍA S.R.L.

Ingeniería geotécnica, pavimentos, concreto e inspección de calidad.  
Urb. Derrama Magisterial, Manzana P1, Lote 27 - Chiclayo - Chiclayo - Lambayeque

**AGREGADOS. Método de ensayo para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. NTP 400.017:2020**

<b>Proyecto (*)</b>	"Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines usando cartón como Agregado Reciclado"	
<b>Ubicación (*)</b>	Chiclayo - Lambayeque	
<b>Cliente (*)</b>	Immer Joel Hernandez Olivos	
<b>Cantera (*)</b>	Garraspiña	<b>Fecha muestreo:</b> 10/03/2023
<b>Material (*)</b>	Arena zarandeada	<b>Fecha recepción:</b> 10/03/2023
<b>Otros (*)</b>	--	<b>Fecha ensayo:</b> 11/03/2023
<b>Código interno</b>	JL-R-C-23-0152	<b>Fecha entrega:</b> 15/03/2023

Condición de la muestra	Muestra total peso unitario suelto seco		
Ensayo	1	2	3
Masa del recipiente + muestra; g.	11700	11720	11744
Masa del recipiente; g.	6590	6590	6590
Masa de la muestra; g.	5110	5130	5154
Volumen; cm <sup>3</sup> .	2112	2112	2112
Peso unitario suelto seco; g/cm <sup>3</sup> .	2.420	2.429	2.440
Contenido de humedad; %.	0.00	0.00	0.00
Peso unitario suelto seco; g/cm <sup>3</sup> .	2.420	2.429	2.440
Promedio peso unitario suelto seco; g/cm <sup>3</sup> .	2.430		

Condición de la muestra	Muestra total peso unitario compactado seco		
Ensayo	1	2	3
Masa del recipiente + muestra; g.	12350	12340	12358
Masa del recipiente; g.	6590	6590	6590
Masa de la muestra; g.	5760	5750	5768
Volumen; cm <sup>3</sup> .	2112	2112	2112
Peso unitario suelto seco; g/cm <sup>3</sup> .	2.727	2.723	2.731
Contenido de humedad; %.	0.00	0.00	0.00
Peso unitario suelto seco; g/cm <sup>3</sup> .	2.727	2.723	2.731
Promedio peso unitario compactado seco; g/cm <sup>3</sup> .	2.727		

GCL INGENIERIA S.R.L.   
  
**SEGUNDO CARRANZA MEJÍA**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

GCL INGENIERIA S.R.L.   
  
**GABY ROSITA CHUNQUE OCANA**  
 ING. CIVIL - CIP 287806

**Consideraciones:**

- Los datos indicados han sido proporcionados por el cliente.
- El cliente brinda las referencias y ubicación de los puntos donde se han tomado las muestras.
- Es necesario contar con una autorización escrita del gerente para llevar a cabo cualquier tipo de reproducción.
- Este informe ha sido preparado y está destinado exclusivamente para el cliente mencionado.
- Las copias o divulgación del informe sin el consentimiento previo del cliente, están prohibidas.





### GCL INGENIERÍA S.R.L.

Ingeniería geotécnica, pavimentos, concreto e inspección de calidad.

Urb. Derrama Magisterial, Manzana P1, Lote 27 - Chiclayo - Chiclayo - Lambayeque

SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1ª Edición. NTP 339.127:1998 (revisada el 2019)

<b>Proyecto (*)</b>	: "Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines usando cartón como Agregado Reciclado"	
<b>Ubicación (*)</b>	: Chiclayo - Lambayeque	
<b>Cliente (*)</b>	: Immer Joel Hernandez Olivos	
<b>Cantera (*)</b>	: Garraespina	<b>Fecha muestreo:</b> 10/03/2023
<b>Material (*)</b>	: Piedra chancada	<b>Fecha recepción:</b> 10/03/2023
<b>Otros (*)</b>	: --	<b>Fecha ensayo:</b> 11/03/2023
<b>Código interno</b>	: JL-R-C-23-0153	<b>Fecha entrega:</b> 15/03/2023

Numero del recipiente	1	
Masa del recipiente, g, $M_c$	86.0	
Recipiente + masa de muestra húmeda, g, $M_{cms}$	1136.6	
Masa del espécimen seco del recipiente inicial, g	1136.2	
Masa del recipiente seco del recipiente secundario, g	1135.8	
Masa del espécimen seco del recipiente final, g, $M_{cfs}$	1135.8	
Masa de agua, g, $M_w = M_{cms} - M_{cfs}$	0.9	
Masa de sólidos, g, $M_s = M_{cfs} - M_c$	1049.8	
Contenido de humedad, %, $W = (M_w / M_s) * 100$	0.08	
Temperatura del horno si es diferente a 110 +5 ° C	-	

Cumple masa mínima: Si  
 Exclusión de material: No  
 Mas de un tipo de material: No  
 Temperatura del horno: 110 +5 ° C

GCL INGENIERIA S.R.L.   
  
**SEGUNDO CARRANZA MEJIA**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

GCL INGENIERIA S.R.L.   
  
**GABY ROSITA CHUNQUE OCAÑA**  
 ING. CIVIL - CIP 287806

**Consideraciones:**

- Los datos indicados han sido proporcionados por el cliente.
- El cliente brinda las referencia y ubicación de los puntos donde se han tomado las muestras.
- Es necesario contar con una autorización escrita del gerente para llevar a cabo cualquier tipo de reproducción.
- Este informe ha sido preparado y está destinado exclusivamente para el cliente mencionado.
- Las copias o divulgación del informe sin el consentimiento previo del cliente, están prohibidas



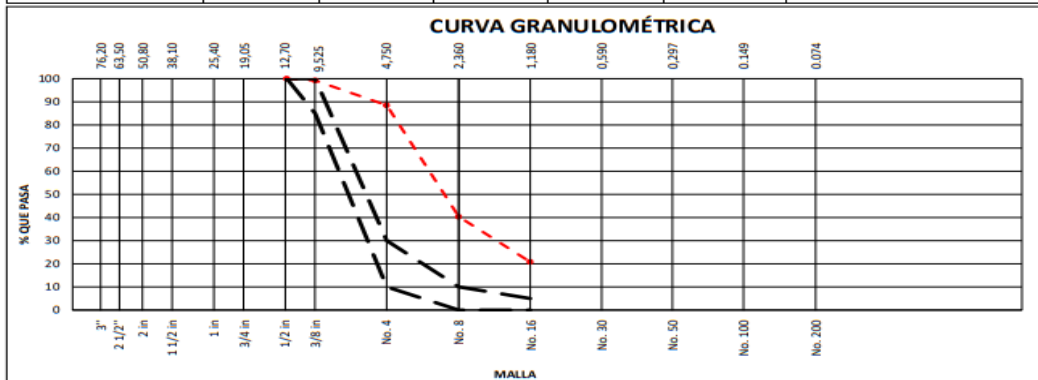
### GCL INGENIERÍA S.R.L.

Ingeniería geotécnica, pavimentos, concreto e inspección de calidad.  
Urb. Derrama Magisterial, Manzana P1, Lote 27 - Chiclayo - Chiclayo - Lambayeque

AGREGADOS. Agregados para concreto. Especificaciones. 5a Edición. NTP 400.037:2021.

<b>Proyecto (*)</b>	"Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines usando cartón como Agregado Reciclado"		
<b>Ubicación (*)</b>	Chiclayo - Lambayeque		
<b>Cliente (*)</b>	Immer Joel Hernandez Olivos		
<b>Cantera (*)</b>	Garraña	<b>Fecha muestreo:</b>	10/03/2023
<b>Material (*)</b>	Piedra chancada	<b>Fecha recepción:</b>	10/03/2023
<b>Otros (*)</b>	-	<b>Fecha ensayo:</b>	11/03/2023
<b>Código interno</b>	JL-R-C-23-0153	<b>Fecha entrega:</b>	15/03/2023

Tamices	Abertura (mm)	Masa retenida, g	Retenido parcial, %	Retenido acumulado, %	Porcentaje que pasa, %	Huzo 8	Descripción
3 in	75.00 mm						Tamaño máximo: 1/2 in
2 1/2 in	63.00 mm						T. máximo nominal: 3/8 in
2 in	50.00 mm						Masa total, g: 2,001.5
1 1/2 in	37.50 mm						
1 in	25.00 mm						
3/4 in	19.00 mm						
1/2 in	12.50 mm				100.00	100	100
3/8 in	9.50 mm	15.72	0.79	0.79	99.21	85	100
No. 4	4.75 mm	214.25	10.70	11.49	88.51	10	30
No. 8	2.36 mm	963.95	48.16	59.65	40.35	0	10
No. 16	1.18 mm	391.07	19.54	79.19	20.81	0	5
No. 30	600 µm		0.00	79.19	20.81		
No. 50	300 µm						
No. 100	150 µm						
No. 200	75 µm						
Cazoleta		416.5					



GCL INGENIERIA S.R.L.   
**SEGUNDO CARRANZA MEJIA**  
TECNICO DE LABORATORIO

GCL INGENIERIA S.R.L.   
**GABY ROSITA CHUNQUE OCAÑA**  
ING. CIVIL - CIP 287806

**Consideraciones:**

- A. (\*) Los datos indicados han sido proporcionados por el cliente.
- B. El cliente brinda la referencia y ubicación de los puntos donde se han tomado las muestras.
- C. Es necesario contar con una autorización escrita del gerente para llevar a cabo cualquier tipo de reproducción.
- D. Este informe ha sido preparado y está destinado exclusivamente para el cliente mencionado.
- E. Las copias o divulgación del informe sin el consentimiento previo del cliente, están prohibidas.



## GCL INGENIERÍA S.R.L.


Ingeniería geotécnica, pavimentos, concreto e inspección de calidad.

Urb. Derrama Magisterial, Manzana P1, Lote 27 - Chiclayo - Chiclayo - Lambayeque

**AGREGADOS. Densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso. Método de ensayo. NTP 400.021:2020**

<b>Proyecto (*)</b>	"Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines usando cartón como Agregado Reciclado"	
<b>Ubicación (*)</b>	Chiclayo - Lambayeque	
<b>Cliente (*)</b>	Immer Joel Hernandez Olivos	
<b>Cantera (*)</b>	Garraspiña	<b>Fecha muestreo:</b> 10/03/2023
<b>Material (*)</b>	Piedra chancada	<b>Fecha recepción:</b> 10/03/2023
<b>Otros (*)</b>	--	<b>Fecha ensayo:</b> 11/03/2023
<b>Código interno</b>	JL-R-C-23-0153	<b>Fecha entrega:</b> 15/03/2023

Peso material saturado superficie seca en aire; g.	2000.3	2050.0
Peso material saturado superficie seca en agua; g.	1285.0	1320.0
Volumen de masa + volumen de vacíos; cm <sup>3</sup> .	715.3	730.0
Peso de material seco; g.	1899.0	1945.0
Volumen de masa; cm <sup>3</sup> .	614.0	625.0
Peso específico bulk Base Seca; g.	2.655	2.664
Peso específico bulk Base Saturada; g.	2.796	2.808
Peso específico aparente Base Seca; g.	3.093	3.112
Absorción; %.	5.333	5.398
Peso específico aparente Base Seca.	3.102	
Peso específico bulk Base saturada.	2.802	
Peso específico bulk Base seca.	2.660	
Absorción; %.	5.37	

GCL INGENIERIA S.R.L.   
  
SEGUNDO CARRANZA MEJÍA  
TÉCNICO DE LABORATORIO

GCL INGENIERIA S.R.L.   
  
GABY ROSITA CHUNQUE OCAÑA  
ING. CIVIL - CIP 287806

**Consideraciones:**

- A. (\*) Los datos indicados han sido proporcionados por el cliente.
- B. El cliente brindo las referencia y ubicación de los puntos donde se han tomado las muestras.
- C. Es necesario contar con una autorización escrita del gerente para llevar a cabo cualquier tipo de reproducción.
- D. Este informe ha sido preparado y está destinado exclusivamente para el cliente mencionado.
- E. Las copias o divulgación del informe sin el consentimiento previo del cliente, estan prohibidas



## GCL INGENIERÍA S.R.L.

Ingeniería geotécnica, pavimentos, concreto e inspección de calidad.

Urb. Derrama Magisterial, Manzana P1, Lote 27 - Chiclayo - Chiclayo - Lambayeque

**AGREGADOS. Método de ensayo para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. NTP 400.017:2020**

<b>Proyecto (*)</b>	"Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines usando cartón como Agregado Reciclado"		
<b>Ubicación (*)</b>	Chiclayo - Lambayeque		
<b>Cliente (*)</b>	Immer Joel Hernandez Olivos		
<b>Cantera (*)</b>	Garraspiña	<b>Fecha muestreo:</b>	10/03/2023
<b>Material (*)</b>	Piedra chancada	<b>Fecha recepción:</b>	10/03/2023
<b>Otros (*)</b>	--	<b>Fecha ensayo:</b>	11/03/2023
<b>Código interno</b>	JL-R-C-23-0153	<b>Fecha entrega:</b>	15/03/2023

Condición de la muestra	Muestra total peso unitario suelto seco		
	1	2	3
Ensayo			
Masa del recipiente + muestra; g.	11365	11289	11297
Masa del recipiente; g.	6590	6590	6590
Masa de la muestra; g.	4775	4699	4707
Volumen; cm <sup>3</sup> .	2112	2112	2112
Peso unitario suelto seco; g/cm <sup>3</sup> .	2.261	2.225	2.229
Contenido de humedad; %.	0.00	0.00	0.00
Peso unitario suelto seco; g/cm <sup>3</sup> .	2.261	2.225	2.229
Promedio peso unitario suelto seco; g/cm <sup>3</sup> .	2.238		

Condición de la muestra	Muestra total peso unitario compactado seco		
	1	2	3
Ensayo			
Masa del recipiente + muestra; g.	11722	11719	11705
Masa del recipiente; g.	6590	6590	6590
Masa de la muestra; g.	5132	5129	5115
Volumen; cm <sup>3</sup> .	2112	2112	2112
Peso unitario suelto seco; g/cm <sup>3</sup> .	2.430	2.429	2.422
Contenido de humedad; %.	0.00	0.00	0.00
Peso unitario suelto seco; g/cm <sup>3</sup> .	2.430	2.429	2.422
Promedio peso unitario compactado seco; g/cm <sup>3</sup> .	2.427		


GCL INGENIERIA S.R.L.   
  
**SEGUNDO CARRANZA MEJÍA**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

GCL INGENIERIA S.R.L.   
  
**GABY ROSITA CHUNQUE OCAÑA**  
 ING. CIVIL - CIP 287806

**Consideraciones:**

- Los datos indicados han sido proporcionados por el cliente.
- El cliente brindó las referencias y ubicación de los puntos donde se han tomado las muestras.
- Es necesario contar con una autorización escrita del gerente para llevar a cabo cualquier tipo de reproducción.
- Este informe ha sido preparado y está destinado exclusivamente para el cliente mencionado.
- Las copias o divulgación del informe sin el consentimiento previo del cliente, están prohibidas.

## Análisis a la Cantera Cogafe

	<b>GCL INGENIERÍA S.R.L.</b> Ingeniería geotécnica, pavimentos, concreto e inspección de calidad. Urb. Derrama Magisterial, Manzana P1, Lote 27 - Chiclayo - Chiclayo - Lambayeque
	<b>SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1ª Edición. NTP 339.127:1998 (revisada el 2019)</b>

<b>Proyecto (*)</b>	: "Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines usando cartón como Agregado Reciclado"	<b>Fecha muestreo:</b>	10/03/2023
<b>Ubicación (*)</b>	: Chiclayo - Lambayeque	<b>Fecha recepción:</b>	10/03/2023
<b>Cliente (*)</b>	: Immer Joel Hernandez Olivos	<b>Fecha ensayo:</b>	11/03/2023
<b>Cantera (*)</b>	: Cogafe	<b>Fecha entrega:</b>	15/03/2023
<b>Material (*)</b>	: Piedra chancada		
<b>Otros (*)</b>	: --		
<b>Código interno</b>	: JL-R-C-23-0153		

Numero del recipiente	1	
Masa del recipiente, g, $M_c$	86.0	
Recipiente + masa de muestra húmeda, g, $M_{cms}$	1150.0	
Masa del espécimen seco del recipiente inicial, g	1149.2	
Masa del recipiente seco del recipiente secundario, g	1148.4	
Masa del espécimen seco del recipiente final, g, $M_{cds}$	1148.4	
Masa de agua, g, $M_w = M_{cms} - M_{cds}$	1.6	
Masa de sólidos, g, $M_s = M_{cds} - M_c$	1062.4	
Contenido de humedad, %, $W = (M_w / M_s) * 100$	0.15	
Temperatura del horno si es diferente a 110 +/-5 ° C	-	

Cumple masa mínima: Si  
 Exclusión de material: No  
 Mas de un tipo de material: No  
 Temperatura del horno: 110 +/-5 ° C

  
**GCL INGENIERIA S.R.L.**  
**SEGUNDO CARRANZA MEJÍA**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

  
**GCL INGENIERIA S.R.L.**  
**GABY ROSITA CHUNQUE OCAÑA**  
 ING. CIVIL - CIP 287806

**Consideraciones:**

- A. (\*) Los datos indicados han sido proporcionados por el cliente.
- B. El cliente brinda las referencia y ubicación de los puntos donde se han tomado las muestras.
- C. Es necesario contar con una autorización escrita del gerente para llevar a cabo cualquier tipo de reproducción.
- D. Este informe ha sido preparado y está destinado exclusivamente para el cliente mencionado.
- E. Las copias o divulgación del informe sin el consentimiento previo del cliente, están prohibidas.



### GCL INGENIERÍA S.R.L.

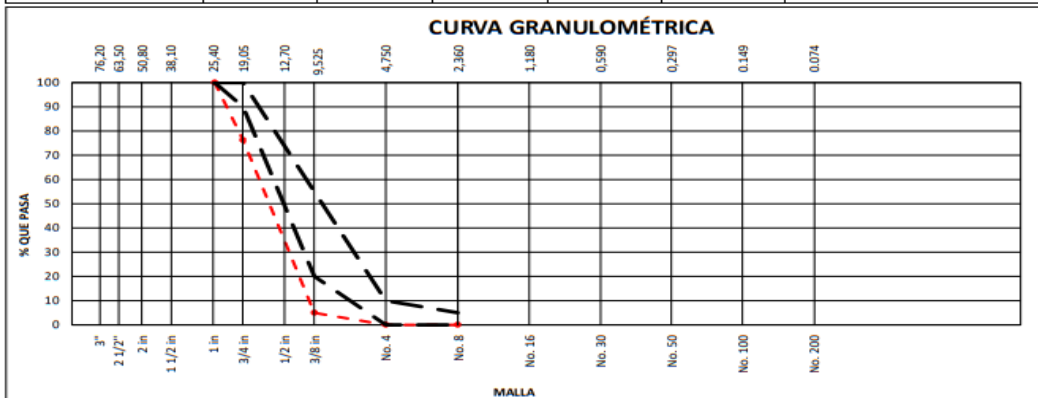
Ingeniería geotécnica, pavimentos, concreto e inspección de calidad.

Urb. Derrama Magisterial, Manzana P1, Lote 27 - Chiclayo - Chiclayo - Lambayeque

**AGREGADOS. Agregados para concreto. Especificaciones. 5a Edición. NTP 400.037:2021.**

<b>Proyecto (*)</b>	"Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines usando cartón como Agregado Reciclado"		
<b>Ubicación (*)</b>	Chiclayo - Lambayeque		
<b>Cliente (*)</b>	Immer Joel Hernandez Olivos		
<b>Cantera (*)</b>	Cogafe		
<b>Material (*)</b>	Piedra chancada		
<b>Otros (*)</b>	--		
<b>Código interno</b>	JL-R-C-23-0153	<b>Fecha muestreo:</b>	10/03/2023
		<b>Fecha recepción:</b>	10/03/2023
		<b>Fecha ensayo:</b>	11/03/2023
		<b>Fecha entrega:</b>	15/03/2023

Tamices	Abertura (mm)	Masa retenida, g	Retenido parcial, %	Retenido acumulado, %	Porcentaje que pasa, %	Huzo 67	Descripción
3 in	75.00 mm						Tamaño máximo: 1 in
2 1/2 in	63.00 mm						T. máximo nominal: 3/4 in
2 in	50.00 mm						Masa total, g: 1,998.2
1 1/2 in	37.50 mm						
1 in	25.00 mm				100.00	100	100
3/4 in	19.00 mm	474.0	23.72	23.72	76.28	90	100
1/2 in	12.50 mm						
3/8 in	9.50 mm	1,424.9	71.31	95.03	4.97	20	55
No. 4	4.75 mm	99.3	4.97	100.00	0.00	0	10
No. 8	2.36 mm		0.00	100.00	0.00	0	5
No. 16	1.18 mm						
No. 30	600 µm						
No. 50	300 µm						
No. 100	150 µm						
No. 200	75 µm						
Cazoleta							



GCL INGENIERIA S.R.L.   
**SEGUNDO CARRANZA MEJIA**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

GCL INGENIERIA S.R.L.   
**GABY ROSITA CHUNQUE OCAÑA**  
 ING. CIVIL - CIP 287806

**Consideraciones:**

- A. (\*) Los datos indicados han sido proporcionados por el cliente.
- B. El cliente brinda la referencia y ubicación de los puntos donde se han tomado las muestras.
- C. Es necesario contar con una autorización escrita del gerente para llevar a cabo cualquier tipo de reproducción.
- D. Este informe ha sido preparado y está destinado exclusivamente para el cliente mencionado.
- E. Las copias o divulgación del informe sin el consentimiento previo del cliente, están prohibidas.



## GCL INGENIERÍA S.R.L.


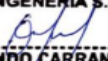
Ingeniería geotécnica, pavimentos, concreto e inspección de calidad.

Urb. Derrama Magisterial, Manzana P1, Lote 27 - Chiclayo - Chiclayo - Lambayeque

**AGREGADOS. Densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso. Método de ensayo. NTP 400.021:2020**

<b>Proyecto (*)</b>	"Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines usando cartón como Agregado Reciclado"	
<b>Ubicación (*)</b>	Chiclayo - Lambayeque	
<b>Cliente (*)</b>	Immer Joel Hernandez Olivos	
<b>Cantera (*)</b>	Cogafe	<b>Fecha muestreo:</b> 10/03/2023
<b>Material (*)</b>	Piedra chancada	<b>Fecha recepción:</b> 10/03/2023
<b>Otros (*)</b>	—	<b>Fecha ensayo:</b> 11/03/2023
<b>Código interno</b>	JL-R-C-23-0153	<b>Fecha entrega:</b> 15/03/2023

Peso material saturado superficie seca en aire; g.	1500.0	1600.0
Peso material saturado superficie seca en agua; g.	960.0	1025.0
Volumen de masa + volumen de vacíos; cm <sup>3</sup> .	540.0	575.0
Peso de material seco; g.	1478.0	1577.0
Volumen de masa; cm <sup>3</sup> .	518.0	552.0
Peso específico bulk Base Seca; g.	2.737	2.743
Peso específico bulk Base Saturada; g.	2.778	2.783
Peso específico aparente Base Seca; g.	2.853	2.857
Absorción; %.	1.488	1.458
Peso específico aparente Base Seca.		2.855
Peso específico bulk Base saturada.		2.780
Peso específico bulk Base seca.		2.740
Absorción; %.		1.47

GCL INGENIERIA S.R.L.   
  
SEGUNDO CARRANZA MEJIA  
TECNICO DE LABORATORIO

GCL INGENIERIA S.R.L.   
  
GABY ROSITA CHUNQUE OCAÑA  
ING. CIVIL - CIP 287806

Consideraciones:

- Los datos indicados han sido proporcionados por el cliente.
- El cliente brindo las referencia y ubicación de los puntos donde se han tomado las muestras.
- Es necesario contar con una autorización escrita del gerente para llevar a cabo cualquier tipo de reproducción.
- Este informe ha sido preparado y está destinado exclusivamente para el cliente mencionado.
- Las copias o divulgación del informe sin el consentimiento previo del cliente, estan prohibidas



## GCL INGENIERÍA S.R.L.

Ingeniería geotécnica, pavimentos, concreto e inspección de calidad.

Urb. Derrama Magisterial, Manzana P1, Lote 27 - Chiclayo - Chiclayo - Lambayeque

**AGREGADOS. Método de ensayo para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. NTP 400.017:2020**

<b>Proyecto (*)</b>	"Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines usando cartón como Agregado Reciclado"		
<b>Ubicación (*)</b>	Chiclayo - Lambayeque		
<b>Cliente (*)</b>	Immer Joel Hernandez Olivos		
<b>Cantera (*)</b>	Cogafe	<b>Fecha muestreo:</b>	10/03/2023
<b>Material (*)</b>	Piedra chancada	<b>Fecha recepción:</b>	10/03/2023
<b>Otros (*)</b>	—	<b>Fecha ensayo:</b>	11/03/2023
<b>Código interno</b>	JL-R-C-23-0153	<b>Fecha entrega:</b>	15/03/2023

Condición de la muestra	Muestra total peso unitario compactado seco		
Ensayo	1	2	3
Masa del recipiente + muestra; g.	10580	10568	10577
Masa del recipiente; g.	6590	6590	6590
Masa de la muestra; g.	3990	3978	3987
Volumen; cm <sup>3</sup> .	2112	2112	2112
Peso unitario suelto seco; g/cm <sup>3</sup> .	1.889	1.884	1.888
Contenido de humedad; %.	0.00	0.00	0.00
Peso unitario suelto seco; g/cm <sup>3</sup> .	1.889	1.884	1.888
Promedio peso unitario suelto seco; g/cm <sup>3</sup> .	1.887		

Condición de la muestra	Muestra total peso unitario compactado seco		
Ensayo	1	2	3
Masa del recipiente + muestra; g.	11025	11080	11074
Masa del recipiente; g.	6590	6590	6590
Masa de la muestra; g.	4435	4490	4484
Volumen; cm <sup>3</sup> .	2112	2112	2112
Peso unitario suelto seco; g/cm <sup>3</sup> .	2.100	2.126	2.123
Contenido de humedad; %.	0.00	0.00	0.00
Peso unitario suelto seco; g/cm <sup>3</sup> .	2.100	2.126	2.123
Promedio peso unitario compactado seco; g/cm <sup>3</sup> .	2.116		

GCL INGENIERIA S.R.L.   
*[Firma]*  
**SEGUNDO CARRANZA MEJIA**  
TÉCNICO DE LABORATORIO

GCL INGENIERIA S.R.L.   
*[Firma]*  
**GABY ROSITA CHUNQUE OCAÑA**  
ING. CIVIL - CIP 287806

**Consideraciones:**

- A. (\*) Los datos indicados han sido proporcionados por el cliente.
- B. El cliente brindó las referencias y ubicación de los puntos donde se han tomado las muestras.
- C. Es necesario contar con una autorización escrita del gerente para llevar a cabo cualquier tipo de reproducción.
- D. Este informe ha sido preparado y está destinado exclusivamente para el cliente mencionado.
- E. Las copias o divulgación del informe sin el consentimiento previo del cliente, están prohibidas.





## Análisis al Cartón usado como Agregado

	<b>GCL INGENIERÍA S.R.L.</b> <b>Ingeniería geotécnica, pavimentos, concreto e inspección de calidad.</b> Urb. Derrama Magisterial, Manzana P1, Lote 27 - Chiclayo - Chiclayo - Lambayeque
	<b>AGREGADOS. Densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso. Método de ensayo. NTP 400.021:2020</b>

<b>Proyecto (*)</b>	"Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines usando cartón como Agregado Reciclado"	
<b>Ubicación (*)</b>	Chiclayo - Lambayeque	
<b>Cliente (*)</b>	Immer Joel Hernandez Olivos	
<b>Cantera (*)</b>	-	<b>Fecha muestreo:</b> 10/03/2023
<b>Material (*)</b>	Cartón	<b>Fecha recepción:</b> 10/03/2023
<b>Otros (*)</b>	--	<b>Fecha ensayo:</b> 11/03/2023
<b>Código interno</b>	JL-R-C-23-0152	<b>Fecha entrega:</b> 15/03/2023

Peso material saturado superficie seca en aire; g.	1348.0	1450.0
Peso material saturado superficie seca en agua; g.	350.0	450.0
Volumen de masa + volumen de vacíos; cm <sup>3</sup> .	998.0	1000.0
Peso de material seco; g.	1011.0	1088.3
Volumen de masa; cm <sup>3</sup> .	661.0	638.3
Peso específico bulk Base Seca; g.	1.013	1.088
Peso específico bulk Base Saturada; g.	1.351	1.450
Peso específico aparente Base Seca; g.	1.530	1.705
Absorción; %.	33.333	33.235
Peso específico aparente Base Seca.	1.617	
Peso específico bulk Base saturada.	1.400	
Peso específico bulk Base seca.	1.051	
Absorción; %.	33.28	

  
**GCL INGENIERIA S.R.L.**   
**SEGUNDO CARRANZA MEJIA**  
 TECNICO DE LABORATORIO

  
**GCL INGENIERIA S.R.L.**   
**GABY ROSITA CHUNQUE OCAÑA**  
 ING. CIVIL - CIP 287806

**Consideraciones:**

- A. (\*) Los datos indicados han sido proporcionados por el cliente.
- B. El cliente brindo las referencia y ubicación de los puntos donde se han tomado las muestras.
- C. Es necesario contar con una autorización escrita del gerente para llevar a cabo cualquier tipo de reproducción.
- D. Este informe ha sido preparado y está destinado exclusivamente para el cliente mencionado.
- E. Las copias o divulgación del informe sin el consentimiento previo del cliente, están prohibidas

# Diseño de Mezcla del Adoquín para un Tipo I



**GCL INGENIERÍA S.R.L.**

Ingeniería geotécnica, pavimentos, concreto e inspección de calidad.

Urb. Derrama Magisterial, Manzana P1, Lote 27 - Chiclayo - Chiclayo - Lambayeque

METODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI: RESISTENCIA ESPECIFICADA: 320 kg/cm<sup>2</sup>

<b>Proyecto (*)</b>	"Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines usando cartón como Agregado Reciclado"	<b>Fecha muestreo:</b>	24.07/2023
<b>Ubicación (*)</b>	Chiclayo - Lambayeque	<b>Fecha recepción:</b>	24.07/2023
<b>Ciente (*)</b>	Immer Joel Hernandez Olivos	<b>Fecha ensayo:</b>	25.07/2023
<b>Cantera (*)</b>	Tres Tomas (agregado grueso); La Victoria (agregado fino)	<b>Fecha entrega:</b>	31.07/2023
<b>Otros (*)</b>	--		
<b>Código interno</b>	JL-R-C-23-0160		

## A. REQUERIMIENTOS

Resistencia Especificada	:	<b>320</b>	kg/cm <sup>2</sup>
Cemento Portland Tipo	:	<b>I</b>	
		Peso específico	: 3.05
Agua	:	Potable	
		Peso específico	: 1 g/cm <sup>3</sup>

## B. CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS

	ARENA		PIEDRA	
Humedad Natural	0.92	%	0.71	%
Absorción	0.67	%	1.11	%
Peso Especifico de Masa	2.572	g/cm <sup>3</sup>	2.589	g/cm <sup>3</sup>
Módulo de Fineza	2.88		--	
Tamaño Max. Nominal del A. Grueso	--	in.	3/8	in.
Peso Unitario Suelto Seco	2.099	g/cm <sup>3</sup>	1.540	g/cm <sup>3</sup>
Peso Unitario Varillado	2.267	g/cm <sup>3</sup>	1.771	g/cm <sup>3</sup>

## C. DOSIFICACION

1. Selección de la relación Agua - Cemento ( A/C )
 

Para lograr una resistencia característica de	:	<b>404</b>	kg/cm <sup>2</sup>
Relación A/C de diseño	:	<b>0.43</b>	R <sup>400</sup>
  
2. Estimación del agua de mezclado y contenido de aire:
 

Para lograr un asentamiento de:	1 in	:	<b>212</b>	l/m <sup>3</sup>
Aire	:	<b>3</b>	%	
  
3. Contenido de cemento:
 

212	/	0.43	=	<b>498 kg</b>	: 11.71	bolsas/m <sup>3</sup>
-----	---	------	---	---------------	---------	-----------------------
  
4. Estimación del contenido de agregado grueso
 

0.452 m <sup>3</sup>	*	1771.00 kg/m <sup>3</sup>	=	<b>800.49 kg</b>
----------------------	---	---------------------------	---	------------------
  
5. Estimación del contenido de Agregado Fino:
 

Volumen de Agua:			=	<b>0.212</b>	m <sup>3</sup>
Volumen sólido de cemento :	497.65	/	3.05	=	0.163 m <sup>3</sup>
Volumen sólido de Agreg. grueso :	800.49	/	2589	=	0.309 m <sup>3</sup>
Volumen de aire:			=	<b>0.030</b>	m <sup>3</sup>
				<b>0.714</b>	
Volumen sólido de arena requerido:	1	-	0.714	=	0.286 m <sup>3</sup>
Peso de arena seca requerida :	0.286	*	2572	=	734.68 kg
  
6. Resumen de Materiales por Metro Cúbico:
 

Agua ( Neta de Mezclado )	=	<b>212.00</b>	l/m <sup>3</sup>
Cemento	=	<b>497.65</b>	kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	=	<b>800.49</b>	kg/m <sup>3</sup>
Agregado Fino	=	<b>734.68</b>	kg/m <sup>3</sup>
  
7. Ajuste por humedad del agregado:
 

Por humedad total ( pesos ajustados ):										
Agreg. grueso :	800.49	(	1	+	0.71 / 100 )	=	<b>806.18</b>	kg/m <sup>3</sup>		
Agregado fino :	734.68	(	1	+	0.92 / 100 )	=	<b>741.44</b>	kg/m <sup>3</sup>		
Agua para ser añadida por corrección por absorción:										
Agregado grueso	800.49 (	0.71	-	1.11	) / 100	=	<b>-3.20</b>	l/m <sup>3</sup>		
Agregado fino	734.68 (	0.92	-	0.67	) / 100	=	<b>1.84</b>	l/m <sup>3</sup>		
Agua efectiva					(	<b>-1.37</b>	)	=	<b>213.37</b>	l/m <sup>3</sup>

**GCL INGENIERÍA S.R.L.**  
 GABY ROSITA CHUNQUE OCAÑA  
 ING. CIVIL - CIP 287405



## GCL INGENIERÍA S.R.L.

Ingeniería geotécnica, pavimentos, concreto e inspección de calidad.

Urb. Derrama Magisterial, Manzana P1, Lote 27 - Chiclayo - Chiclayo - Lambayeque

### METODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI: RESISTENCIA ESPECIFICADA: 320 kg/cm<sup>2</sup>

<b>Proyecto (*)</b>	"Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines usando cartón como Agregado Reciclado"	
<b>Ubicación (*)</b>	Chiclayo - Lambayeque	
<b>Ciente (*)</b>	Immer Joel Hernandez Olivos	
<b>Cantera (*)</b>	Tres Tomas (agregado grueso); La Victoria (agregado fino)	<b>Fecha muestreo:</b> 24/07/2023
<b>Otros (*)</b>	--	<b>Fecha recepción:</b> 24/07/2023
<b>Código interno</b>	JL-R-C-23-0160	<b>Fecha ensayo:</b> 25/07/2023
		<b>Fecha entrega:</b> 31/07/2023

8. Resumen:

Cemento	=	497.65	kg/m <sup>3</sup>
Agregado Fino ( Húmedo )	=	741.44	kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso ( Húmedo )	=	806.18	kg/m <sup>3</sup>
Agua efectiva ( Total de Mezclado )	=	213.37	kg/m <sup>3</sup>

9. Dosificación en peso:

**1.00 : 1.49 : 1.62 / 18.22 litros / bolsa**

Relación:

- Relación agua - cemento de diseño :	212.00	/	497.65	=	0.43
- Relación agua - cemento efectiva :	213.37	/	497.65	=	0.43

10. Pesos por tanda de una bolsa:

Cemento	1.00	*	42.50	=	42.50	kg/bolsa
Agregado Fino ( Húmedo )	1.49	*	42.50	=	63.32	kg/bolsa
Agregado Grueso ( Húmedo )	1.62	*	42.50	=	68.85	kg/bolsa
Agua efectiva ( Total de Mezclado )				=	18.22	l/bolsa

11. Pesos unitarios húmedos del agregado:

Agregado Fino	2.099	*	1.009	=	2118.31	kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	1.540	*	1.007	=	1550.93	kg/m <sup>3</sup>

12. Peso por pie cúbico del agregado:

Bolsa de cemento				=	42.50	kg/pie cúbico
Agregado Fino	2118.31	/	35	=	60.52	kg/pie cúbico
Agregado Grueso	1550.93	/	35	=	44.31	kg/pie cúbico


13. Dosificación en volumen:

Bolsa de cemento	42.50	/	42.50		1.00	pies cúbicos
Agregado Fino	63.32	/	60.52	=	1.05	pies cúbicos
Agregado Grueso	68.85	/	44.31	=	1.55	pies cúbicos

**1.00 : 1.05 : 1.55 / 18.22 litros / bolsa**

**GCL INGENIERIA S.R.L.**   
  
**GABY ROSITA CHUNQUE OCAÑA**  
 ING. CIVIL - CIP 287806

## Ensayos al Adoquín en Estado Fresco

 <b>GCL INGENIERÍA S.R.L.</b> Ingeniería geotécnica, pavimentos, concreto e inspección de calidad. Urb. Derrama Magisterial, Manzana P1, Lote 27 - Chiclayo - Chiclayo - Lambayeque								
HORMIGON (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de Cemento Portland. NTP 339.035								
<b>Proyecto (*)</b> <b>Ubicación (*)</b> <b>Cliente (*)</b> <b>Resistencia (*)</b>	"Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines usando cartón como Agregado Reciclado" Chiclayo - Lambayeque Immer Joel Hernandez Olivos $f'c = 320\text{kg/cm}^2$							
No	Estructura	$f'c$ kg/cm2	Fecha Moledo	Número de Muestras de Adoquines (UND)	Slump de Diseño pulg	Slump en Laboratorio pulg	Slump en Laboratorio cm	Trabajabilidad
01	ADOQUIN PATRON	320	01/08/2023	21	1 a 3	1 1/2	3.80	Poco Trabajable
02	ADOQUIN CON 5% DE CARTON	320	01/08/2023	21	1 a 3	1	2.54	Poco Trabajable
03	ADOQUIN CON 10% DE CARTON	320	01/08/2023	21	1 a 3	1	2.54	Poco Trabajable
04	ADOQUIN CON 20% DE CARTON	320	01/08/2023	21	1 a 3	1	2.54	Poco Trabajable

GCL INGENIERIA S.R.L.   
  
**SEGUNDO CARRANZA MEJÍA**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

GCL INGENIERIA S.R.L.   
  
**GABY ROSITA CHUNQUE OCAÑA**  
 ING. CIVIL - CIP 287806

**Consideraciones:**

- A. (\*) Los datos indicados han sido proporcionados por el cliente.
- B. El cliente brindó las referencias y ubicación de los puntos donde se han tomado las muestras.
- C. Es necesario contar con una autorización escrita del gerente para llevar a cabo cualquier tipo de reproducción.
- D. Este informe ha sido preparado y está destinado exclusivamente para el cliente mencionado.
- E. Las copias o divulgación del informe sin el consentimiento previo del cliente, están prohibidas.



## GCL INGENIERÍA S.R.L.

Ingeniería geotécnica, pavimentos, concreto e inspección de calidad.

Urb. Derrama Magisterial, Manzana P1, Lote 27 - Chiclayo - Chiclayo - Lambayeque

HORMIGON (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de hormigon. NTP 339.184.

Proyecto (*)	"Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines usando cartón como Agregado Reciclado"
Ubicación (*)	Chiclayo - Lambayeque
Cliente (*)	Immer Joel Hernandez Olivos
Resistencia (*)	$f'c = 320\text{kg/cm}^2$

No	Estructura	$f'c$	Fecha	Número de Muestras de Adoquines (UND)	Temperatura Ambiente	Temperatura Concreto	Temperatura Promedio	Indicadores
		kg/cm <sup>2</sup>	Moldeo		(C°)	(C°)	(C°)	
01	ADOQUIN PATRON	320	01/08/2023	21	25.15	24.40	25.15	Cumple
02	ADOQUIN CON 5% DE CARTON	320	01/08/2023	21	25.10	24.15	25.10	Cumple
03	ADOQUIN CON 10% DE CARTON	320	01/08/2023	21	25.10	24.70	25.10	Cumple
04	ADOQUIN CON 20% DE CARTON	320	01/08/2023	21	25.00	24.20	25.00	Cumple

GCL INGENIERIA S.R.L.   
*[Firma]*  
SEGUNDO CARRANZA MEJIA  
TECNICO DE LABORATORIO

GCL INGENIERIA S.R.L.   
*[Firma]*  
GABY ROSITA CHUNQUE OCAÑA  
ING. CIVIL - CIP 287006

Consideraciones:

- A. (\*) Los datos indicados han sido proporcionados por el cliente.
- B. El cliente brinda las referencia y ubicación de los puntos donde se han tomado las muestras.
- C. Es necesario contar con una autorización escrita del gerente para llevar a cabo cualquier tipo de reproducción.
- D. Este informe ha sido preparado y está destinado exclusivamente para el cliente mencionado.
- E. Las copias o divulgación del informe sin el consentimiento previo del cliente, estan prohibidas



**GCL INGENIERÍA S.R.L.**

Ingeniería geotécnica, pavimentos, concreto e inspección de calidad.

Urb. Derrama Magisterial, Manzana P1, Lote 27 - Chiclayo - Chiclayo - Lambayeque

UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Adoquines de Concreto para pavimentos.NTP 339.611.

<b>Proyecto (*)</b>	"Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines usando cartón como Agregado Reciclado"
<b>Ubicación (*)</b>	Chiclayo - Lambayeque
<b>Cliente (*)</b>	Immer Joel Hernandez Olivos
<b>Resistencia (*)</b>	$f'c = 320\text{kg/cm}^2$

No	Estructura	Tipo de Adoquín	Fecha de Ensayo	Masa Saturada	Masa Seca al Horno	Absorción	Promedio de Absorción	Absorción máx	Indicador
				g	g	(%)	(%)	(%)	
01	ADOQUIN PATRON	I	01/08/2023	1990	1944.00	2.37	2.20	6.00	Cumple
02		I	01/08/2023	1970	1929.00	2.13			
03		I	01/08/2023	1990	1949.00	2.10			
04	ADOQUIN CON 5% DE CARTON	I	01/08/2023	1760	1706.00	3.17	3.38	6.00	Cumple
05		I	01/08/2023	1730	1670.00	3.59			
06		I	01/08/2023	1840	1780.00	3.37			
07	ADOQUIN CON 10% DE CARTON	I	01/08/2023	1770	1670.00	5.99	5.56	6.00	Cumple
08		I	01/08/2023	1770	1674.00	5.73			
09		I	01/08/2023	1780	1696.00	4.95			
10	ADOQUIN CON 20% DE CARTON	I	01/08/2023	1540	1302.00	18.28	17.95	6.00	No Cumple
11		I	01/08/2023	1530	1306.00	17.15			
12		I	01/08/2023	1600	1351.00	18.43			

GCL INGENIERIA S.R.L.   
 SEGUNDO CARRANZA MEJIA  
 TECNICO DE LABORATORIO

GCL INGENIERIA S.R.L.   
 GABY ROSITA CHUNQUE OCAÑA  
 ING. CIVIL - CIP 287806

Consideraciones:

- A. (\*) Los datos indicados han sido proporcionados por el cliente.
- B. El cliente brindo las referencia y ubicación de los puntos donde se han tomado las muestras.
- C. Es necesario contar con una autorización escrita del gerente para llevar a cabo cualquier tipo de reproducción.
- D. Este informe ha sido preparado y está destinado exclusivamente para el cliente mencionado.
- E. Las copias o divulgación del informe sin el consentimiento previo del cliente, estan prohibidas



### GCL INGENIERÍA S.R.L.

Ingeniería geotécnica, pavimentos, concreto e inspección de calidad.  
 Urb. Derrama Magisterial, Manzana P1, Lote 27 - Chiclayo - Chiclayo - Lambayeque

UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Adoquines de Concreto para pavimentos.NTP 339.611.

<b>Proyecto (*)</b>	"Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines usando cartón como Agregado Reciclado"
<b>Ubicación (*)</b>	Chiclayo - Lambayeque
<b>Cliente (*)</b>	Immer Joel Hernandez Olivos
<b>Resistencia (*)</b>	$f'c = 320\text{kg/cm}^2$

No	Estructura	Tipo de Adoquin	Fecha de Ensayo	Masa Saturada 24 horas	Masa Sumergida	Volumen de la Masa	Densidad	Promedio de Densidad
				g	g	cm3	Kg/m3	Kg/m3
01	ADOQUIN PATRON	I	01/08/2023	1990	1110	880.00	2261.36	2262.37
02		I	01/08/2023	1970	1100	870.00	2264.37	
03		I	01/08/2023	1990	1110	880.00	2261.36	
04	ADOQUIN CON 5% DE CARTON	I	01/08/2023	1760	910	850.00	2070.59	2074.11
05		I	01/08/2023	1730	900	830.00	2084.34	
06		I	01/08/2023	1840	950	890.00	2067.42	
07	ADOQUIN CON 10% DE CARTON	I	01/08/2023	1770	847	923.00	1917.66	1911.62
08		I	01/08/2023	1770	840	930.00	1903.23	
09		I	01/08/2023	1780	850	930.00	1913.98	
10	ADOQUIN CON 20% DE CARTON	I	01/08/2023	1540	680	860.00	1790.70	1769.04
11		I	01/08/2023	1530	650	880.00	1738.64	
12		I	01/08/2023	1600	700	900.00	1777.78	

GCL INGENIERIA S.R.L.   
  
**SEGUNDO CARRANZA MEJIA**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

GCL INGENIERIA S.R.L.   
  
**GABY ROSITA CHUNQUE OCAÑA**  
 ING. CIVIL - CIP 287806

**Consideraciones:**

- A. (\*) Los datos indicados han sido proporcionados por el cliente.
- B. El cliente brindo las referencia y ubicación de los puntos donde se han tomado las muestras.
- C. Es necesario contar con una autorización escrita del gerente para llevar a cabo cualquier tipo de reproducción.
- D. Este informe ha sido preparado y está destinado exclusivamente para el cliente mencionado.
- E. Las copias o divulgación del informe sin el consentimiento previo del cliente, estan prohibidas

## Ensayos al Adoquín en Estado Endurecido



**GCL INGENIERÍA S.R.L.**  
 Ingeniería geotécnica, pavimentos, concreto e inspección de calidad.  
 Urb. Derrama Magisterial, Manzana P1, Lote 27 - Chiclayo - Chiclayo - Lambayeque

CONCRETO. Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. NTP 339.034:2021.

<b>Proyecto (*)</b>	"Evaluación de las Propiedades Físico - Mecánicas de Adoquines Usando Cartón como agregado reciclado"
<b>Ubicación (*)</b>	Chiclayo - Lambayeque
<b>Cliente (*)</b>	Immer Joel Hernandez Olivos
<b>Resistencia (*)</b>	$f'c = 320\text{kg/cm}^2$

No	Estructura	$f'c$	Fecha		Edad	Masa	Altura	Ancho	Largo	Área	Densidad	Esbelte z	Factor de esbeltez	Carga	Resistencia	Carga	Resistencia	
		kg/cm <sup>2</sup>	Moldeo	Ensayo	Días		mm	mm	mm	mm <sup>2</sup>	kg/m <sup>3</sup>	h/d		kg	kg/cm <sup>2</sup>	kN	MPa	%
01	ADOQUIN PATRON	320	01/08/2023	08/08/2023	7	1.98	42.91	100.68	200.10	20146.07	1465.09	0.21	0.09	49480.0	245.6	44.5	1.4	76.8
02	ADOQUIN PATRON	320	01/08/2023	08/08/2023	7	2.01	42.89	105.00	200.00	21000.00	1494.70	0.21	0.09	51910.0	247.2	46.7	1.5	77.2
03	ADOQUIN PATRON	320	01/08/2023	08/08/2023	7	2.04	41.50	106.00	200.80	21284.80	1553.02	0.21	0.08	50110.0	235.4	37.5	1.2	73.6
04	ADOQUIN PATRON	320	01/08/2023	15/08/2023	14	1.97	42.80	106.10	200.00	21220.00	1465.12	0.21	0.09	63050.0	297.1	56.2	1.8	92.9
05	ADOQUIN PATRON	320	01/08/2023	15/08/2023	14	2.05	41.70	105.80	201.10	21276.38	1547.76	0.21	0.08	64050.0	301.0	48.8	1.5	94.1
06	ADOQUIN PATRON	320	01/08/2023	15/08/2023	14	2.00	42.50	106.00	201.00	21306.00	1483.06	0.21	0.09	65000.0	305.1	54.7	1.7	95.3
07	ADOQUIN PATRON	320	01/08/2023	29/08/2023	28	1.98	43.00	101.30	200.00	20260.00	1465.71	0.22	0.09	53830.0	265.70	49.03	1.56	83.03
08	ADOQUIN PATRON	320	01/08/2023	29/08/2023	28	2.06	42.75	100.80	200.20	20180.16	1530.78	0.21	0.09	75256.00	372.92	66.41	2.11	116.54
09	ADOQUIN PATRON	320	01/08/2023	29/08/2023	28	2.00	43.20	101.00	201.00	20301.00	1459.03	0.21	0.09	77526.00	381.88	70.50	2.22	119.34

  
**SEGUNDO CARRANZA MEJÍA**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

  
**GABY ROSITA CHUNQUE OCAÑA**  
 ING. CIVIL - CIP 287806

**Consideraciones:**

- A. (\*) Los datos indicados han sido proporcionados por el cliente.
- B. El cliente brindó la referencia y ubicación de los puntos donde se han tomado las muestras.
- C. Es necesario contar con una autorización escrita del gerente para llevar a cabo cualquier tipo de reproducción.
- D. Este informe ha sido preparado y está destinado exclusivamente para el cliente mencionado.
- E. Las copias o divulgación del informe sin el consentimiento previo del cliente, están prohibidas.





## GCL INGENIERÍA S.R.L.

Ingeniería geotécnica, pavimentos, concreto e inspección de calidad.

Urb. Derriama Magisterial, Manzana P1, Lote 27 - Chiclayo - Chiclayo - Lambayeque

CONCRETO. Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. NTP 339.034:2021.

**Proyecto (\*)** "Evaluación de las Propiedades Físico - Mecánicas de Adoquines Usando Cartón como agregado reciclado"  
**Ubicación (\*)** Chiclayo - Lambayeque  
**Cliente (\*)** Immer Joel Hernández Olivos  
**Resistencia (\*)**  $f_c = 320 \text{ kg/cm}^2$  10% De Cartón

No	Estructura	$f_c$	Fecha		Edad	Masa	Altura	Ancho	Largo	Área	Densidad	Esbelte z	Factor de esbeltez	Carga	Resistencia	Carga	Resistencia	
		kg/cm <sup>2</sup>	Moldeo	Ensayo	Días	kg	mm	mm	mm	mm <sup>2</sup>	kg/m <sup>3</sup>	hid		kg	kg/cm <sup>2</sup>	kN	MPa	%
01	ADOQUIN CON 10% DE CARTON	320	01/08/2023	08/08/2023	7	1.675	43.39	100.13	200.60	20086.08	1221.44	0.22	0.10	36150.0	180.0	33.8	1.1	56.2
02	ADOQUIN CON 10% DE CARTON	320	01/08/2023	08/08/2023	7	1.626	43.00	100.90	200.70	20250.63	1195.27	0.21	0.09	34640.0	171.1	31.0	1.0	53.5
03	ADOQUIN CON 10% DE CARTON	320	01/08/2023	08/08/2023	7	1.671	43.29	101.00	200.00	20200.00	1228.68	0.22	0.10	36120.0	178.8	33.9	1.1	55.9
04	ADOQUIN CON 10% DE CARTON	320	01/08/2023	15/08/2023	14	1.710	40.50	100.60	201.30	20250.78	1326.67	0.20	0.07	41610.0	205.5	26.6	0.8	64.2
05	ADOQUIN CON 10% DE CARTON	320	01/08/2023	15/08/2023	14	1.712	41.60	100.30	200.00	20060.00	1309.97	0.21	0.08	43910.0	218.9	34.0	1.1	68.4
06	ADOQUIN CON 10% DE CARTON	320	01/08/2023	15/08/2023	14	1.702	40.25	101.00	201.00	20301.00	1332.64	0.20	0.06	40780.0	200.9	25.3	0.8	62.8
07	ADOQUIN CON 10% DE CARTON	320	01/08/2023	29/08/2023	28	1.64	40.36	100.30	200.00	20060.00	1290.27	0.20	0.07	45000.0	224.33	29.35	0.93	70.10
08	ADOQUIN CON 10% DE CARTON	320	01/08/2023	29/08/2023	28	1.63	43.36	100.25	200.60	20110.15	1187.99	0.22	0.10	45200.00	224.76	42.18	1.33	70.24
09	ADOQUIN CON 10% DE CARTON	320	01/08/2023	29/08/2023	28	1.67	42.86	101.00	200.10	20210.10	1241.99	0.21	0.09	45650.00	225.88	40.86	1.30	70.50

GCL INGENIERIA S.R.L.   
  
**SEGUNDO CARRANZA MEJÍA**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

GCL INGENIERIA S.R.L.   
  
**GABY ROSITA CHUNQUE OCAÑA**  
 ING. CIVIL - CIP 267806

**Consideraciones:**

- Los datos indicados han sido proporcionados por el cliente.
- El cliente brindó las referencias y ubicación de los puntos donde se han tomado las muestras.
- Es necesario contar con una autorización escrita del gerente para llevar a cabo cualquier tipo de reproducción.
- Este informe ha sido preparado y está destinado exclusivamente para el cliente mencionado.
- Las copias o divulgación del informe sin el consentimiento previo del cliente, están prohibidas.



## GCL INGENIERÍA S.R.L.

Ingeniería geotécnica, pavimentos, concreto e inspección de calidad.

Urb. Derriama Magisterial, Manzana P1, Lote 27 - Chiclayo - Chiclayo - Lambayeque

CONCRETO. Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. NTP 339.034:2021.

**Proyecto (\*)** "Evaluación de las Propiedades Físico - Mecánicas de Adoquines Usando Cartón como agregado reciclado"  
**Ubicación (\*)** Chiclayo - Lambayeque  
**Cliente (\*)** Immer Joel Hernandez Olivos  
**Resistencia (\*)**  $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$  20% De Cartón

No	Estructura	$f'c$	Fecha		Edad	Masa	Altura	Ancho	Largo	Área	Densidad	Esbelte z	Factor de esbeltez	Carga	Resistencia	Carga	Resistencia	
		kg/cm <sup>2</sup>	Moldeo	Ensayo	Días	kg	mm	mm	mm	mm <sup>2</sup>	kg/m <sup>3</sup>	h/d		kg	kg/cm <sup>2</sup>	kN	MPa	%
01	ADOQUIN CON 20% DE CARTON	320	01/08/2023	08/08/2023	7	1.508	43.47	100.00	200.50	20050.00	1098.74	0.22	0.10	18540.0	92.5	17.5	0.6	28.9
02	ADOQUIN CON 20% DE CARTON	320	01/08/2023	08/08/2023	7	1.480	42.50	101.30	200.72	20332.94	1100.53	0.21	0.09	18100.0	89.0	15.3	0.5	27.8
03	ADOQUIN CON 20% DE CARTON	320	01/08/2023	08/08/2023	7	1.478	42.00	100.00	201.00	20100.00	1109.03	0.21	0.08	20800.0	103.5	16.5	0.5	32.3
04	ADOQUIN CON 20% DE CARTON	320	01/08/2023	15/08/2023	14	1.500	43.15	101.00	200.40	20240.40	1102.11	0.22	0.09	27610.0	136.4	25.3	0.8	42.6
05	ADOQUIN CON 20% DE CARTON	320	01/08/2023	15/08/2023	14	1.510	42.00	101.30	200.92	20353.20	1133.94	0.21	0.08	27990.0	137.5	22.2	0.7	43.0
06	ADOQUIN CON 20% DE CARTON	320	01/08/2023	15/08/2023	14	1.490	40.90	100.90	201.10	20290.99	1148.96	0.20	0.07	23400.0	115.3	16.0	0.5	36.0
07	ADOQUIN CON 20% DE CARTON	320	01/08/2023	29/08/2023	28	1.60	42.36	100.80	200.00	20180.00	1199.30	0.21	0.09	28490.0	141.32	24.18	0.77	44.16
08	ADOQUIN CON 20% DE CARTON	320	01/08/2023	29/08/2023	28	1.50	42.17	101.00	200.00	20200.00	1129.22	0.21	0.08	30256.00	149.78	25.12	0.80	46.81
09	ADOQUIN CON 20% DE CARTON	320	01/08/2023	29/08/2023	28	1.62	43.00	100.70	201.70	20311.19	1179.08	0.21	0.09	29882.00	147.02	26.15	0.82	45.94

GCL INGENIERIA S.R.L.   
*[Firma]*  
**SEGUNDO CARRANZA MEJA**  
TECNICO DE LABORATORIO

GCL INGENIERIA S.R.L.   
*[Firma]*  
**GABY ROSITA CHUNQUE OCAÑA**  
ING. CIVIL - CIP 287806

**Consideraciones:**

- Los datos indicados han sido proporcionados por el cliente.
- El cliente brinda la referencia y ubicación de los puntos donde se han tomado las muestras.
- Es necesario contar con una autorización escrita del gerente para llevar a cabo cualquier tipo de reproducción.
- Este informe ha sido preparado y está destinado exclusivamente para el cliente mencionado.
- Las copias o divulgación del informe sin el consentimiento previo del cliente, están prohibidas.



## GCL INGENIERÍA S.R.L.

Ingeniería geotécnica, pavimentos, concreto e inspección de calidad.

Urb. Derrama Magisterial, Manzana P1, Lote 27 - Chiclayo - Chiclayo - Lambayeque

Metodo. Ensayo para determinar la Resistencia a la Flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas en el centro del tramo. NTP 339.079

**Proyecto (\*)** "Evaluación de las Propiedades Físico - Mecánicas de Adoquines Usando Cartón como agregado reciclado"  
**Ubicación (\*)** Chiclayo - Lambayeque  
**Cliente (\*)** Immer Joel Hernandez Olivos  
**Resistencia (\*)**  $f'c = 320\text{kg/cm}^2$

No	Estructura	$f'c$	Fecha		Edad	Altura	Ancho	Largo	Largo entre barras	Carga	$\sigma$	$\sigma$
		kg/cm <sup>2</sup>	Moldeo	Ensayo	Días	mm	mm	mm	mm	kg	kg/cm <sup>2</sup>	MPa
01	ADOQUIN PATRON	320	01/08/2023	29/08/2023	28	40.36	101.00	200.36	150.00	420.0	57.4	5.6
02	ADOQUIN PATRON	320	01/08/2023	29/08/2023	28	40.85	101.20	200.79	150.00	470.0	62.6	6.1
03	ADOQUIN PATRON	320	01/08/2023	29/08/2023	28	40.78	100.70	201.00	150.00	465.0	62.5	6.1
PROMEDIO											60.8	6.0

GCL INGENIERIA S.R.L.   
  
SEGUNDO CARRANZA MEJIA  
TECNICO DE LABORATORIO

GCL INGENIERIA S.R.L.   
  
GABY ROSITA CHUNQUE OCAÑA  
ING. CIVIL - CIP 287806

Consideraciones:

- Los datos indicados han sido proporcionados por el cliente.
- El cliente brindo las referencia y ubicación de los puntos donde se han tomado las muestras.
- Es necesario contar con una autorización escrita del gerente para llevar a cabo cualquier tipo de reproducción.
- Este informe ha sido preparado y está destinado exclusivamente para el cliente mencionado.
- Las copias o divulgación del informe sin el consentimiento previo del cliente, estan prohibidas



## GCL INGENIERÍA S.R.L.

Ingeniería geotécnica, pavimentos, concreto e Inspección de calidad.

Urb. Derrama Magisterial, Manzana P1, Lote 27 - Chiclayo - Chiclayo - Lambayeque

Metodo. Ensayo para determinar la Resistencia a la Flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas en el centro del tramo. NTP 339.079

Proyecto (\*) "Evaluación de las Propiedades Físico - Mecánicas de Adoquines Usando Cartón como agregado reciclado"

Ubicación (\*) Chiclayo - Lambayeque

Cliente (\*) Immer Joel Hernandez Olivos

Resistencia (\*)  $f'c = 320\text{kg/cm}^2$  Adoquien con 5% de Cartón

No	Estructura	$f'c$	Fecha		Edad	Altura	Ancho	Largo	Largo entre barras	Carga	$\sigma$	$\sigma$
		kg/cm2	Moldeo	Ensayo	Días	mm	mm	mm	mm	kg	kg/cm2	MPa
01	ADOQUIEN CON 5% DE CARTON	320	01/08/2023	29/08/2023	28	40.60	100.00	200.20	150.00	430.0	58.7	5.8
02	ADOQUIEN CON 5% DE CARTON	320	01/08/2023	29/08/2023	28	40.66	100.30	200.00	150.00	580.0	78.7	7.7
03	ADOQUIEN CON 5% DE CARTON	320	01/08/2023	29/08/2023	28	41.00	100.20	201.10	150.00	555.0	74.1	7.3
PROMEDIO											70.5	6.9

GCL INGENIERIA S.R.L.   
  
SEGUNDO CARRANZA MEJIA  
TECNICO DE LABORATORIO

GCL INGENIERIA S.R.L.   
  
GABY ROSITA CHUNQUE OCAÑA  
ING. CIVIL - CIP 287806

Consideraciones:

- Los datos indicados han sido proporcionados por el cliente.
- El cliente brindo las referencia y ubicación de los puntos donde se han tomado las muestras.
- Es necesario contar con una autorización escrita del gerente para llevar a cabo cualquier tipo de reproducción.
- Este informe ha sido preparado y está destinado exclusivamente para el cliente mencionado.
- Las copias o divulgación del informe sin el consentimiento previo del cliente, estan prohibidas



## GCL INGENIERÍA S.R.L.

Ingeniería geotécnica, pavimentos, concreto e inspección de calidad.

Urb. Derrama Magisterial, Manzana P1, Lote 27 - Chiclayo - Chiclayo - Lambayeque

Metodo. Ensayo para determinar la Resistencia a la Flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas en el centro del tramo. NTP 339.079

**Proyecto (\*)** "Evaluación de las Propiedades Físico - Mecánicas de Adoquines Usando Cartón como agregado reciclado"  
**Ubicación (\*)** Chiclayo - Lambayeque  
**Cliente (\*)** Immer Joel Hernandez Olivos  
**Resistencia (\*)**  $f'c = 320\text{kg/cm}^2$  Adoquien con 10% de Cartón

No	Estructura	$f'c$	Fecha		Edad	Altura	Ancho	Largo	Largo entre barras	Carga	$\sigma$	$\sigma$
		kg/cm <sup>2</sup>	Moldeo	Ensayo	Días	mm	mm	mm	mm	kg	kg/cm <sup>2</sup>	MPa
01	ADOQUIN CON 10% DE CARTON	320	01/08/2023	29/08/2023	28	41.00	100.89	200.36	150.00	430.0	57.0	5.6
02	ADOQUIN CON 10% DE CARTON	320	01/08/2023	29/08/2023	28	40.86	101.00	200.47	150.00	660.0	88.1	8.6
03	ADOQUIN CON 10% DE CARTON	320	01/08/2023	29/08/2023	28	41.26	100.00	200.14	150.00	590.0	78.0	7.6
PROMEDIO											74.4	7.3

GCL INGENIERIA S.R.L.   
  
SEGUNDO CARRANZA MEJÍA  
TÉCNICO DE LABORATORIO

GCL INGENIERIA S.R.L.   
  
GABY ROSITA CHUNQUE OCAÑA  
ING. CIVIL - CIP 287806

Consideraciones:

- (\*) Los datos indicados han sido proporcionados por el cliente.
- El cliente brindo las referencia y ubicación de los puntos donde se han tomado las muestras.
- Es necesario contar con una autorización escrita del gerente para llevar a cabo cualquier tipo de reproducción.
- Este informe ha sido preparado y está destinado exclusivamente para el cliente mencionado.
- Las copias o divulgación del informe sin el consentimiento previo del cliente, estan prohibidas



### GCL INGENIERÍA S.R.L.

Ingeniería geotécnica, pavimentos, concreto e inspección de calidad.

Urb. Derrama Magisterial, Manzana P1, Lote 27 - Chiclayo - Chiclayo - Lambayeque

Metodo. Ensayo para determinar la Resistencia a la Flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas en el centro del tramo. NTP 339.079

Proyecto (*)	"Evaluación de las Propiedades Físico - Mecánicas de Adoquines Usando Cartón como agregado reciclado"		
Ubicación (*)	Chiclayo - Lambayeque		
Cliente (*)	Immer Joel Hernandez Olivos		
Resistencia (*)	$f'c = 320\text{kg/cm}^2$	Adoquien con 20% de Cartón	

No	Estructura	$f'c$	Fecha		Edad	Altura	Ancho	Largo	Largo entre barras	Carga	Resistencia	Resistencia
		kg/cm <sup>2</sup>	Moldeo	Ensayo	Días	mm	mm	mm	mm	kg	kg/cm <sup>2</sup>	MPa
01	ADOQUIEN CON 20% DE CARTON	320	01/08/2023	29/08/2023	28	40.70	101.00	201.00	150.00	850.00	114.3	11.2
02	ADOQUIEN CON 20% DE CARTON	320	01/08/2023	29/08/2023	28	40.69	100.96	200.36	150.00	870.00	117.1	11.5
03	ADOQUIEN CON 20% DE CARTON	320	01/08/2023	29/08/2023	28	40.98	100.33	200.45	150.00	849.00	113.4	11.1
PROMEDIO											114.9	11.3

GCL INGENIERIA S.R.L.   
*[Signature]*  
SEGUNDO CARRANZA MEJA  
TECNICO DE LABORATORIO

GCL INGENIERIA S.R.L.   
*[Signature]*  
GABY ROSITA CHUNQUE OCAÑA  
ING. CIVIL - CIP 287#06

Consideraciones:

- A. (\*) Los datos indicados han sido proporcionados por el cliente.
- B. El cliente brindo las referencia y ubicación de los puntos donde se han tomado las muestras.
- C. Es necesario contar con una autorización escrita del gerente para llevar a cabo cualquier tipo de reproducción.
- D. Este informe ha sido preparado y está destinado exclusivamente para el cliente mencionado.
- E. Las copias o divulgación del informe sin el consentimiento previo del cliente, estan prohibidas



## GCL INGENIERÍA S.R.L.

Ingeniería geotécnica, pavimentos, concreto e inspección de calidad.

Urb. Derrama Magisterial, Manzana P1, Lote 27 - Chiclayo - Chiclayo - Lambayeque

Metodo. Ensayo para determinar la Resistencia a la Abrasión de adoquines de concreto mediante chorro de arena. NTP 339.624

**Proyecto (\*)** "Evaluación de las Propiedades Físico - Mecánicas de Adoquines Usando Cartón como agregado reciclado"  
**Ubicación (\*)** Chiclayo - Lambayeque  
**Cliente (\*)** Immer Joel Hernandez Olivos  
**Resistencia (\*)**  $f'c = 320\text{kg/cm}^2$

No	Estructura	$f'c$	Fecha		Edad	Tiempo Abrasión	Ciclo	Carga	Peso de Muestra		Desgaste (%)
		kg/cm <sup>2</sup>	Moldeo	Ensayo	Días	min		N	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	
01	ADOQUIN PATRON	320	01/08/2023	29/08/2023	28	2.00	3.00	98.00	1998.00	1996.87	0.06
02	ADOQUIN PATRON	320	01/08/2023	29/08/2023	28	2.00	3.00	98.00	2000.00	1998.39	0.08
03	ADOQUIN PATRON	320	01/08/2023	29/08/2023	28	2.00	3.00	98.00	1999.00	1997.58	0.07
PROMEDIO										0.07	

GCL INGENIERIA S.R.L.   
  
SEGUNDO CARRANZA MEJÍA  
TECNICO DE LABORATORIO

GCL INGENIERIA S.R.L.   
  
GABY ROSITA CHUNQUE OCAÑA  
ING. CIVIL - CIP 287806

**Consideraciones:**

- A. (\*) Los datos indicados han sido proporcionados por el cliente.
- B. El cliente brindo las referencia y ubicación de los puntos donde se han tomado las muestras.
- C. Es necesario contar con una autorización escrita del gerente para llevar a cabo cualquier tipo de reproducción.
- D. Este informe ha sido preparado y está destinado exclusivamente para el cliente mencionado.
- E. Las copias o divulgación del informe sin el consentimiento previo del cliente, están prohibidas



## GCL INGENIERÍA S.R.L.

Ingeniería geotécnica, pavimentos, concreto e inspección de calidad.

Urb. Derrama Magisterial, Manzana P1, Lote 27 - Chiclayo - Chiclayo - Lambayeque

Metodo. Ensayo para determinar la Resistencia a la Abrasión de adoquines de concreto mediante chorro de arena. NTP 339.624

**Proyecto (\*)** "Evaluación de las Propiedades Físico - Mecánicas de Adoquines Usando Cartón como agregado reciclado"  
**Ubicación (\*)** Chiclayo - Lambayeque  
**Cliente (\*)** Immer Joel Hernandez Olivos  
**Resistencia (\*)**  $f'c = 320\text{kg/cm}^2$  Adoquín con 5% de Cartón

No	Estructura	$f'c$	Fecha		Edad	Tiempo Abrasión	Ciclo	Carga	Peso de Muestra		Desgaste (%)
		kg/cm <sup>2</sup>	Moldeo	Ensayo	Días	min		N	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	
01	ADOQUIN CON 5% DE CARTON	320	01/08/2023	29/08/2023	28	2.00	3.00	98.00	1852.00	1850.67	0.07
02	ADOQUIN CON 5% DE CARTON	320	01/08/2023	29/08/2023	28	2.00	3.00	98.00	1881.37	1879.44	0.10
03	ADOQUIN CON 5% DE CARTON	320	01/08/2023	29/08/2023	28	2.00	3.00	98.00	1875.00	1873.23	0.09
									PROMEDIO		0.09

GCL INGENIERIA S.R.L.   
  
SEGUNDO CARRANZA MEJIA  
TECNICO DE LABORATORIO

GCL INGENIERIA S.R.L.   
  
GABY ROSITA CHUNQUE OCAÑA  
ING. CIVIL - CIP 287806

**Consideraciones:**

- A. (\*) Los datos indicados han sido proporcionados por el cliente.
- B. El cliente brindo las referencia y ubicación de los puntos donde se han tomado las muestras.
- C. Es necesario contar con una autorización escrita del gerente para llevar a cabo cualquier tipo de reproducción.
- D. Este informe ha sido preparado y está destinado exclusivamente para el cliente mencionado.
- E. Las copias o divulgación del informe sin el consentimiento previo del cliente, están prohibidas





## GCL INGENIERÍA S.R.L.

Ingeniería geotécnica, pavimentos, concreto e inspección de calidad.

Urb. Derrama Magisterial, Manzana P1, Lote 27 - Chiclayo - Chiclayo - Lambayeque

Metodo. Ensayo para determinar la Resistencia a la Abrasión de adoquines de concreto mediante chorro de arena. NTP 339.624

**Proyecto (\*)** "Evaluación de las Propiedades Físico - Mecánicas de Adoquines Usando Cartón como agregado reciclado"  
**Ubicación (\*)** Chiclayo - Lambayeque  
**Ciente (\*)** Immer Joel Hernandez Olivos  
**Resistencia (\*)**  $f'c = 320\text{kg/cm}^2$  Adoquien con 10% de Cartón

No	Estructura	$f'c$	Fecha		Edad	Tiempo Abrasión	Ciclo	Carga	Peso de Muestra		Desgaste (%)
		kg/cm2	Moldeo	Ensayo	Días	min		N	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	
01	ADOQUIN CON 10% DE CARTON	320	01/08/2023	29/08/2023	28	2.00	3.00	98.00	1606.91	1605.65	0.08
02	ADOQUIN CON 10% DE CARTON	320	01/08/2023	29/08/2023	28	2.00	3.00	98.00	1624.71	1623.09	0.10
03	ADOQUIN CON 10% DE CARTON	320	01/08/2023	29/08/2023	28	2.00	3.00	98.00	1621.20	1619.21	0.12
PROMEDIO										0.10	

GCL INGENIERIA S.R.L.   
*sh*  
SEGUNDO CARRANZA MEJIA  
TECNICO DE LABORATORIO

GCL INGENIERIA S.R.L.   
*sh*  
GABY ROSITA CHUNQUE OCAÑA  
ING. CIVIL - CIP 287806

**Consideraciones:**

- A. (\*) Los datos indicados han sido proporcionados por el cliente.
- B. El cliente brindo las referencia y ubicación de los puntos donde se han tomado las muestras.
- C. Es necesario contar con una autorización escrita del gerente para llevar a cabo cualquier tipo de reproducción.
- D. Este informe ha sido preparado y está destinado exclusivamente para el cliente mencionado.
- E. Las copias o divulgación del informe sin el consentimiento previo del cliente, estan prohibidas



## GCL INGENIERÍA S.R.L.

Ingeniería geotécnica, pavimentos, concreto e inspección de calidad.  
Urb. Derrama Magisterial, Manzana P1, Lote 27 - Chiclayo - Chiclayo - Lambayeque

Metodo. Ensayo para determinar la Resistencia a la Abrasión de adoquines de concreto mediante chorro de arena. NTP 339.624

**Proyecto (\*)** "Evaluación de las Propiedades Físico - Mecánicas de Adoquines Usando Cartón como agregado reciclado"  
**Ubicación (\*)** Chiclayo - Lambayeque  
**Ciente (\*)** Immer Joel Hernandez Olivos  
**Resistencia (\*)**  $f'c = 320\text{kg/cm}^2$  Adoquien con 20% de Cartón

No	Estructura	$f'c$	Fecha		Edad	Tiempo Abrasión	Ciclo	Carga N	Peso de Muestra		Desgaste (%)
		kg/cm <sup>2</sup>	Moldeo	Ensayo	Días	min			Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	
01	ADOQUIN CON 20% DE CARTON	320	01/08/2023	29/08/2023	28	2.00	3.00	98.00	1442.74	1440.58	0.15
02	ADOQUIN CON 20% DE CARTON	320	01/08/2023	29/08/2023	28	2.00	3.00	98.00	1425.14	1421.03	0.29
03	ADOQUIN CON 20% DE CARTON	320	01/08/2023	29/08/2023	28	2.00	3.00	98.00	1430.20	1427.30	0.20
PROMEDIO										0.21	

GCL INGENIERIA S.R.L.   
*[Firma]*  
**SEGUNDO CARRANZA MEJIA**  
TECNICO DE LABORATORIO

GCL INGENIERIA S.R.L.   
*[Firma]*  
**GABY ROSITA CHUNQUE OCAÑA**  
ING. CIVIL - CIP 287806

**Consideraciones:**

- A. (\*) Los datos indicados han sido proporcionados por el cliente.
- B. El cliente brindo las referencia y ubicación de los puntos donde se han tomado las muestras.
- C. Es necesario contar con una autorización escrita del gerente para llevar a cabo cualquier tipo de reproducción.
- D. Este informe ha sido preparado y está destinado exclusivamente para el cliente mencionado.
- E. Las copias o divulgación del informe sin el consentimiento previo del cliente, estan prohibidas

## Anexo III. Certificado de Calibración



CALIBRACIÓN DE  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

LABORATORIO DE METROLOGIA

RUC: 20606479680

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-F-0132-2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 4

<p>1. Expediente</p> <p>2. Solicitante</p> <p>3. Dirección</p> <p>4. Instrumento calibrado</p> <p>    Marca</p> <p>    Modelo</p> <p>    N° de serie</p> <p>    Identificación</p> <p>    Procedencia</p> <p>    Intervalo de indicación</p> <p>    Resolución</p> <p>    Clase de exactitud</p> <p>    Modo de fuerza</p> <p>    Indicador Digital</p> <p>        Marca</p> <p>        Modelo</p> <p>    Transductor de Presión</p> <p>        Marca</p> <p>        Modelo</p> <p>5. Fecha de calibración</p>	<p>0517</p> <p>GCL INGENIERIA S.R.L.</p> <p>PJ. LOTE 27 MANZANA P1 MZA. P1 LOTE. 27 URB. DERRAMA MAGISTERIAL LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO</p> <p><b>MAQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL (PRENSA DE CONCRETO)</b></p> <p>PERUTEST</p> <p>PC-120</p> <p>1144</p> <p>No indica</p> <p>Perú</p> <p>0 kgf a 120000 kgf</p> <p>10 kgf</p> <p>No indica</p> <p>Compresión</p> <p>    Marca   HIGH WEIGHT   Serie   No indica</p> <p>    Modelo   315-X5 P       Resolución   10</p> <p>    No indica   Serie   No indica</p> <p>2023-11-07</p>	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
--	--	--

Fecha de Emisión

2023-11-14



Firmado digitalmente por:  
ASTETE SORIANO LUCIO FIR  
42817546 hard  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 14/11/2023 07:20:47-0500



Jefe de Laboratorio

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
🏢 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CA-F-0132-2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 4

### 6. Método de calibración

La calibración se realiza por comparación directa entre el valor de fuerza indicada en el dispositivo indicador de la máquina a ser calibrada y la indicación de fuerza real tomada del instrumento de medición de fuerza patrón siguiendo la PC-032 "Procedimiento para la calibración de máquinas de ensayos uniaxiales" Edición 01 del INACAL - DM

### 7. Lugar de calibración

Laboratorio de GCL INGENIERIA S.R.L. ubicado en Pj. Lote 27 Mza. P1 Lote. 27 Urb. Derrama Magisterial Lambayeque - Chiclayo - Chiclayo

### 8. Condiciones de calibración

	Inicial	Final
Temperatura	21,2 °C	21,3 °C
Humedad relativa	68 %	65 %

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PUCP	Celda de carga de 150 t con una incertidumbre de 271 kg	INF-LE N° 093-23 B

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- El instrumento a calibrar no indica la clase, sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase 1 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
🏢 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

CA-F-0132-2023

Página 3 de 4

### 11. Resultados de medición

Indicación de la máquina de ensayo		Indicación del transductor de fuerza patrón					Promedio	Error de medición
		1ra Serie	2da Serie	3ra Serie		4ta Serie Accesorios		
		Ascenso kgf	Ascenso kgf	Ascenso kgf	Descenso kgf	Ascenso kgf		
%	kgf							
10	10000	9977	9977	9977	--	9977	23	
20	20000	19959	19959	19959	--	19959	41	
30	30000	29925	29925	29925	--	29925	75	
40	40000	39881	39881	39881	--	39881	119	
50	50000	49851	49851	49851	--	49851	149	
60	60000	59861	59861	59861	--	59861	139	
70	70000	69840	69840	69840	--	69840	160	
80	80000	79843	79843	79843	--	79843	157	
90	90000	89836	89836	89836	--	89836	164	
100	100000	99843	99843	99843	--	99843	157	

Indicación de la máquina de ensayo		Errores relativos de medición					Incertidumbre de medición relativa
		Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad	Resolución relativa	Error con accesorios	
		q %	b %	v %	a %	%	
%	kgf						
10	10000	0.23	0.00	--	0.10	--	0.95
20	20000	0.21	0.00	--	0.05	--	0.53
30	30000	0.25	0.00	--	0.03	--	0.41
40	40000	0.30	0.00	--	0.03	--	0.36
50	50000	0.30	0.00	--	0.02	--	0.33
60	60000	0.23	0.00	--	0.02	--	0.32
70	70000	0.23	0.00	--	0.01	--	0.31
80	80000	0.20	0.00	--	0.01	--	0.30
90	90000	0.18	0.00	--	0.01	--	0.30
100	100000	0.16	0.00	--	0.01	--	0.30

Clase de la escala de la máquina de ensayo	Valor máximo permitido (ISO 7500 - 1)				
	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad	Resolución relativa	Cero f0
	q %	b %	v %	a %	%
0.5	± 0.50	0.5	± 0.75	± 0.25	± 0.05
1	± 1.00	1.0	± 1.50	± 0.50	± 0.10
2	± 2.00	2.0	± 3.00	± 1.00	± 0.20
3	± 3.00	3.0	± 4.50	± 1.50	± 0.30

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f<sub>0</sub>) 0,00 %

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
🏢 CALIBRATEC SAC

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**CA-F-0132-2023**  
*Área de Metrología*  
*Laboratorio de Fuerza*

Página 4 de 4

**12. Incertidumbre**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

FIN DEL DOCUMENTO

Revisión 00

RT03-F01

977 997 385 - 913 028 622  
913 028 623 - 913 028 624

Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
ventascalibratec@gmail.com  
CALIBRATEC SAC

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N°LMT - 003 -2023**

Página 1 de 4

- Fecha de Emisión : 2023-03-23  
 Expediente : 014
- 1.- **Solicitante** : GCL INGENIERIA S.R.L.
- Dirección : P.J. LOTE 27 MANZANA P1 MZA. P1 LOTE. 27 URB. DERRAMA MAGISTERIAL LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO
- 2.- **Instrumento de medición** : Homo
- Marca : KAIZACORP
- Modelo : 101-2
- Código : NO INDICA
- N° de serie : L2021040123
- 3.- **Fecha de calibración** : 2023-03-22
- 4.- **Lugar de Calibración** : En las instalaciones de CALIBRACIONES PERÚ S.A.C
- 5.- **Método de Calibración** : La calibración de medios isotermos se basa en el método de comparación directa; el cual consiste en determinar las distribución interna de temperatura del medio isoterma a medir comparada contra las indicaciones de su propio termómetro.
- 6.- **Procedimiento de Calibración** : PC-018: "Procedimiento para la calibración o caracterización de medios isotermos con aire como medio termostático".  
 INDECOPI - Segunda Edición - junio 2009

**7.- TRAZABILIDAD**

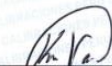
Trazabilidad Metroológica	Código del patrón	Certificado de calibración
CALPE	LT003	LMT-033-2022
INACAL - DM	LT004	0082-TPES-C-2022
INACAL - DM	LT005	0083-TPES-C-2022

**8.- CONDICIONES AMBIENTALES**

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	19,9	20,4
Humedad Relativa (%)	55	51



**Leonel Palomino Nuñez**  
 Jefe de Laboratorio de Metrología


**Ing. Karer Vanessa Izarra Tupia.**  
 Gerente General  
 C.I.P.: 221730

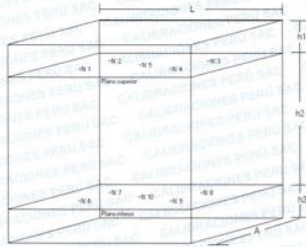
 CALIBRACIONES PERÚ S.A.C. - RUC: 20600820959  
 Jr. Pasco N° 3312 San Martín De Porres, Lima - Perú  
 Telf.: (01) 397 8754 Cel.: 949 985 016

 E-mail: [ventas@calibracionesperu.pe](mailto:ventas@calibracionesperu.pe)  
[laboratorio@calibracionesperu.pe](mailto:laboratorio@calibracionesperu.pe)  
[www.calibracionesperu.pe](http://www.calibracionesperu.pe)

**9.- RESULTADOS**

Las incertidumbres expandidas de medición reportadas en este documento son los valores de la incertidumbres estándares de medición multiplicadas por un factor de cobertura  $k=2$  que corresponde a un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.

**Distribución de termopares**



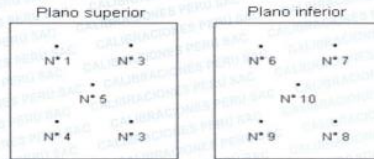
**Figura 1:** Posición tridimensional de los termopares.

Donde:  $L = 57,0 \text{ cm}$ ,  $A = 54,0 \text{ cm}$ ,  $h1 = 10,0 \text{ cm}$ ,  $h2 = 33,0 \text{ cm}$ ,  $h3 = 14,0 \text{ cm}$



**Figura 2:** Fotografía interior del medio isotermo.

Los termopares ubicados en los planos superior e inferior se colocaron a 10,0 cm de las paredes laterales y a 10,0 cm del fondo y frente del medio isotermo. Los termopares N° 5 y N° 10 están ubicados en la parte central de sus respectivos planos, tal como se muestra en la figura 1.



**Figura 3:** Posición de los termopares en los planos.

**Condiciones usuales de trabajo del equipo**

**Posición de los planos**

Plano inferior: 5,0 cm por debajo del 1 escalón  
 Plano superior: 8,0 cm por encima del 2 escalón

**Posición de las parrillas**

Parrilla inferior: 1 escalón  
 Parrilla superior: 2 escalón

Temperatura	Pos. Selector	Pos. Ventilación	% Carga	Descripción de la carga
110 °C	110.0	Cerrado	20	Recipientes metálicos





**9.- RESULTADOS (continuación)**

Para la temperatura de 110 °C ± 5 °C													
Tiempo (min)	T ind. ( °C ) (Termómetro de Horno)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN ( °C )										T.prom. ( °C )	Tmax - Tmin ( °C )
		Nivel inferior					Nivel superior						
		N° 1	N° 2	N° 3	N° 4	N° 5	N° 6	N° 7	N° 8	N° 9	N° 10		
00	110.0	105.2	106.5	109.2	105.5	105.8	102.7	101.9	102.0	102.6	101.2	104.3	8.0
02	110.1	105.0	106.5	109.1	105.3	105.7	102.5	101.8	101.8	102.4	101.0	104.1	8.1
04	110.2	105.2	106.9	109.5	105.5	105.9	102.6	102.0	102.0	102.5	101.3	104.3	8.2
06	110.1	105.5	107.0	109.6	105.7	106.1	102.8	102.1	102.2	102.8	101.4	104.5	8.2
08	110.2	105.1	106.5	109.1	105.4	105.8	102.6	101.9	102.0	102.5	101.1	104.2	8.0
10	110.2	105.2	106.7	109.3	105.4	105.8	102.6	101.9	102.0	102.5	101.2	104.3	8.1
12	110.1	105.4	106.9	109.5	105.6	106.0	102.8	102.0	102.1	102.7	101.4	104.4	8.1
14	110.1	105.6	107.1	109.4	105.8	106.3	103.0	102.1	102.3	102.6	101.5	104.6	7.9
16	110.1	105.7	107.2	109.6	106.0	106.3	103.1	102.2	102.5	102.8	101.7	104.7	7.9
18	110.1	105.3	106.7	109.3	105.6	105.9	102.7	102.0	102.1	102.7	101.3	104.4	8.0
20	110.0	105.2	106.5	109.1	105.4	105.7	102.7	101.9	101.9	102.7	101.3	104.2	7.8
22	110.0	105.6	106.8	109.5	105.6	106.0	102.8	102.0	102.1	102.8	101.5	104.5	8.0
24	110.1	105.6	106.9	109.4	105.7	106.1	103.0	102.0	102.1	102.9	101.5	104.5	7.9
26	110.1	105.4	106.8	109.1	105.5	105.9	102.8	101.9	102.0	102.7	101.4	104.4	7.7
28	110.0	105.5	107.1	109.1	105.6	106.0	102.8	102.0	102.0	102.7	101.4	104.4	7.7
30	109.9	105.6	106.8	109.5	105.7	106.1	102.8	102.0	102.0	102.7	101.6	104.5	7.9
32	110.1	105.4	106.4	109.1	105.4	105.8	102.7	102.0	101.9	102.5	101.3	104.3	7.8
34	110.1	105.8	107.4	109.9	106.0	106.3	103.1	102.2	102.2	102.8	101.8	104.8	8.1
36	110.0	105.5	106.8	109.1	105.6	106.1	102.9	102.0	102.2	103.0	101.5	104.5	7.6
38	110.0	105.0	106.0	108.6	105.2	105.5	102.5	101.6	101.8	102.5	101.1	104.0	7.5
40	109.9	105.5	106.7	109.4	105.5	105.9	102.8	101.9	102.0	102.7	101.4	104.4	8.0
42	110.0	105.4	106.6	108.9	105.5	105.8	102.7	101.9	101.9	102.6	101.4	104.3	7.5
44	110.1	105.2	106.3	108.8	105.3	105.6	102.5	101.6	101.8	102.4	101.2	104.1	7.6
46	110.1	105.1	106.1	108.5	105.2	105.5	102.4	101.6	101.7	102.3	101.1	104.0	7.4
48	110.0	105.5	106.7	109.2	105.5	105.9	102.7	101.8	101.9	102.5	101.4	104.3	7.8
50	110.0	105.8	107.2	109.6	105.9	106.3	103.0	102.1	102.2	102.9	101.8	104.7	7.8
52	110.0	105.4	106.8	109.1	105.6	106.0	102.8	102.0	102.2	102.8	101.7	104.4	7.4
54	110.0	105.3	106.3	108.7	105.4	105.8	102.6	101.8	102.0	102.6	101.4	104.2	7.3
56	109.9	105.2	106.2	108.6	105.2	105.6	102.4	101.5	101.7	102.3	101.2	104.0	7.4
58	110.0	105.9	107.2	109.9	105.9	106.2	103.0	102.0	102.1	102.7	101.6	104.7	8.3
60	110.0	105.7	106.7	109.2	105.7	106.0	103.0	102.1	102.2	102.8	101.8	104.5	7.4
T.PROM	110.0	105.4	106.7	109.2	105.6	105.9	102.8	101.9	102.0	102.6	101.4	104.4	
T.MAX	110.2	105.9	107.4	109.9	106.0	106.3	103.1	102.2	102.5	103.0	101.8	101.8	
T.MIN	109.9	105.0	106.0	108.5	105.2	105.5	102.4	101.5	101.7	102.3	101.0	101.0	
DTT	0.3	0.9	1.4	1.4	0.8	0.8	0.7	0.7	0.8	0.7	0.8	0.8	

 Temperatura ambiental promedio : 20,2 °C  
 Tiempo de calibración del equipo : 60 minutos


Calibración para la temperatura de 110 °C		
Parámetro	Valor ( °C )	Incertidumbre Expandida ( °C )
Máxima Temperatura Medida	109.9	1.3
Mínima Temperatura Medida	101.0	1.5
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1.4	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	7.8	0.1
Estabilidad Medida ( ± )	0.70	0.04
Uniformidad medida	8.3	0.1

T.PROM: Promedio de las temperaturas en una posición de medición durante el tiempo de calibración.

T.prom: Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición para un instante dado.

T.MAX: Temperatura máxima

T.MIN: Temperatura mínima

DTT: Desviación de temperatura en el tiempo

Las incertidumbres de medición expandidas reportadas son las incertidumbres de medición estándares multiplicadas por el factor de cobertura k=2 de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95 %.

**9.- RESULTADOS (continuación)**

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT esta dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.

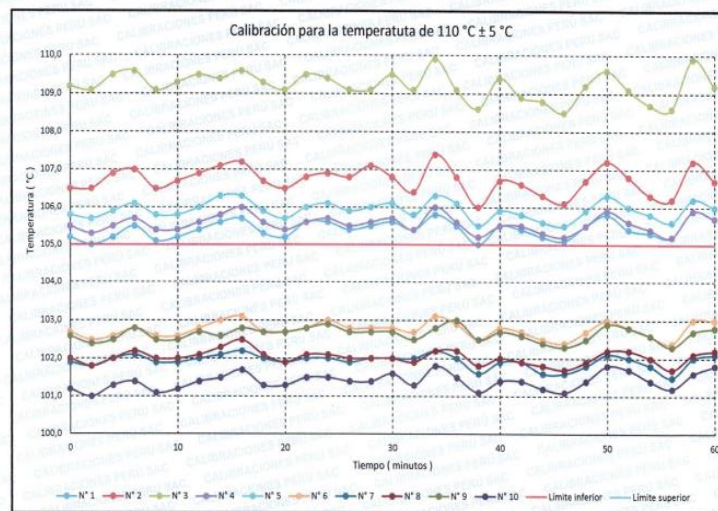
Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dado por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo: 0,06 °C.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La estabilidad es considerada igual a  $\pm \frac{1}{2}$  máx. DTT.

Durante la calibración y bajo las condiciones que esta ha sido hecha, el medio isotermo CUMPLE con los limites especificados de temperatura:  $110 \text{ °C} \pm 5 \text{ °C}$ .



**10.- OBSERVACIONES**

- El instrumento de medición y el selector forman parte de un controlador e indicador de temperatura.
- El instrumento de medición y el selector forman parte de un controlador e indicador de temperatura, este controlador e indicador es accesorio que pertenece al medio isotermo.
- El tipo de ventilación del medio isotermo es Forzada.
- Se colocó una etiqueta adhesiva con la indicación "CALIBRADO".
- La marca, modelo, N° de serie y código del indicador son: NO INDICA, XMTA7000-JY, NO INDICA, NO INDICA, respectivamente.
- El N° de serie está indicado en el equipo.
- Se comenzó a tomar datos del termómetro patrón después de un tiempo de precalentamiento de 2 horas de haber cerrado la puerta del equipo a calibrar. Los datos se tomarán cada 2 minutos por un tiempo de 60 minutos.
- Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.
- Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.
- CALIBRACIONES PERU S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
- El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de CALIBRACIONES PERU S.A.C.





**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LMM - 011-2023**

Pág. 1 de 3

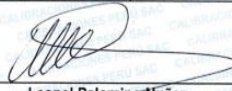
Fecha de Emisión : 2023-03-23

Expediente: 14

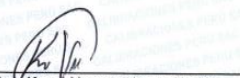
- 1.- Solicitante** : GCL INGENIERIA S.R.L.
- Dirección** : P.J. LOTE 27 MANZANA P1 MZA. P1 LOTE. 27 URB. DERRAMA MAGISTERIAL  
LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO
- 2.- Instrumento de Medición** : BALANZA
- Marca** : OHAUS  
**Modelo** : R21PE30  
**Serie** : 8340110535  
**Código** : NO INDICA  
**Procedencia** : U.S.A.  
**Capacidad máxima** : 30000 g  
**Div de Escala ( d )** : 1 g  
**Div de verificación ( e )** : 10 g ( \* )  
**Clase de exactitud** : III ( \*\* )  
**Capacidad mínima** : 200 g ( \*\*\* )
- 3.- Fecha de Calibración** : 2023-03-22
- 4.- Lugar de Calibración** : En las instalaciones de CALIBRACIONES PERÚ S.A.C
- 5.- Método de Calibración** : La comparación de las indicaciones de la balanza contra las cargas aplicadas de valor conocido (pesas patrón).
- 6.- Procedimiento de Calibración** : PC-001 "Procedimiento para la calibración de instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático clase III y IIII".  
INACAL - Primera edición - Mayo 2019

**7.- Trazabilidad**

Trazabilidad Metrológica	Pesas utilizada	Código del patrón	Certificado de calibración
INACAL - DM	1 mg a 200 g	LM040	1760A-MPES-C-2022
INACAL - DM	1 kg	LM042	1762A-MPES-C-2022
INACAL - DM	2 kg	LM043	1763A-MPES-C-2022
INACAL - DM	5 kg	LM004	1657-MPES-C-2022
INACAL - DM	10 kg	LM005	1658-MPES-C-2022
INACAL - DM	20 kg	LM006	1659-MPES-C-2022

  
**Leonel Palomino Nuñez**  
Jefe de Laboratorio de Metrología



  
**Ing. Karen Vanessa Izarra Tupia.**  
Gerente General  
C.I.P.: 221730

**8.- Condiciones Ambientales**

	Mínima	Máxima
Temperatura (°C)	20,0	20,2
Humedad Relativa (%)	53	60

**9.- Resultados de Medición**
**Ensayo de repetibilidad**

Carga ( g ) = 15000,0			Carga ( g ) = 30000,0		
I ( g )	$\Delta L$ ( g )	E ( g )	I ( g )	$\Delta L$ ( g )	E ( g )
15000	0,1	-0,4	30000	0,2	-1,2
15000	0,2	-0,5	30000	0,2	-1,2
15000	0,2	-0,5	30000	0,2	-1,2
15000	0,1	-0,4	30000	0,3	-1,3
15000	0,2	-0,5	30000	0,3	-1,3
15000	0,2	-0,5	30000	0,3	-1,3
15000	0,3	-0,6	30000	0,2	-1,2
15000	0,3	-0,6	30000	0,2	-1,2
15000	0,2	-0,5	30000	0,1	-1,1
15000	0,2	-0,5	30000	0,2	-1,2

Carga (g)	E <sub>max</sub> - E <sub>min</sub> (g)	E.M.P (g)
15000,0	0,2	20
30000,0	0,2	30


**Ensayo de excentricidad**

2	5
	1
3	4

Posic. de la carga	Carga mínima ( g )	I ( g )	$\Delta L$ ( g )	E <sub>o</sub> ( g )	Carga ( g )	I ( g )	$\Delta L$ ( g )	E ( g )	E <sub>c</sub> ( g )	E.M.P ( g )
1	10,0	10	0,3	0,2	10000,0	10000	0,3	-0,4	-0,6	20
2		10	0,2	0,3		10001	0,3	0,6	0,3	20
3		10	0,2	0,3		10000	0,3	-0,4	-0,7	20
4		10	0,2	0,3		10001	0,1	0,8	0,5	20
5		10	0,2	0,3		10001	0,3	0,6	0,3	20

I: Indicación de la balanza

L: Carga aplicada sobre la balanza

 $\Delta L$ : Incremento de pesas patron

E: Error del valor de indicación.

 E<sub>o</sub>: Error en cero.

 E<sub>c</sub>: Error corregido.

e.m.p: Error máximo permisible



**9.- Resultados de Medición (continuación)**

Carga (g)	Carga creciente				Carga decreciente				E.M.P (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
10,0	10	0,3	0,2						
200,0	200	0,2	0,3	0,1	200	0,2	0,3	0,1	10
3 000,0	3000	0,3	0,2	0,0	3000	0,3	0,2	0,0	10
5 000,0	5000	0,2	0,1	-0,1	5000	0,2	0,1	-0,1	10
10 000,0	10000	0,3	-0,4	-0,6	10000	0,1	-0,2	-0,4	20
12 000,0	12000	0,1	-0,2	-0,4	12000	0,3	-0,4	-0,6	20
15 000,0	15000	0,1	-0,4	-0,6	15000	0,2	-0,5	-0,7	20
17 000,0	17000	0,3	-0,6	-0,8	17000	0,2	-0,5	-0,7	20
20 000,0	20000	0,1	-0,5	-0,7	20000	0,1	-0,5	-0,7	20
25 000,0	24999	0,3	-1,9	-2,1	24999	0,3	-1,9	-2,1	30
27 000,0	26999	0,3	-2,1	-2,3	26999	0,3	-2,1	-2,3	30
30 000,0	30000	0,3	-1,3	-1,5	30000	0,1	-1,1	-1,3	30

$$\text{Lectura corregida: } R \text{ corregido} = ( R + 5,40E-05 R ) g$$

$$\text{Incertidumbre expandida de medición: } U_R = 2x \sqrt{ ( 1,7E-01 + 1,40E-09 xR^2 ) } g$$

La incertidumbre de la medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura  $k = 2$  de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.

**10.- Observaciones**

- Se colocó una etiqueta adhesiva con la indicación "CALIBRADO".
- Se colocó una carga a la balanza de 15000 g y su indicación fue 14977 g. Luego se realizó el ajuste del
- (\*) El valor de división de verificación ( e ) se ha tomado como referencia del Manual Serie Ranger™ 3000.
- (\*\*) La clase a la que pertenece esta balanza se ha tomado como referencia del Manual Serie Ranger™ 3000.
- (\*\*\*) La capacidad mínima para esta balanza se encuentra marcado en el instrumento calibrado.
- Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.
- Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.
- CALIBRACIONES PERU S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
- El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de CALIBRACIONES PERU S.A.C.

Fin del Certificado de Calibración



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LMM - 010-2023**


Pág. 1 de 3

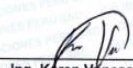
Fecha de Emisión : 2023-03-23

Expediente: 014

- 1.- Solicitante** : GCL INGENIERIA S.R.L.
- Dirección** : P.J. LOTE 27 MANZANA P1 MZA. P1 LOTE. 27 URB. DERRAMA MAGISTERIAL  
LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO
- 2.- Instrumento de Medición** : BALANZA
- Marca** : OHAUS  
**Modelo** : SPX622  
**Serie** : C039175133  
**Código** : NO INDICA  
**Procedencia** : NO INDICA  
**Capacidad máxima** : 620 g  
**Div de Escala ( d )** : 0,01 g  
**Div de verificación ( e )** : 0,1 g ( \* )  
**Clase de exactitud** : III ( \*\* )  
**Capacidad mínima** : 0,2 g ( \*\*\* )
- 3.- Fecha de Calibración** : 2023-03-22
- 4.- Lugar de Calibración** : En las instalaciones de CALIBRACIONES PERÚ S.A.C
- 5.- Método de Calibración** : La comparación de las indicaciones de la balanza contra las cargas aplicadas de valor conocido (pesas patrón).
- 6.- Procedimiento de Calibración** : PC-001 "Procedimiento para la calibración de instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático clase III y III".  
INACAL - Primera edición - Mayo 2019
- 7.- Trazabilidad**

Trazabilidad Metroológica	Pesas utilizada	Código del patrón	Certificado de calibración
INACAL - DM	1 mg a 200 g	LM040	1760A-MPES-C-2022
INACAL - DM	500 g	LM041	1761A-MPES-C-2022

  
**Leonel Palomino Nuñez**  
 Jefe de Laboratorio de Metrología

  
**Ing. Karen Vanessa Izarra Tupia.**  
 Gerente General  
 C.I.P.: 221730

**8.- Condiciones Ambientales**

	Minima	Máxima
Temperatura (°C)	20,0	20,2
Humedad Relativa (%)	56	62

**9.- Resultados de Medición**
**Ensayo de repetibilidad**

Carga ( g ) = 310,000			Carga ( g ) = 620,000		
I ( g )	ΔL ( g )	E ( g )	I ( g )	ΔL ( g )	E ( g )
310,00	0,003	-0,005	620,02	0,002	0,015
309,99	0,004	-0,016	620,01	0,002	0,005
310,00	0,002	-0,004	620,00	0,001	-0,004
310,00	0,002	-0,004	620,00	0,001	-0,004
310,00	0,003	-0,005	620,00	0,002	-0,005
310,00	0,003	-0,005	620,00	0,002	-0,005
310,00	0,003	-0,005	620,00	0,003	-0,006
310,00	0,003	-0,005	619,99	0,001	-0,014
310,00	0,003	-0,005	619,99	0,001	-0,014
310,00	0,003	-0,005	619,99	0,002	-0,015

Carga (g)	E <sub>max</sub> - E <sub>min</sub> (g)	E.M.P (g)
310,000	0,012	0,30
620,000	0,030	0,30


**Ensayo de excentricidad**


Posic. de la carga	Carga mínima ( g )	I ( g )	ΔL ( g )	E <sub>0</sub> ( g )	Carga ( g )	I ( g )	ΔL ( g )	E ( g )	E <sub>c</sub> ( g )	E.M.P ( g )
1	0,100	0,10	0,005	0,000	200,000	200,00	0,003	-0,002	-0,002	0,20
2		0,10	0,004	0,001		200,00	0,003	-0,002	-0,003	0,20
3		0,10	0,003	0,002		200,00	0,002	-0,001	-0,003	0,20
4		0,10	0,004	0,001		200,00	0,003	-0,002	-0,003	0,20
5		0,10	0,001	0,004		200,00	0,003	-0,002	-0,006	0,20

I: Indicación de la balanza  
 L: Carga aplicada sobre la balanza  
 ΔL: Incremento de pesas patron  
 E: Error del valor de indicación.  
 E<sub>0</sub>: Error en cero.  
 E<sub>c</sub>: Error corregido.  
 e.m.p: Error máximo permisible



**9.- Resultados de Medición (continuación)**

Carga (g)	Carga creciente				Carga decreciente				E. M. P (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
0,100	0,10	0,003	0,002						
0,200	0,20	0,004	0,001	-0,001	0,20	0,004	0,001	-0,001	0,10
50,000	50,00	0,004	0,000	-0,002	50,00	0,003	0,001	-0,001	0,10
120,000	120,00	0,003	0,000	-0,002	120,00	0,004	-0,001	-0,003	0,20
200,000	200,00	0,003	-0,002	-0,004	200,00	0,003	-0,002	-0,004	0,20
250,000	250,00	0,003	-0,003	-0,005	250,00	0,003	-0,003	-0,005	0,30
310,000	310,00	0,003	-0,005	-0,007	309,99	0,003	-0,015	-0,017	0,30
370,000	370,00	0,004	-0,006	-0,008	369,99	0,003	-0,015	-0,017	0,30
430,000	430,00	0,003	-0,007	-0,009	429,99	0,003	-0,017	-0,019	0,30
500,000	500,00	0,003	-0,003	-0,005	499,99	0,003	-0,013	-0,015	0,30
550,000	550,00	0,004	-0,005	-0,007	549,99	0,003	-0,014	-0,016	0,30
620,000	620,00	0,002	-0,005	-0,007	620,00	0,003	-0,006	-0,008	0,30

Lectura corregida:  $R \text{ corregido} = ( R + 1,58E-05 R ) g$

Incertidumbre expandida de medición:  $U_R = 2x \sqrt{ ( 1,1E-04 + 2,07E-10 xR^2 ) } g$

La incertidumbre de la medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura  $k = 2$  de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.

**10.- Observaciones**

- Se colocó una etiqueta adhesiva con la indicación "CALIBRADO".
- Se colocó una carga a la balanza de 300 g y su indicación fue 286,7 g. Luego se realizó el ajuste del instrumento.
- (\*) El valor de división de verificación ( e ) se ha tomado como referencia del Manual CITIZEN CZ SERIES.
- (\*\*) La clase a la que pertenece esta balanza a sido asignado según NMP-003-2009.
- (\*\*\*) La capacidad mínima para esta balanza se encuentre marcado en el instrumento calibrado.
- Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.
- Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.
- CALIBRACIONES PERU S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
- El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de CALIBRACIONES PERU S.A.C.



Fin del Certificado de Calibración



## DECLARACION JURADA

La que suscribe **Gaby Rosita Chunque Ocaña** en su calidad de representante legal del laboratorio **GCL INGENIERIA S.R.L – Ingeniería, geotecnia, pavimentos, concreto e inspección de calidad**; identificado con **DNI 71882992** y domiciliada en **Urb. Derrama Magisterial, Manzana P1, lote 27 – Chiclayo – Chiclayo – Lambayeque**. Declaro bajo juramento que los ensayos y resultados efectuados en mi laboratorio se han ejecutado de conformidad con las Normas Técnicas Peruanas y normativa conexas, validando lo realizado para la tesis **“Evaluación de las propiedades Físico – Mecánicas de adoquines usando cartón como agregado reciclado”** a cargo del tesista Hernandez Olivos Immer.

Chiclayo, 13 de diciembre 2023

GCL INGENIERIA S.R.L.   
  
-----  
**GABY ROSITA CHUNQUE OCAÑA**  
ING. CIVIL - CIP 287806



PERÚ

Presidencia  
del Consejo de Ministros

INDECOPI



Tratado Agotado por  
D.M.E.Z. Nº 001/2003  
2013/000031 Perú  
Perú: 01 222 00 00 00 00

# Registro de la Propiedad Industrial

Dirección de Signos Distintivos

CERTIFICADO N° 00151935

La Dirección de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución N° 030458-2023/DSD - INDECOPI de fecha 30 de noviembre de 2023, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

- Signo : La denominación GCL INGENIERIA y logotipo (se reivindica colores), conforme al modelo
- Clase : 42 de la clasificación Internacional.
- Solicitud : 0041985-2023
- Titular : GCL INGENIERIA S.R.L.
- País : Perú
- Vigencia : 30 de noviembre de 2033
- Distingue : Servicios de estudio de mecánica de suelos, concreto y asfalto [servicios de control de calidad], estudios en materia de geología y geotecnia, estudios geofísicos, análisis de agua y análisis químicos, control de calidad en obra, ensayos de materiales en laboratorio, servicios de gestión de proyectos de ingeniería



Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por Indecopi, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web:

<https://enlinea.indecopi.gob.pe/verificador>

Id Documento: 0q73081fm4

Pág. 1 de 1

**INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA DE LA COMPETENCIA Y DE LA PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL**  
Calle De la Prosa 104, San Borja, Lima 41 - Perú, Telf: 224-7800, Web: [www.indecopi.gob.pe](http://www.indecopi.gob.pe)

### Anexo III. Juicio de Validación de Expertos

#### Colegiatura N° 246883

#### Ficha de validación según AIKEN

##### I. Datos generales

Apellidos y nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
Fuentes Quevedo Eduardo Florencio	Ingeniero Civil	Resistencia a la compresión Resistencia a la flexión Resistencia a la abrasión	Immer Joel Hernandez Olivos
<b>Título de la Investigación:</b>			
Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas de Adoquines Usando Cartón como Agregado Reciclado			

##### II. Aspectos de validación de cada ítem

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

ITEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
Compresión	A	CONFORME
Flexión	A	CONFORME
Abrasión	A	CONFORME

**III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento**

Dimensiones/Ítems	Claridad	Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
		SI	NO	SI	NO	SI	NO
<b>5% peso total</b>							
1	Compresión	X		X		X	
2	Flexión	X		X		X	
3	Abrasión	X		X		X	
<b>10% peso total</b>							
1	Compresión	X		X		X	
2	Flexión	X		X		X	
3	Abrasión	X		X		X	
<b>20% peso total</b>							
1	Compresión	X		X		X	
2	Flexión	X		X		X	
3	Abrasión	X		X		X	

Observaciones:

.....

...

Opinión de aplicabilidad: Aplicable ( X ) Aplicable después de corregir ( ) No aplicable ( ) Juez validador: Fuentes Quevedo Eduardo Florencio.

Especialidad: Ing. Civil

Handwritten signature: *Eduardo*  
 EDUARDO FLORENCIO FUENTES QUEVEDO  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. 246883

Juez  
Experto

**Ficha de validación según AIKEN**

**I. Datos generales**

<b>Apellidos y nombres del informante</b>	<b>Cargo o Institución donde labora</b>	<b>Nombre del instrumento de evaluación</b>	<b>Autor del Instrumento</b>
Chávez Burgos Yoner	Ingeniero Civil	Resistencia a la compresión	Immer Joel Hernandez Olivos
		Resistencia a la flexión	
		Resistencia a la abrasión	
<b>Título de la Investigación:</b>			
Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas de Adoquines Usando Cartón como Agregado Reciclado			

**II. Aspectos de validación de cada ítem**

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

<b>ITEMS</b>	<b>ACUERDO O DESACUERDO</b>	<b>MODIFICACIÓN Y OPINIÓN</b>
Compresión	<b>A</b>	CONFORME
Flexión	<b>A</b>	CONFORME
Abrasión	<b>A</b>	CONFORME

**III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento**

Dimensiones/Ítems	5% peso total	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo		
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
1 Compresión		X		X		X		X		
2 Flexión		X		X		X		X		
3 Abrasión		X		X		X		X		
<b>10% peso total</b>										
1 Compresión		X		X		X		X		
2 Flexión		X		X		X		X		
3 Abrasión		X		X		X		X		
<b>20% peso total</b>										
1 Compresión		X		X		X		X		
2 Flexión		X		X		X		X		
3 Abrasión		X		X		X		X		

Observaciones:

Opinión de aplicabilidad: Aplicable ( X ) Aplicable después de corregir ( ) No aplicable ( ) Juez validador: Chávez Burgos Yoner

Especialidad: Ing. Civil

YONER CHAVEZ BURGOS  
ING. CIVIL  
REG. CIP N° 287804

Juez  
Experto

**Colegiatura N° 320456**

**Ficha de validación según AIKEN**

**I. Datos generales**

<b>Apellidos y nombres del informante</b>	<b>Cargo o Institución donde labora</b>	<b>Nombre del instrumento de evaluación</b>	<b>Autor del Instrumento</b>
Adrianzen Vásquez Adherly Juan Manuel	Ingeniero Civil	Resistencia a la compresión Resistencia a la flexión Resistencia a la abrasión	Immer Joel Hernandez Olivos
<b>Título de la Investigación:</b>			
Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas de Adoquines Usando Cartón como Agregado Reciclado			

**II. Aspectos de validación de cada Ítem**

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

<b>ITEMS</b>	<b>ACUERDO O DESACUERDO</b>	<b>MODIFICACIÓN Y OPINIÓN</b>
Compresión	<b>A</b>	CONFORME
Flexión	<b>A</b>	CONFORME
Abrasión	<b>A</b>	CONFORME


**III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento**

Dimensiones/Ítems	Claridad	Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
		SI	NO	SI	NO	SI	NO
<b>5% peso total</b>							
1	Compresión	X		X		X	
2	Flexión	X		X		X	
3	Abrasión	X		X		X	
<b>10% peso total</b>							
1	Compresión	X		X		X	
2	Flexión	X		X		X	
3	Abrasión	X		X		X	
<b>20% peso total</b>							
1	Compresión	X		X		X	
2	Flexión	X		X		X	
3	Abrasión	X		X		X	

Observaciones:

Opinión de aplicabilidad: Aplicable ( X ) Aplicable después de corregir ( ) No aplicable ( )  
 Juez validador: Adrianzen Vásquez Adherly Juan Manuel

Especialidad: Ing. Civil

  
 ADHERLY JUAN MANUEL ADRIANZEN VASQUEZ  
 INGENIERO CIVIL  
 REG CIP 320456

Juez  
 Experto



**Colegiatura N° 309105**

**Ficha de validación según AIKEN**

**I. Datos generales**

<b>Apellidos y nombres del informante</b>	<b>Cargo o Institución donde labora</b>	<b>Nombre del instrumento de evaluación</b>	<b>Autor del Instrumento</b>
Leon Perez Max Yober	Ingeniero Civil	Resistencia a la compresión Resistencia a la flexión Resistencia a la abrasión	Immer Joel Hernandez Olivos
<b>Título de la Investigación:</b>			
Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas de Adoquines Usando Cartón como Agregado Reciclado			

**II. Aspectos de validación de cada Ítem**

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

<b>ITEMS</b>	<b>ACUERDO O DESACUERDO</b>	<b>MODIFICACIÓN Y OPINIÓN</b>
Compresión	<b>A</b>	CONFORME
Flexión	<b>A</b>	CONFORME
Abrasión	<b>A</b>	CONFORME

**III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento**

Dimensiones/Ítems	Claridad	Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
		SI	NO	SI	NO	SI	NO
<b>5% peso total</b>							
1	Compresión	X		X		X	X
2	Flexión	X		X		X	X
3	Abrasión	X		X		X	X
<b>10% peso total</b>							
1	Compresión	X		X		X	X
2	Flexión	X		X		X	X
3	Abrasión	X		X		X	X
<b>20% peso total</b>							
1	Compresión	X		X		X	X
2	Flexión	X		X		X	X
3	Abrasión	X		X		X	X

Observaciones:

Opinión de aplicabilidad: Aplicable ( X ) Aplicable después de corregir ( ) No aplicable ( ) Juez validador: Leon Perez Max Yober.

Especialidad: Ing. Civil

  
 MAX YOBBER LEON PEREZ  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP N° 309103

Juez  
 Experto

**Colegiatura N° 278739**

**Ficha de validación según AIKEN**

**I. Datos generales**

<b>Apellidos y nombres del informante</b>	<b>Cargo o Institución donde labora</b>	<b>Nombre del instrumento de evaluación</b>	<b>Autor del Instrumento</b>
Vílchez Becerra Jorge Luis	Ingeniero Civil	Resistencia a la compresión	Immer Joel Hernandez Olivos
		Resistencia a la flexión	
		Resistencia a la abrasión	
<b>Título de la Investigación:</b>			
Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas de Adoquines Usando Cartón como Agregado Reciclado			

**II. Aspectos de validación de cada ítem**

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

<b>ITEMS</b>	<b>ACUERDO O DESACUERDO</b>	<b>MODIFICACIÓN Y OPINIÓN</b>
Compresión	<b>A</b>	CONFORME
Flexión	<b>A</b>	CONFORME
Abrasión	<b>A</b>	CONFORME

**III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento**

Dimensiones/Ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo		
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
<b>5% peso total</b>									
1	Compresión	X		X		X		X	
2	Flexión	X		X		X		X	
3	Abrasión	X		X		X		X	
<b>10% peso total</b>									
1	Compresión	X		X		X		X	
2	Flexión	X		X		X		X	
3	Abrasión	X		X		X		X	
<b>20% peso total</b>									
1	Compresión	X		X		X		X	
2	Flexión	X		X		X		X	
3	Abrasión	X		X		X		X	

Observaciones:

Opinión de aplicabilidad: Aplicable ( X ) Aplicable después de corregir ( ) No aplicable ( ) Juez validador: Vílchez Becerra Jorge Luis

Especialidad: Ing. Civil

  
 Jorge Luis Vílchez Becerra  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. N° 278739

Juez  
Experto

**Anexo IVI. Informe Estadístico**

**INSTRUMENTOS DE VALIDACION  
ESTADISTICA CON CRITERIO JUECES  
EXPERTOS Y CRITERIO MUESTRA PILOTO**

VALIDEZ Y CONFIABILIDAD POR 5 JUECES EXPERTOS

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE ADOQUINES USANDO CARTÓN COMO AGREGADO RECICLADO

	Claridad			Contexto		
	Compresión	Flexión	Tracción	Compresión	Flexión	Tracción
JUEZ 1	1	1	1	1	1	1
JUEZ 2	1	1	1	1	1	1
JUEZ 3	1	1	1	1	1	1
JUEZ 4	1	1	1	1	1	1
JUEZ 5	1	1	1	1	1	1
S	5	5	3	5	5	5
N	5					
C	2					
V de Alken por preg=	1	1	1	1	1	1
V de Aiken por criterio	1			1		

	Congruencia			Dominio del constructo		
	Compresión	Flexión	Tracción	Compresión	Flexión	Tracción
JUEZ 1	1	1	1	1	1	1
JUEZ 2	1	1	1	1	1	1
JUEZ 3	1	1	1	1	1	1
JUEZ 4	1	1	1	1	1	1
JUEZ 5	1	1	1	1	1	1
S	5	5	5	5	5	5
N						
C						
V de Aiken por preg=	1	1	1	1	1	1
V de Aiken por criterio	1			1		

  
 Luis Arturo Montenegro Camacho  
 LIC. ESTADÍSTICA  
 MG. INVESTIGACIÓN  
 DR. EDUCACIÓN  
 COESPE 262

V de  
 Aiken del  
 instrumento por  
 jueces expertos

1.00

VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO SOBRE EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE ADOQUINES USANDO CARTÓN COMO AGREGADO RECICLADO

**Estadísticas de fiabilidad**

Alfa de Cronbach	N de elementos
,941	3

	Fc	Correlación total de elementos corregida	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
Comprensión		,862	,952
Flexión	320 Kg/cm <sup>2</sup>	,793	,927
Abrasión		,901	,905

**ANOVA**

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Inter sujetos		19097994,767	11	1736181,342		
Intra sujetos	Entre elementos	22672992,700	9	2519221,411	15,958	,000
	Residuo	15628322,900	99	157861,847		
	Total	38301315,600	108	354641,811		
Total		57399310,367	119	482347,146		



En las tablas se observa que, el instrumento es sobre desempeño de un concreto incorporando aditivo superplastificante y perlitas de poliestireno expandido reciclado como aislante térmico es válido (correlaciones de Pearson superan al valor de 0.30 y el valor de la prueba del análisis de varianza es altamente significativo  $p < 0.01$ ) y confiable (el valor de consistencia alfa de cronbach es mayor a 0.80).



Luis Arturo Montenegro Camacho  
LIC. ESTADÍSTICA  
MG. INVESTIGACIÓN  
DR. EDUCACIÓN  
COESPE 262

## Anexo VI. Panel Fotográfico

### Visita a las Canteras



### Análisis granulométrico de los Materiales





Peso Específico de los Áridos

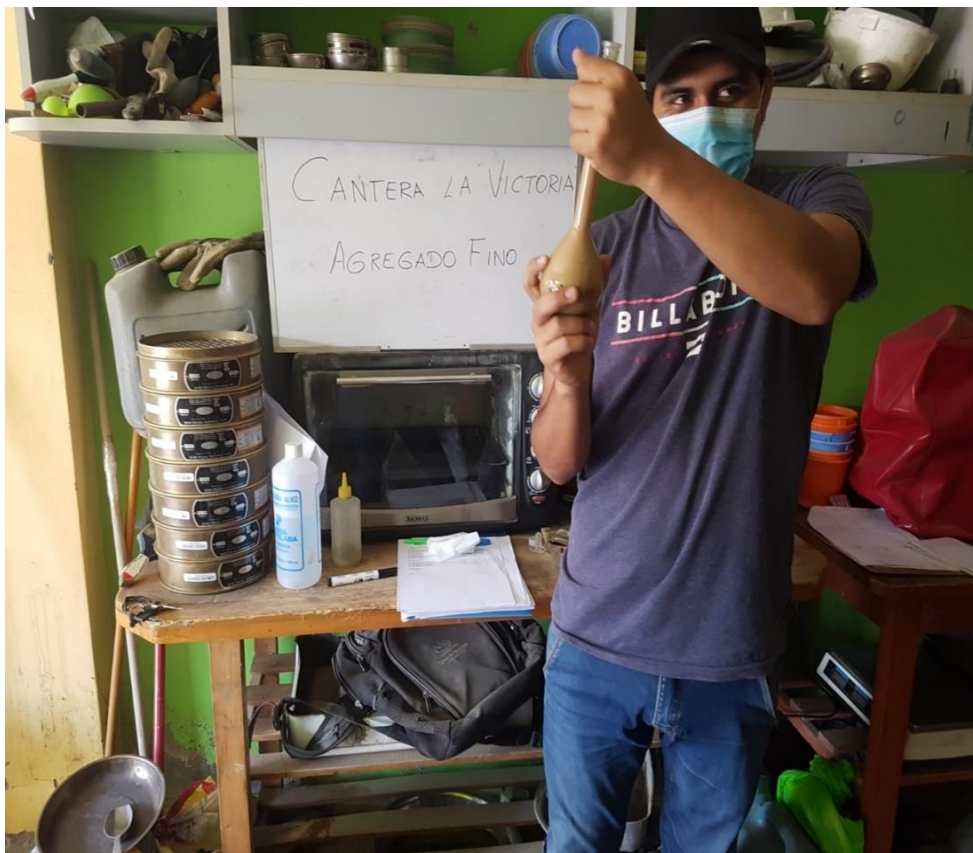




Peso Compactado de los Áridos



Absorción de los áridos



## Procesamiento del Cartón Reciclado



## Diseño de Mezcla del Adoquín



## Ensayo de Asentamiento



## Producción de Adoquines



## Curado de Adoquines





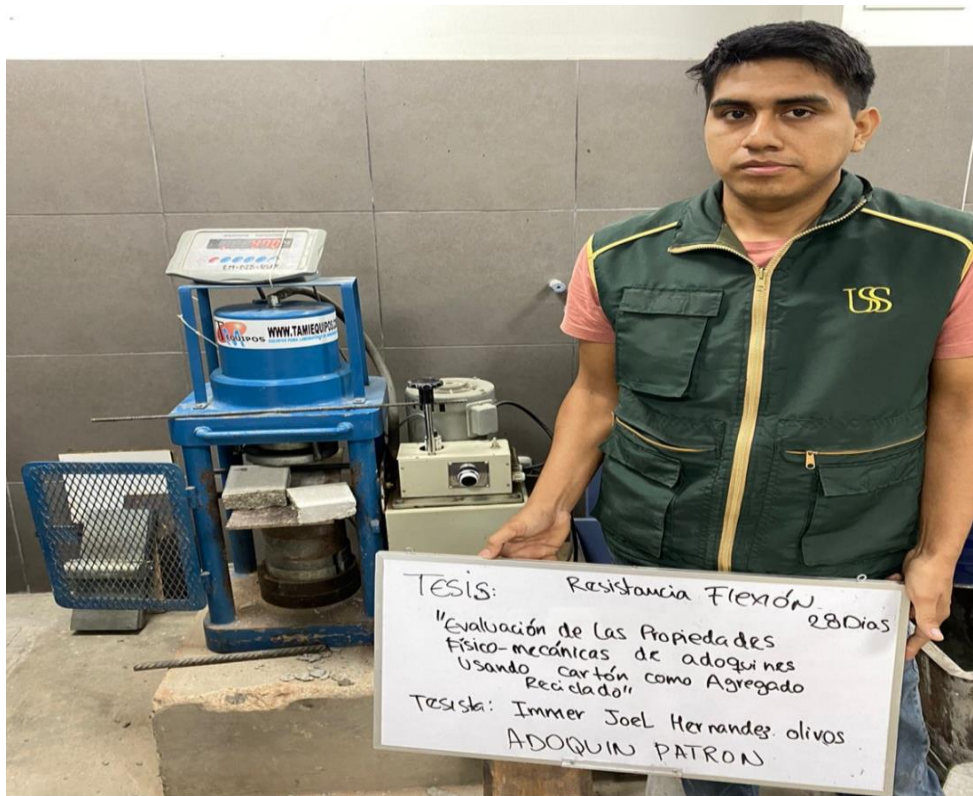
## Desmolde de adoquines



## Ensayo de Resistencia a la Compresión



## Ensayo de Resistencia a la Flexión



## Ensayo de Resistencia a la Abrasión



NOMBRE DEL TRABAJO

**HEvaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas de Adoquines Usando Cartón como Agregado Reciclado**

AUTOR

**Immer Joel Hernandez Olivos**

RECUENTO DE PALABRAS

**12234 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**64356 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**54 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**7.9MB**

FECHA DE ENTREGA

**Dec 7, 2023 10:10 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Dec 7, 2023 10:11 PM GMT-5****● 18% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 16% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 10% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

**● Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)