



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Análisis de resistencia de un pavimento de bloques intertrabados
de concreto tipo 1 mejorado con polvo de microsílice y
convencional**

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:
Bachiller en Ingeniería Civil

AUTORES:

Cervantes Rojas, Rafael Vladimir (orcid.org/0000-0001-9452-3440)

Tito Rojas, Hanssel (orcid.org/0000-0002-0366-0608)

ASESOR:

Mg. Villegas Martinez, Carlos Alberto (orcid.org/0000-0002-4926-8556)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA - PERÚ

2024



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, VILLEGAS MARTINEZ CARLOS ALBERTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Trabajo de Investigación titulado: "Análisis de resistencia de un pavimento de bloques intertrabados de concreto tipo 1 mejorado con polvo de microsilíce y convencional", cuyos autores son TITO ROJAS HANSSEL, CERVANTES ROJAS RAFAEL VLADIMIR, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 13%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 19 de Agosto del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
VILLEGAS MARTINEZ CARLOS ALBERTO DNI: 08584295 ORCID: 0000-0002-4926-8556	Firmado electrónicamente por: CVILLEGASM el 26- 08-2024 21:33:21

Código documento Trilce: TRI - 0861937



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, TITO ROJAS HANSSEL, CERVANTES ROJAS RAFAEL VLADIMIR estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan el Trabajo de Investigación titulado: "Análisis de resistencia de un pavimento de bloques intertrabados de concreto tipo 1 mejorado con polvo de microsilíce y convencional", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que el Trabajo de Investigación:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado, ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

Nombres y Apellidos	Firma
HANSSEL TITO ROJAS DNI: 75346425 ORCID: 0000-0002-0366-0608	Firmado electrónicamente por: HTITOR el 19-08-2024 14:21:08
RAFAEL VLADIMIR CERVANTES ROJAS DNI: 22511769 ORCID: 0000-0001-9452-3440	Firmado electrónicamente por: RCERVANTESR el 19- 08-2024 14:17:16

Código documento Trilce: TRI - 0861936

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA	i
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR.....	ii
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE LA AUTOR	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	iv
RESUMEN.....	v
ABSTRACT	vi
I. INTRODUCCIÓN.....	7
II. METODOLOGÍA	28
III. RESULTADOS	31
IV. CONCLUSIONES.....	43
REFERENCIAS	45
ANEXO	49

RESUMEN

El objetivo del estudio fue analizar la influencia de la dosificación de microsílíce en las propiedades físico-mecánicas del adoquín tipo I, se utilizó un diseño metodológico experimental aplicado, con una muestra no probabilística intencional de adoquines. Tras un proceso de curado de 28 días, se evaluaron las resistencias de los adoquines. Los adoquines sin microsílíce tuvieron una resistencia promedio de 333.00 kg/cm². Los adoquines con 3% de microsílíce mostraron una resistencia de 360.00 kg/cm², y los con 6% alcanzaron 378.40 kg/cm², indicando mejoras significativas. Sin embargo, los adoquines con 9% de microsílíce tuvieron una resistencia promedio de 350.27 kg/cm², lo que sugiere que el 6% es la dosificación óptima para maximizar la resistencia sin incurrir en costos adicionales innecesarios.

Palabras clave: microsílíce, dosificación, propiedades físicas, propiedades mecánicas, costo.

ABSTRACT

The objective of the study was to analyze the influence of the microsilica dosage on the physical-mechanical properties of type I paving stone, an applied experimental methodological design was used, with an intentional non-probabilistic sample. After a 28-day curing process, the resistance of the pavers was evaluated. The pavers without microsilica had an average resistance of 333.00 kg/cm². The pavers with 3% microsilica showed a resistance of 360.00 kg/cm², and those with 6% reached 378.40 kg/cm², indicating significant improvements. However, pavers with 9% microsilica had an average strength of 350.27 kg/cm², suggesting that 6% is the optimal dosage to maximize strength without incurring unnecessary additional costs.

Keywords: microsilica, dosage, physical properties, mechanical properties, cost.

I. INTRODUCCIÓN

El avance de la tecnología los materiales de construcción han sido mejorados con adición de algún aditivo o producto que reduzca las proporciones de materia prima (Álvarez 2021, Pág. 72). En su mayoría las estructuras de concreto requieren de una adecuada composición para incorporar algunos aditivos que mejoren sus propiedades tanto mecánicas como físicas, adicional a ello mantener la durabilidad, por ello actualmente la incorporación de microsílíce en morteros o concretos está resultando oportuno porque existe evidencias de obtención de alta resistencia (Zegarra 2020, Pág. 38),

A nivel mundial, el pavimento de bloques intertrabados de concretos has sido usado desde tiempo remotos específicamente en las ciudades de europeas, así mismo en el siglo XV se colocaba piedras como material de pavimentación el cual genera un ambiente mucho más ordenado y organizado por los cuales transitaban carretas, carruajes, caballos y personas (Bahamondes 2022, Pág. 52). Actualmente, los bloques intertrabados de concreto poseen una amplia gama en diseño, forma, características y otros componentes de acuerdo a la envergadura del proyecto, la técnica de manejabilidad y trabajabilidad en la colocación optimiza el avance (Flores 2019). En los países industrializados se usa la microsílíce como aditivo para incrementar mayor tiempo de vida útil de algunas infraestructuras necesarias para su uso permanente los cuales conllevan a la industrialización masiva porque buscan soluciones que reemplacen a los productos en pequeñas proporciones, evaluando costo y beneficios.

A nivel nacional, los bloques intertrabados son muy utilizados en pavimentos específicos con la finalidad de permeabilizar puesto que el agua es filtrada permitiendo llegar al suelo puesto que no se acumula agua sobre la superficie, también poseen mayor tiempo de vida útil puesto que posee mayor resistencia (Rojas 2021). En nuestro país se utiliza en los pisos exteriores y en zonas de estacionamiento porque requieren poco mantenimiento posterior a su colocación también permite realizar figuras ortogonales con diferentes colores de acuerdo al especialista que lo recomiende, específicamente en Lima los bloques intertrabados son utilizados en ciclovías en su mayoría puesto que al ser

una vía liviana contempla mayor durabilidad además que cuando llueve evita empozarse los cuales previenen accidentes en la ruta (Rondón 2019, Pág. 23)

Basado en los avances tecnológicos y apoyados en las normativas peruanas (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2019) específicamente en NTP 060 de Concreto armado poseen algunos requisitos donde las limitaciones en los materiales cementantes los cuales suplen al concreto que se encuentran expuestos a la categoría F “Congelamiento y Deshielo” donde la clase es F3 donde las condiciones del concreto que se encuentra expuesto a temperaturas bajas y con humedad constante, también a los ambientes que se encuentran expuestos a productos químicos descongelantes, así mismo donde uno de los materiales supletorios es microsílíce la cual cumple NTP 334.087:2013 con el porcentaje máximo adicionado al material cementante (peso) considerando el cemento deben encontrarse de 25% a 10% respetando la cantidad total en peso de los materiales cementantes.

A nivel local, en la provincia del Callao específicamente en el Asentamiento Humano de Mi Perú Sector N, Mz. N14 Lote 5 posee un calles de tierra sin pavimentar, sin embargo al transitar por la zona existe altos volúmenes de polución, a lo largo de toda la manzana no existe una pavimentación específica de la vereda motivo por el cual planteamos colocar los bloque intertrabados de concretos con una resistencia mayor ello es necesario adicionar un producto que permita incrementar la resistencia del material adicionando polvo de microsílíce el cual genera mayor resistencia durabilidad y mejora las propiedades mecánicas y físicas del producto, así mismo mitigaremos la polución donde que perjudican a los vecinos del Asentamiento Humano, en tal sentido realizaremos los cálculos adecuado de dosificación del producto a adicional en base a la proporción del cemento.

El estudio a desarrollar lleva una gran importancia porque trata de evidenciar la mayor resistencia del bloque intertrabados de concreto con adición de polvo de microsílíce en cantidades proporcionales para saber la dosificación exacta donde llega a su máxima resistencia, el cual comparado con un bloque intertrabados de concreto de tipo 1, en tal sentido plantea el problema general donde menciona:

¿De qué manera influye la dosificación del microsílíce en las

propiedades físico-mecánicas del adoquín tipo 1? y como problemas específicos se detalla: primero plantea ¿Como el microsílíce influye en las propiedades físicas del adoquín tipo 1 utilizando microsílíce y convencional?. Luego ¿Como el microsílíce influye en las propiedades mecánicas del adoquín tipo 1 utilizando microsílíce y convencional. Así mismo el tercero es; ¿Cuál es el costo por metro cubico del adoquín tipo 1 con adición de microsílíce?.

La justificación teórica de la investigación evidencia que el análisis de las resistencias es comprobada mediante ensayos basados en normativas que lo respaldan, puesto que los materiales elaborados con concreto necesitan obligatoriamente respaldar su resistencia mediante ensayos para continuar con el proceso constructivo (Fernández, 2020, Pág 26). La justificación metodológica está caracterizada por utilizar los instrumentos de medición en los laboratorios perfectamente calibrados con certificados emitidos, en tal sentido las proceden a realizar la actividad y los resultados son entregados en las fichas del informe que el laboratorio maneja de manera estandarizada, las cuales son validadas por expertos y profesionales de amplia experiencia en laboratorios (Risco 2021, Pág 24). En la justificación práctica, se encuentra referida al estudio en si desarrollado diversas técnicas recopilados de diferentes aportes donde se encuentran considerados por la metodología que utilizan, en tal sentido aquellos resultados enriquecen los ensayos a realizarse de una manera correcta brindando soporte a los resultados a obtener del material estudiado, así mismo el apoyo tecnológico de software también refuerza y fundamenta el estudio (Fernández 2020, Pág 22). La justificación social se encuentra registrado como respuesta de los beneficiarios o participantes que se encuentran inmersos en la gestión o uso de la propuesta de mejora donde la resistencia del material de construcción mejorado con cierto producto (microsílíce) contemplan mejores resultados el cual estime un mayor promedio de vida útil, entonces el propósito de nuestro estudio también es evidenciar los resultados y esta sea difundida y diversificada para referenciar en otros estudios (Hernández 2020, Pág 35).

Así mismo se plantea el objetivo general de la investigación, donde se pretende: Analizar la influencia de la dosificación del microsílíce en las propiedades físico- Mecánicas del adoquín tipo 1. Reforzado con los objetivos

específicos: el primero fue, Determinar la influencia del microsílíce en las propiedades físicas del adoquín tipo 1, el segundo fue, Determinar la influencia del microsílíce en las propiedades mecánicas del adoquín tipo 1. El tercero fue; Identificar el costo por metro cubico del adoquín tipo 1 con adición de microsílíce.

También se plantea la hipótesis general: Las dosificaciones del microsílíce influye de manera positiva en las propiedades físico-mecánicas del adoquín tipo 1. Luego las hipótesis específicas: iniciamos con; La adición del microsílíce influye de manera positiva en las propiedades físicas del adoquín tipo 1. El segundo es; La adición del microsílíce influye de manera positiva en las propiedades mecánicas del adoquín tipo 1. Luego el tercero y cuartos son: La adición del microsílíce eleva el costo pro metro cubico del adoquín tipo 1.

Los antecedentes plasmados en nuestro estudio fueron recopilados buscando similitudes y aportes de otras investigaciones, los cuales refuerzan nuestra investigación a través de diversos escenarios de planteamiento y desarrollo de estudios previos. A continuación, se indican algunos antecedentes internacionales relevantes:

(Arévalo & Arévalo 2021) planteó el objetivo de la investigación refiriendo a una evaluación del efecto que produce la incorporación de una adecuada mezcla entre polvo de micro-nano de sílice bajo la proporción de porcentajes de cementos los cuales fueron basados en propiedades físicas y mecánicas, la metodología de la investigación tiene un diseño preexperimental porque pretende saber la resistencia a la compresión los cuales enmarcan parámetros mínimos a alcanzar, todo ello basado en ensayos de laboratorios, la muestra de la investigación esta referida a ser no probabilística porque enfatiza en el criterio del investigador de acuerdo a la conveniencia del proyecto, así mismo los resultados fueron producto de la adición de microsílíce en las siguientes cantidades; Se remplazaron porcentajes de microsílíce (5%, 10%, y 15%) donde los resultados a los 28 días fueron en promedio 55,95 MPa el cual supero a lo mínimo requerido (51.65 MPa), finalmente concluye el autor que mediante la incorporación de los aditivos llega a superar los parámetros mínimo por lo tanto es recomendable asegurar la resistencia para futuros proyectos.

(Pacheco 2018) plantea el objetivo de la investigación tomando en cuenta el planteamiento del problema por ello evalúa el comportamiento básico

mecánico donde los bloques intertrabados realizados con concreto hidráulico sustituye en 3%, 6% y 9% de polvo de microsílíce en combinación con caucho, así mismo la metodología es de diseño experimental de tipo cuantitativo, aplicado realizado en un tiempo limitado por lo tanto es transaccional, la población y muestra fue de 60 probetas donde se probaron las resistencias, los resultados de la investigación se encuentran basado en los estudios de granulometría realizado puesto que el parámetro es de tamiz N°8 y Tamiz N°20 los cuales mejoran las propiedades mecánicas de las microestructura del concreto, las resistencias evaluadas se encontraban considerando un 25% de desperdicio y el diseño fue para 21 MPa analizando los costos de obtención del material, así mismo concluye la investigación refiriendo que los resultados cumplen con las normativas colombianas establecidas, también los laboratorios se encuentran respaldados porque poseen máquinas de roturas con certificado de calibración.

(Rojas, 2022) plantea el objetivo de la investigación con la finalidad de elaborar un adecuado análisis sistemático basado en comportamiento mecánico y físico del concreto simple incrementado con concreto asfáltico agregando fibras de aceros reciclado de las llantas de neumáticos utilizado, la metodología de la investigación posee un diseño experimental, el tipo es transversal porque se desarrolla en un periodo de tiempo de corto posee un enfoque cuantitativo específicamente porque se realizan ensayos que conllevan a resultados numéricos que se encuentran respaldados por normativas y parámetros detallados en los reglamentos que lo rigen, la población y muestra fue de 54 probetas de forma cilíndrica y 27 vigas prismáticas, por lo tanto los ensayos de resistencia fueron de 120 MPa y con la adición de fibras de acero de los neumáticos de las llanta obtuvo un incremento hasta de 30% de resistencia los cuales a su vez optaron en variar los componentes mecánicos de acuerdo al porcentaje de adición para concluir la investigación refiere que la adición de acero disminuye el agrietamiento al momento del fraguado del concreto, también posee mayor resistencia a las cargas axiales.

(Farid, Arévalo & Arévalo 2022) plantea el objetivo con la finalidad de determinar la resistencia de adoquín realizado a base de hormigón adicionando

micronanosilíce, la metodología de la investigación tiene un diseño experimental porque se manipulan las variables además que el tipo de investigación es cuantitativa realizada en un periodo de tiempo corto por lo tanto es transversal, así mismo la población y muestra está basada en 52 probetas donde se mide la resistencias a la compresión del producto, los resultados obtenidos se encuentran basados en porcentajes de microsílíce de 5, 10 y 15 por ciento y 1, 1,5, y 3 por ciento de nano sílice de acuerdo al peso del cemento en tal sentido se afirma que la adición optimo y adecuado para obtener una mayor resistencia fue de 15% de microsílíce y 3% de nano sílice los cuales incrementaron en 28% referente a la mezcla de testigo o control, entonces concluye la investigación refiriendo que la mezcla de ambos productos (micro y nano sílice) incrementan mayor resistencia y mejores desempeños del material también sirve como una alternativa para mitigar las contaminaciones medio ambientales.

(Díaz 2023), plantea el objetivo para determinar las adecuadas dosificaciones y así comparar las resistencias optimas en una etapa determinada para ello cuentan con una base de referencia en resistencia de 55 MPa, entonces para mejorar la resistencia se adiciona el microsílíce y clasifica los agregados procedentes de cantera, la metodología de la investigación es experimental de tipo cuantitativa y nivel aplicada, la población es finita porque se puede contar cada uno de los elementos a analizar (probetas), los resultados obtenidos tuvieron una resistencia de 60.80 MPa a la edad de 28 días continuo el incremento a 79.8 MPa a los 90 días con una mezcla mucho más efectiva. En tal sentido el autor concluye su investigación comprobando que los agregados finos certificados de una cantera especifican Pifo cumplen con la resistencia mínima requerida en el concreto adicionando microsílíce en un 15% reemplazando al cemento.

Los estudios nacionales que apoyan y refuerzas nuestra investigación son: (Dávila 2022) plantea el objetivo principal de identificar la influencia de la microsílíce Sika fume y Sikacen como un adictivo que permita cumplir con las propiedades físicas y mecánicas de un concreto el cual está destinado para un uso o soporte masivo, así mismo en la parte metodológica de la investigación se encuentra el tipo de investigación cuantitativa porque está basado en respuestas numéricas así mismo el diseño es experimental porque se realizan ensayos de

laboratorios los cuales determinan una porcentaje de adición en la dosificación del concreto, de la misma razón nombra a su muestra es probabilística porque se realiza mediante la ramificación de múltiples grupos homogéneos, los resultados de la investigación fueron realizados mediante porcentajes de adición de aditivo (microsílice) 2.5%, 5%, 7.5% y 10% con la finalidad de obtener una resistencia máxima de 373.58 kg/cm². A los 14 días, sin embargo a los 07 días se obtuvo 272.42 kg/cm².

(Zuñiga y Condori 2019) plantea el objetivo de la investigación con el propósito de determinar las cantidades adecuada de adiciones de microsilice en proporciones de 4% y 8% para evaluar las propiedades mecánicas de la resistencia a la compresión del concreto en bloques intertrabados también para estructuras fijas, la metodología tiene un diseño experimental de nivel cuantitativo y tipo transversal porque se realiza en un periodo de tiempo corto, así mismo la población y muestra fue de 3 muestras adicionado microsilice en proporciones considerables, los resultados obtenidos fueron para la muestra con adición de microsilice a la edad de 28 días se obtuvo una resistencia de 396.69 kg/cm², por lo tanto, concluye la investigación refiriendo que la influencia del microsilice es positiva porque incrementa la resistencia del concreto.

(Mejia 2019), plantea el objetivo para determinar la cantidad adecuada de microsilice como adición al concreto con la finalidad de disminuir la permeabilidad del concreto puesto que se registra una alta resistencia, la metodología de la investigación tiene un diseño experimental el enfoque cuantitativo de nivel aplicado, realizado en un espacio de tiempo predeterminado lo suficiente para obtener los resultados, la población y muestra fueron las probetas realizadas con la finalidad de obtener la mejor resistencia y así poder realizar un adecuado análisis, los resultados varían en función a las adiciones de microsilice de acuerdo a los porcentaje donde se obtuvo 396.69 kg/cm² con un porcentaje de 8% se incrementó a 710.70 kg/cm² con una adición de 15%, concluye la investigación afirmando que el microsilice si aporta resistencia y mayor durabilidad al material de concreto.

(Vega 2019), plantea el objetivo de la investigación de evaluar la resistencia de concreto con adición de microsilice proporcionado para elevar la durabilidad del producto, para ello utiliza un diseño metodológico experimental

puesto que realizara actividades de laboratorios y los datos son manipulados para obtener un resultado próximo al necesario, el tipo de investigación es cuantitativa de carácter de meda aplicada, realizada en un periodo de tiempo corto por lo tanto es transaccional, la población y muestra son las probetas realizadas en promedio 32 de los cuales se procedieron a intervenir en un laboratorio, los resultados de la investigación resultaron optimas porque con una representación de 10% de adición de microsílíce al concreto se obtuvo una resistencia de 502 kg/cm², en tal sentido concluye la investigación refiriendo que el microsílíce es un componente principal para incrementar la resistencia optima de un adecuado diseño realizado.

(Chinguel 2020), plantea el objetivo de la investigación con la finalidad realizar una evaluación adecuada de las propiedades mecánicas de un diseño de concreto en bloques intertrabados o adoquines tipo III adicionando las cenizas de hojas de eucalipto y para alcanzar la mayor resistencia también adiciona porcentajes de microsílíce, la metodología de la investigación se encuentra apoyada mediante el diseño experimental, de tipo cuantitativo realizado en un periodo de tiempo corto por ello se caracteriza como transversal, también posee un nivel aplicado porque realiza ensayos luego de haber elaborado el diseño, la población y muestra se encontraban concretadas por 63 probetas cada bloque de ellas contaban con ciertas cantidades de dosificación, los resultados de la investigación se encuentran determinadas por la adecuada dosificación para alcanzar la máxima resistencia en ello se refiere a $f'c=801.77$ k/cm²a los 28 días de edad con un 8% de cenizas de eucalipto y 4% de microsílíce, en tal sentido concluye su investigación mencionando que la propuesta de sus investigación es aceptada en porcentajes moderados para la posibilidad de ser ejecutado el cual contempla mayor extensión de vida útil del producto.

Nuestra variable independiente se encuentra respaldado por los autores, (Martínez, Linares & García 2021, Pág 42), el cual menciona que; los bloques intertrabados de concreto son elementos de construcción el cual se encuentra elaborado con especificaciones técnicas diferentes a los concreto de estructura motivo por el cual conlleva mayor resistencia puesto que se emplean en pavimentos para uniformizar los relieves o desniveles del camino peatonal o tránsito vehicular ya sea liviano o pesado del motivo de uso, dependerá el diseño dela resistencia. También nombra a (Álvarez 2021, Pág. 63) quien define que los

bloques intertrabados de concreto los cuales son utilizado en pavimentaciones por su alto grado de resistencia y se encuentran elaborados por capas encontrándose conformados por elementos de agregados donde la colocación amerita un adecuado proceso el cual intervienen arena gruesa, arena fina para el sellado de las juntas. Luego (Olivares 2022, Pág 35), refiere que los bloques intertrabados poseen ventajas positivas sobre su uso y colocación adecuado porque les permite un alto valor estético y de fácil colocación el cual permite trabajar en etapas porque también permite realizar una fácil remoción en caso se necesitara instalación subterránea, los mantenimiento son mínimos a diferencia de los pavimentos flexibles, en tal sentido refiere los elementos que componen el sistema de adoquinado o colocación de adoquines donde es necesario un adecuado cordón que contine el escape, también es necesario una base bien compactada o una base específica, luego extender una capa de arena finalmente colocar los adoquines. (ver figura N° 1)

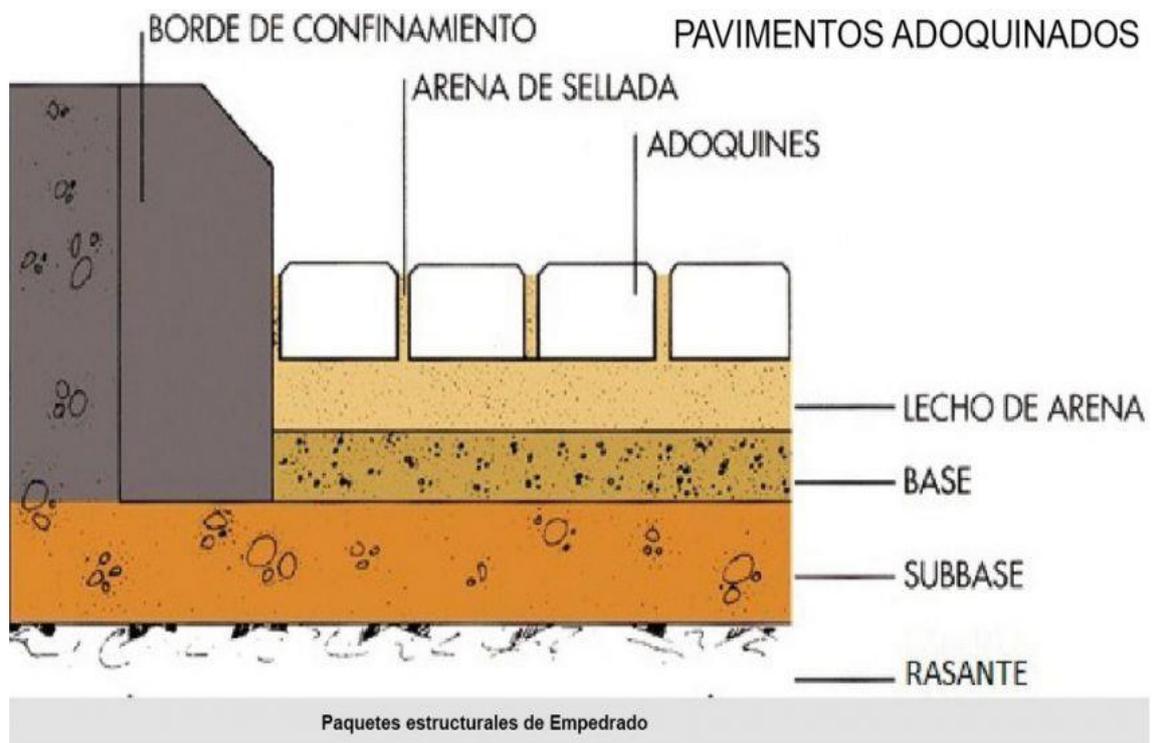


Figura 1. Paquetes estructurales de empedrado
 Fuente: Pavimentos específicos de bloques intertrabados

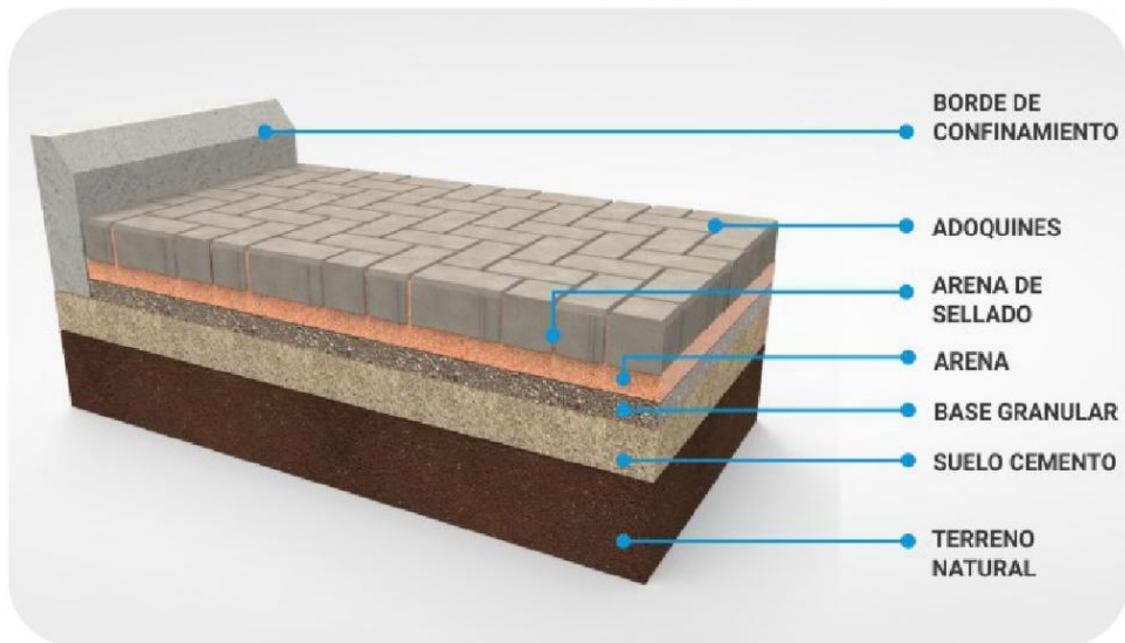


Figura 2. colocación de adoquines en vista cubica para evidenciar las capas

El pavimento de bloques intertrabados de concreto son una alternativa adicional de capa para rodadura puesto que poseen una misión específica para proteger la base compactada siendo una estructura verídica de pavimento portante (Flores 2019, Pag. 78) (ver figura N° 3)

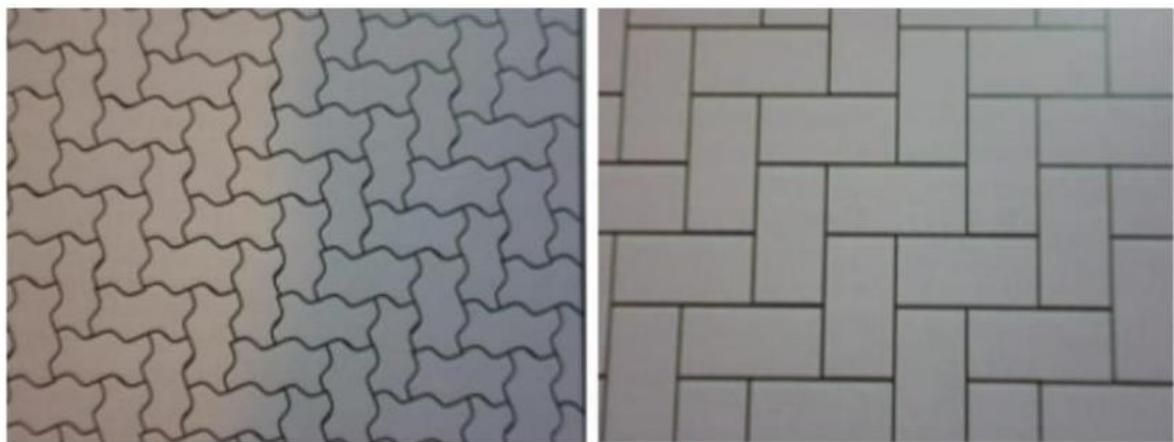


Figura 3. Bastón roto o espina de pescado a 45° referente a cordones
Fuente: pavimentos diseñados con bloques intertrabados

Según (NTP CE 010 Pavimentos Urbanos 2010), especifica que; las dosificaciones óptimas se encuentran inmersas con adición de microsílíce para reforzar la resistencia y extender la vida útil, en tal sentido se adiciona en proporciones de porcentaje tomando como referencia el peso o kilo del cemento, para el estudio se toma 3%, 6% y 9% con la finalidad de obtener la resistencia mejor acertada. Para ello se realiza ensayos de laboratorios

Se puede evidenciar las tablas correspondientes a los parámetros en el anexo (ver anexo)

Según (Cantoral 2018, Pág. 49) comenta que, las propiedades físico - mecánicas del concreto está basado en la trabajabilidad porque permite manipular el material y dar forma al producto deseado así mismo que el peso unitario se encuentra en la elaboración del producto, los módulos de ruptura, elasticidad en ello también se encuentran inmersos los costos de producción puesto que depende de la cantidad de los insumos para llegar a los resultados óptimos, acompañado de las resistencias a la compresión, resistencia a la flexión y tracción del concreto, los cuales son realizados en los laboratorios especializados.

(Laínez, Martínez & Velásquez 2019, Pág. 83) refiere que, el ensayo de CBR mínimo en base granular es 80%, el índice plástico liquido es 6 y limite líquido es de 25, así mismo la compactación se encuentra basado en AASHTO T – 180 95% y sub base granular es de 30%, el índice plástico liquido es 10 y limite liquido es de 25, así mismo la compactación se encuentra basado en AASHTO T – 180 95%, (ver tabla en anexo) sin embargo se muestran los gráficos de acuerdo a lo referido. (ver figura N° 4)

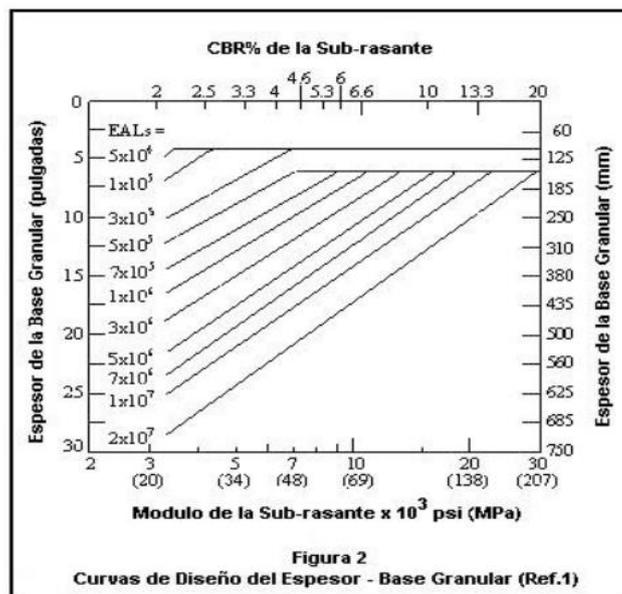


Figura 4. Curva del CBR de la subrasante – Base granular
Fuente: NPT CE 010 Pavimento urbano

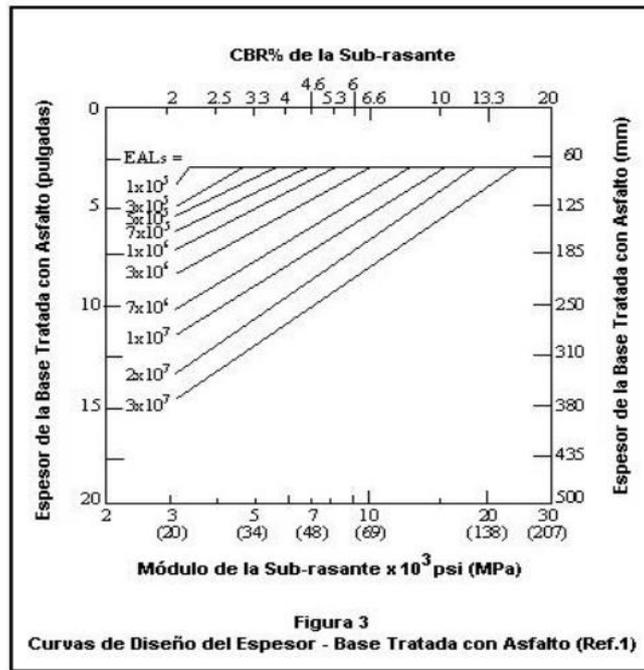


Figura 5. Curva del CBR de la subrasante – Base tratada
Fuente: NPT CE 010 Pavimento urbano

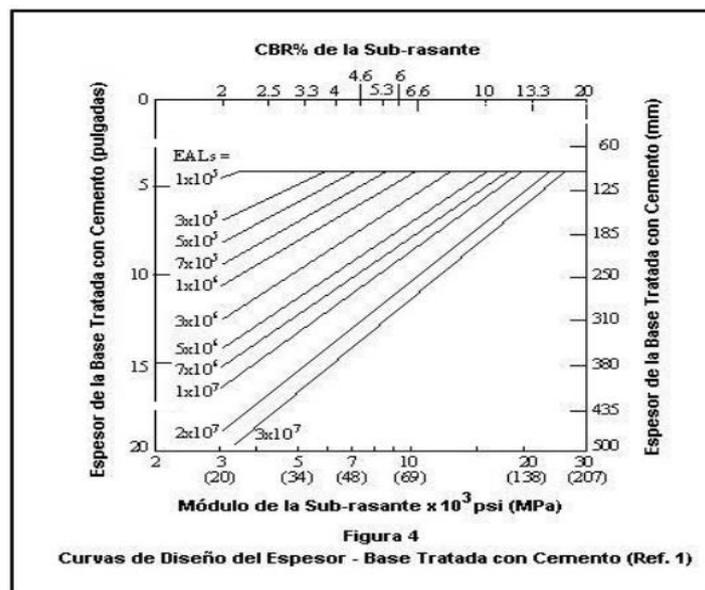


Figura 6. Curva del CBR de la subrasante – Base tratada con cemento específico
Fuente: NPT CE 010 Pavimento urbano

Para los bloques intertrabados de concreto con adición de polvo de microsílíce refieren los autores: (Checya y Palomino 2021, Pág. 34) Comenta que; la adición de microsílíce es aquel producto inorgánico el cual se encuentra constituido por partículas circulares o esféricas representando el acabado, (ver figura N° 7)

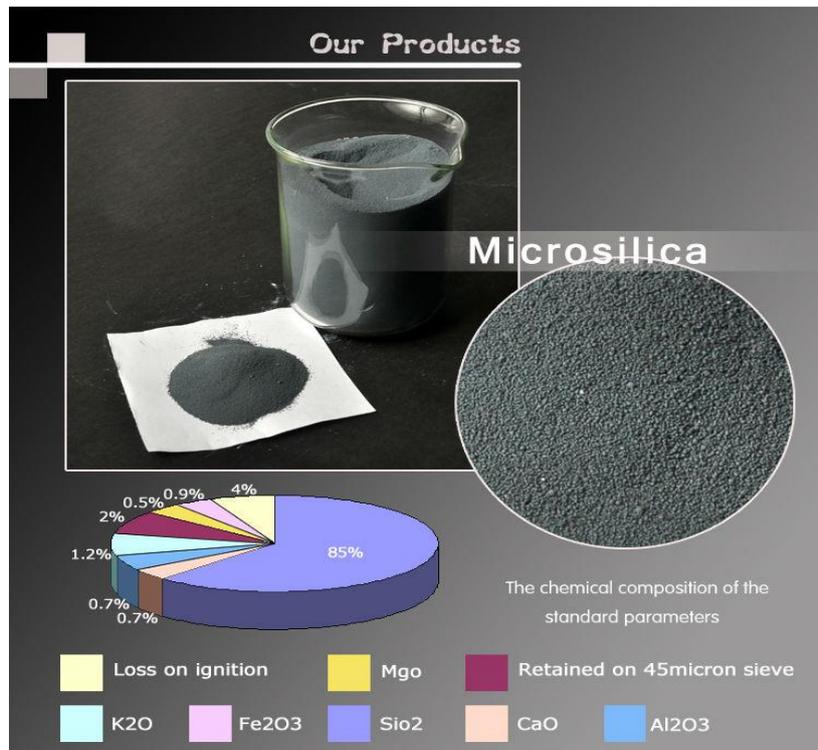


Figura 7. Gráfico de los componentes que conlleva posibles porcentajes de uso.

Fuente: NTP CE 010 – Pavimentos urbanos

Según (Garcia 2020, Pág. 56) nos dice que: la adición de microsílíce en proporciones considerables de acuerdo al diseño radica en poder formar algunos compuestos con características elásticas donde la mezcla con el hidróxido de calcio resulta una determinada reacción y es llamado reacción agua cemento, el segundo elemento que se adiciona químicos plastificante entonces la resistencia se incrementa y maleabilidad.

Según (Pastrana et al. 2019, Pág. 63) refiere que; el microsílíce es utilizado con gran envergadura en la industria de construcción para incrementar la resistencia del concreto y mejorar sus propiedades físicas – mecánicas, a menudo son utilizados en importantes proyectos como en las edificaciones altas, las aplicaciones de nuevas tecnologías e ingeniería son requeridas de acuerdo a las especificaciones técnicas en un promedio incrementa mayor a 80 MPa, también posee algunos beneficios como por ejemplo disminuye las porosidades imperfecciones y posee mayor adherencia, el acabado es mucho mas fino, la trabajabilidad se encuentra dentro del rango establecidos en las normativas. (ver figura N° 8 Y N° 9)

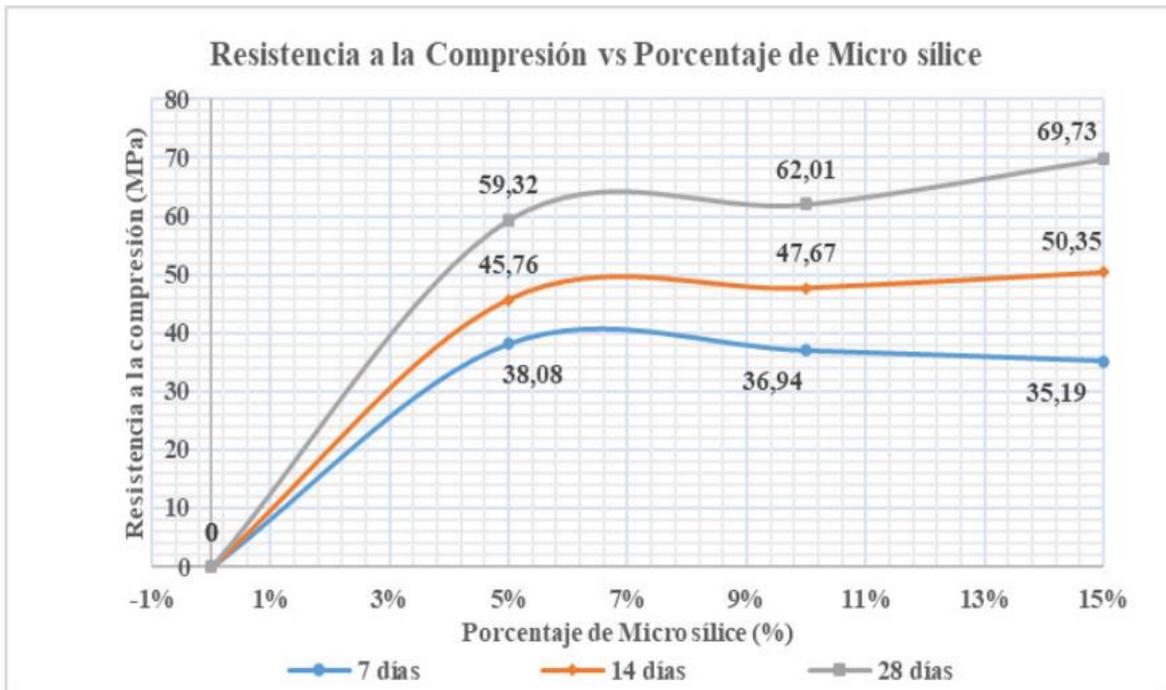


Figura 8. Curva de resistencia a la compresión en simulación con porcentaje de microsílíce

Fuente: Adoquines con la incorporación de microsílíce

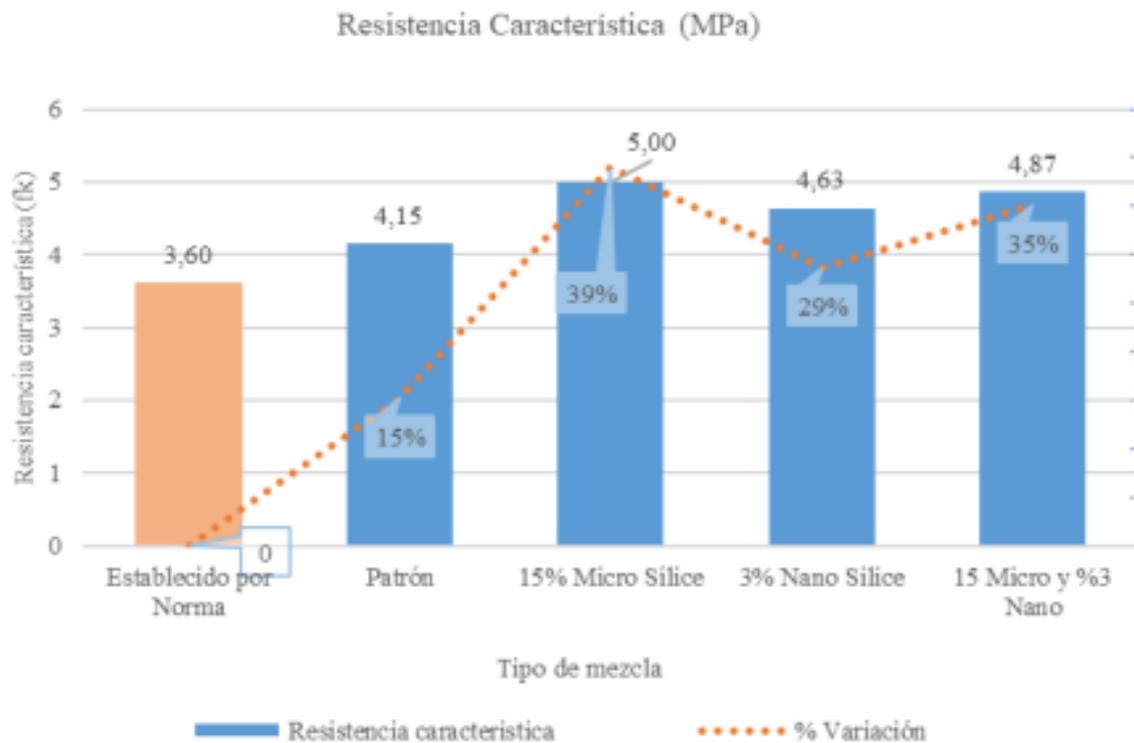


Figura 9. Resistencia con característica de tracción indirecta

Fuente: Adoquines con la incorporación de microsílíce

Para la variable Propiedades físico-mecánicas de adoquín tipo 1 se tiene de apoyo al autor principal a (Cevera 2020, Pág 46) indica; es aquel proceso de propiedades hace posible que soporte una adecuada carga que se coloca encima del producto, basado en esta cualidad no se deforma ni se agrieta la muestra estructurada. También (Blanco 2021, Pág. 26) refiere que; la dosificación del concreto se encuentra acorde a su composición y requerimiento para una cantidad de soporte indicado en Kg/cm² el cual indica que soporte fuerzas de tracción, compresión, flexión y algunos específicos como cortadura, torsión. Para la mejor obtención de la resistencia es necesario tener en cuenta la relación de agua cemento porque el contenido de agua en la mezcla determina la trabajabilidad, puesto que con la mezcla del cemento hace posible la adherencia y fraguado de la muestra en un periodo de tiempo donde la edad es importante puesto que especifica valores mecánicos.

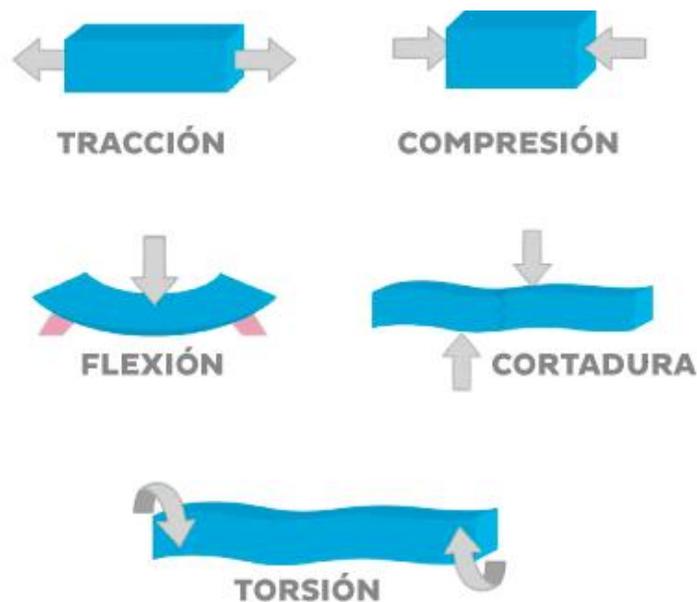


Figura 10. Tipos de resistencia del concreto para determinar una adecuada infraestructura de pavimentación

Fuente; Pavimentación específicas con bloques intertrabados

$$\text{RELACIÓN AGUA - CEMENTO} = \frac{A}{C}$$

Dónde:
A = Contenido de agua en la mezcla (kg.) | C = Contenido de cemento en la mezcla (kg.)

Figura 11. Relación de agua cemento en adoquines de concreto
Fuente; Pavimentación específicas con bloques intertrabados

Propiedades físicas

Densidad; Densidad: La densidad es una magnitud escalar que describe la cantidad de masa contenida en un determinado volumen de una sustancia. Se calcula mediante la fórmula:

$$\text{Densidad} = \text{Masa} / \text{Volumen}$$

La densidad se mide en unidades como gramos por centímetro cúbico (g/cm³) o kilogramos por metro cúbico (kg/m³) (Smith 2023).

Dimensionamiento; El dimensionamiento de adoquines es el proceso de determinar las dimensiones, formas y espesores óptimos de los adoquines para su uso en pavimentos y otras aplicaciones. Este proceso asegura que los adoquines cumplan con los requisitos de carga, durabilidad, estética y funcionalidad, garantizando su rendimiento y vida útil en la superficie donde serán instalados (Martínez 2022)

Absorción; La absorción de adoquín es una propiedad física que indica la cantidad de agua que un adoquín puede absorber cuando se sumerge en agua durante un periodo específico. Esta característica es crucial para determinar la durabilidad y resistencia de los adoquines frente a condiciones ambientales adversas, como la humedad y las heladas. La absorción se mide como un porcentaje del peso seco del adoquín (López [sin fecha])

Alabeo; El alabeo de adoquín es una deformación o curvatura no deseada que puede ocurrir en los adoquines debido a tensiones internas, variaciones de humedad, o cambios de temperatura. Este fenómeno puede comprometer la planitud y estabilidad del pavimento, afectando su funcionalidad y estética. La

evaluación del alabeo es crucial para asegurar la calidad y durabilidad de los adoquines en su aplicación final (García 2021)

Propiedades mecánicas

Resistencia por compresión

Según (Hernández 2018, Pág. 68) comenta que; es aquella capacidad para soportar una cierta cantidad de carga por unidad del área, puesto que es expresada en MPa y kg/cm² con mayor frecuencia sin embargo no se descarta el uso de libras sobre pulgada al cuadrado (psi).

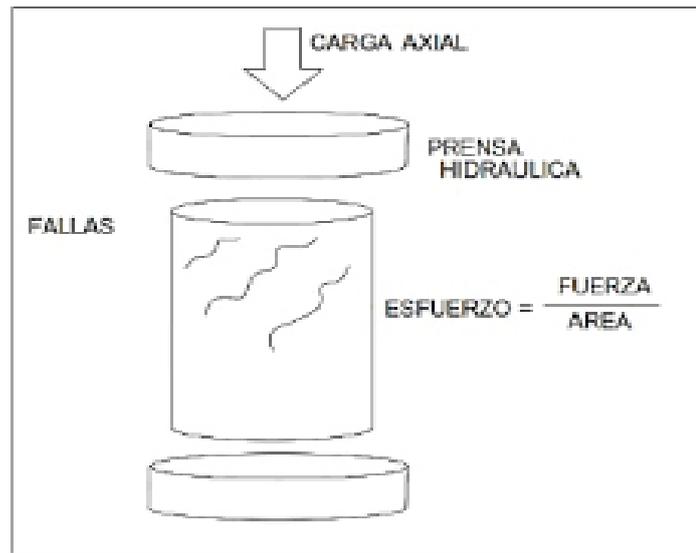


Figura 12. Resistencia a la compresión de probeta cilíndrica
Fuente: Resistencia de concreto en la muestra

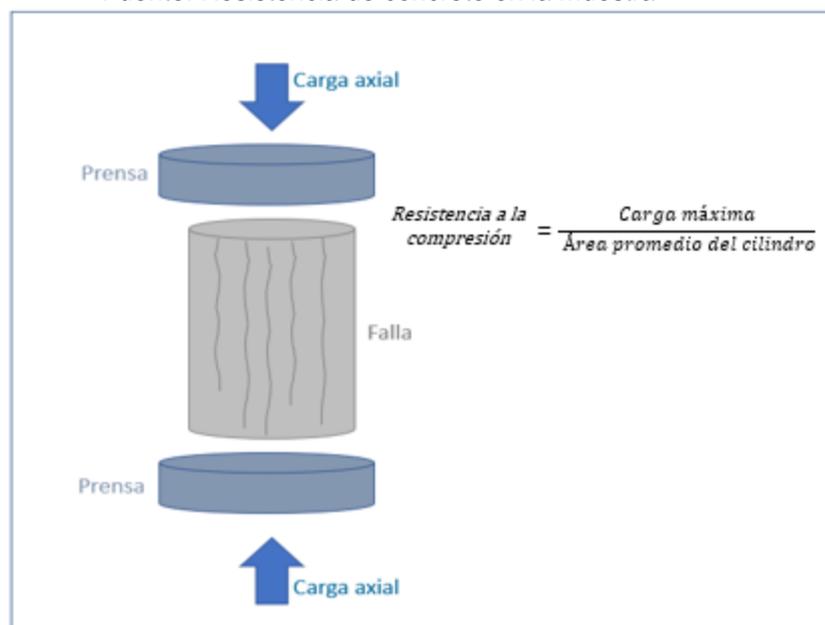


Figura 13. Probeta de concreto para medir la resistencia a la compresión

Fuente: Resistencia de concreto en la muestra

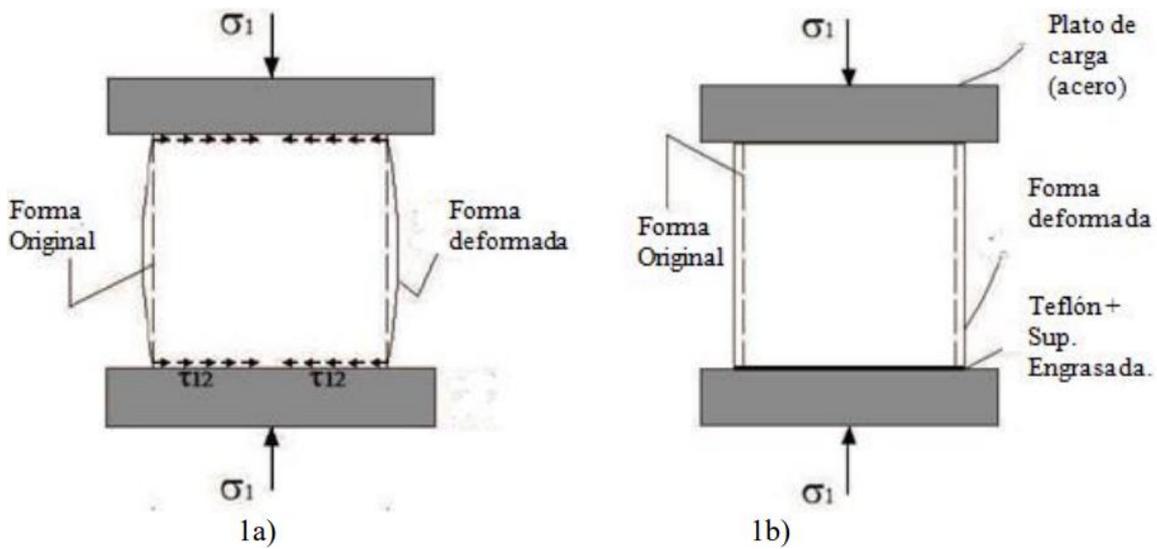


Figura 14. Módulos de adoquines para medir la resistencia a la compresión

Fuente: Resistencia de concreto en la muestra

Nota: en la primera figura se aprecia un efecto de restricción de los platos de la carga sobre aquellos elementos de baja robustez, así mismo se aprecia los apoyos directos de los platos de carga, en la segunda figura se aprecia la interposición de la lámina de teflón sobre aquella superficie engrasada.

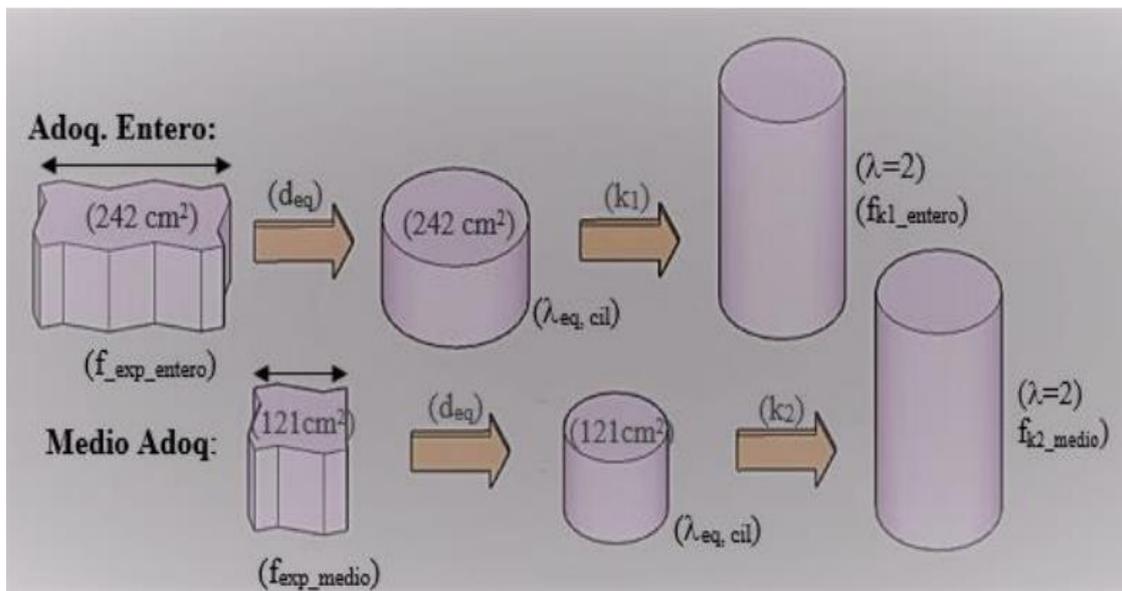


Figura 15. Esquema de análisis del proceso de adoquín entero y medio adoquín

Fuente: Resistencia de concreto en la muestra



Figura 16. Adoquín entero y liso (4 a) en rotura típica de adoquín entero (4 b) rotura típica de medio adoquín (4 c)

Fuente: Resistencia de concreto en la muestra

Resistencia por tracción

Según (Ramírez 2022, Pág. 92) nos refiere que; es aquella manera de evaluar el comportamiento resultando de ser de gran interés puesto que el diseño, control de calidad y otros son importantes en infraestructura de pavimentación, por lo tanto se deriva en diferentes ensayos de tracción los cuales se evidencian en las figuras presentadas.

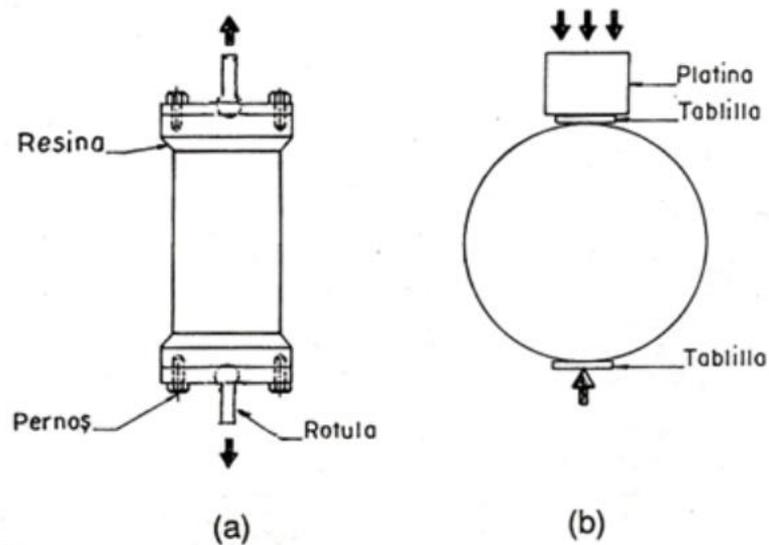


Figura 17. Tipos de ensayo de tracción

Nota: tracción directa el cual se encuentra sometido a una compresión diametral.

Fuente: La Resistencia a la tracción del concreto

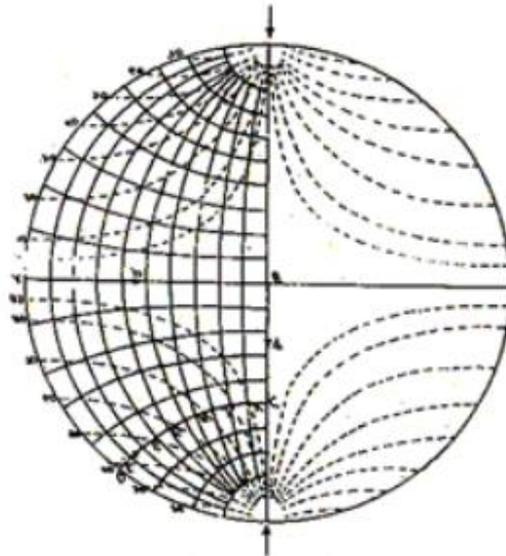


Figura 18. Distribución de tensiones principales de tracción y compresión
 Nota: ensayo por hendimiento
 Fuente: La Resistencia a la tracción del concreto

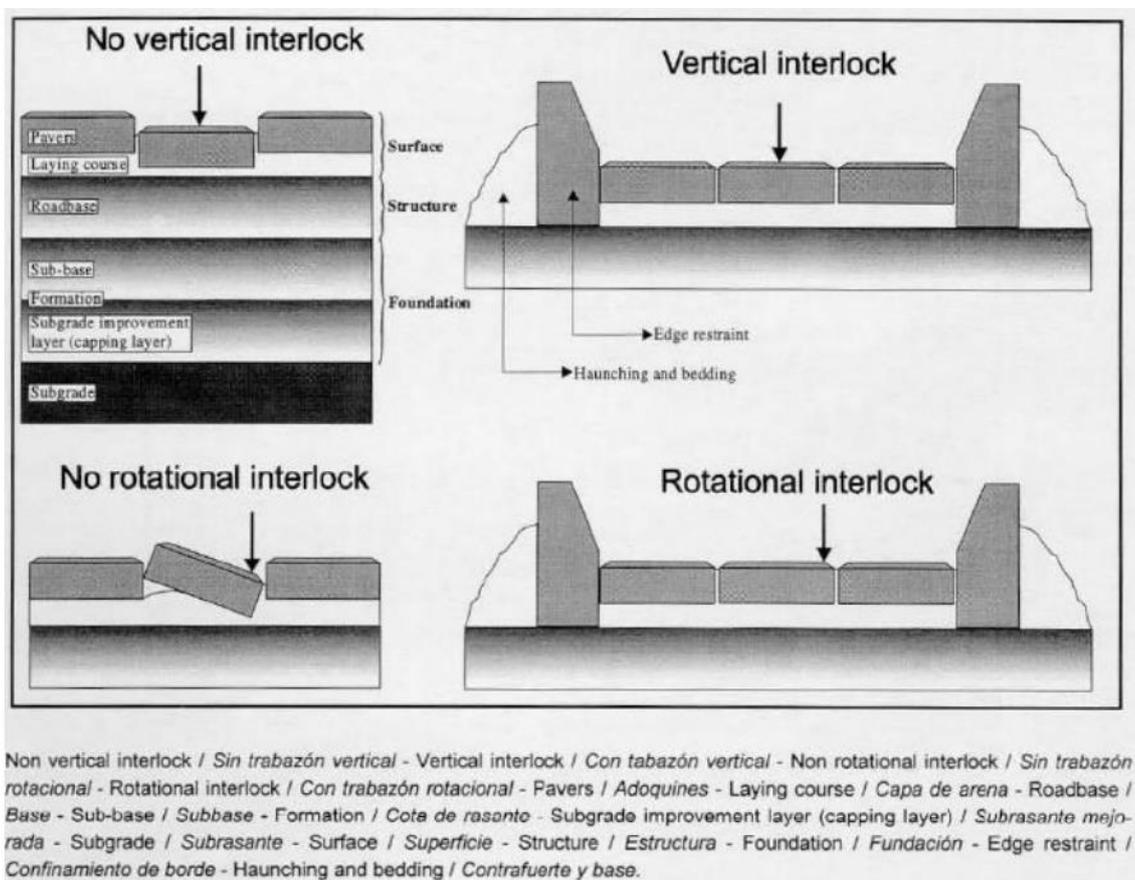


Figura 19. Presión de los bloques intertrabados en pavimentación
 Fuente: La Resistencia a la tracción del concreto

También (Jaimes 2019, Pág. 64) menciona que; los concretos con mayor resistencia están basados en componentes que modifican incrementando la resistencia a lo más óptimo con la finalidad de mantener un objetivo específico

para cierta infraestructura que permita extender la vida útil y la mayor resistencia posible. El material que adultera la resistencia puede tener varios derivados o una serie de combinación de materias primas el cual agreguen valor, motivo por el cual el comportamiento estructural varía en sus respuestas, pero indica que las dosificaciones se encuentran en base a los parámetros estrictamente derivadas de las normativas que lo regulan. La composición del concreto es la siguiente; Cemento, grava, agua, arena, aditivos, cenizas volantes, escorias molidas de alto horno, microsílíce en proporciones considerables de acuerdo a la infraestructura y dosificaciones. Entonces la resistencia es medida a cada unidad estructural ya sea edificación o pavimentación, para ello se toma en consideración las edades de fraguado donde obtiene mayor resistencia, comúnmente son aplicados a muestras cilíndricas, pero no es infalible porque se considera un porcentaje de 5% de fallas. Los concreto con mayor resistencia son altamente dúctiles puesto que son sometidos a varias tensiones y estas poseen las resistencias extremas donde también resulta positiva sus comportamientos a la flexión y tracción del producto a ensayar.

Costo por metro cubico

Costo por metro cúbico y costo unitario de materiales: El costo por metro cúbico de concreto incluye el precio de los materiales necesarios para su elaboración, tales como cemento, microsílíce, arena gruesa y agua. Estos costos se expresan por unidad de cada material y por la cantidad requerida para producir un metro cúbico de concreto. Los costos unitarios y totales varían según el mercado y la ubicación geográfica.

"La estimación de los costos por metro cúbico de concreto y el costo unitario de los materiales es esencial para planificar y presupuestar adecuadamente cualquier proyecto de construcción. Estos costos incluyen el cemento, la microsílíce, la arena gruesa y el agua, y varían según el mercado y la región" (Pérez 2022).

II. METODOLOGÍA

El enfoque de nuestra revisión de literatura se fundamenta en estudios previos que destacan la precisión y claridad del enfoque cuantitativo. Según Rosales (2021, p. 28), la investigación cuantitativa se centra en parámetros que generan resultados adecuados para los objetivos del estudio. En línea con esto, nuestra investigación adopta un enfoque cuantitativo, ya que busca evaluar específicamente los valores de la evaluación sísmica. Este enfoque permite medir y calcular dimensiones e indicadores de manera precisa tras la recopilación de datos específicos de campo, conduciendo a resultados numéricos claros y objetivos.

En nuestro proyecto de investigación, la selección de fuentes y bases de datos se realizó con un enfoque detallado, centrado en los rangos temporales del estudio. Según San Martín, Asún & Zúñiga (2024, p. 21), los estudios se organizan en función de su alcance temporal, como los estudios longitudinales, que requieren una planificación específica para la recolección de datos de campo o de laboratorio. Por otro lado, Shuttleworth (2020, p. 36) subraya que la investigación descriptiva implica la recopilación de información de diversas fuentes sobre una variable sin un análisis detallado de sus categorías. En nuestro caso, el estudio es de nivel descriptivo, ya que nos limitamos a presentar y interpretar los resultados obtenidos. Además, de acuerdo con Arias (2021, p. 34), el diseño de la investigación se refiere al conjunto de métodos y procedimientos utilizados para recolectar y analizar información. En nuestro caso, hemos optado por un diseño experimental, ya que involucra varios procesos para evaluar resultados, con una planificación anticipada y una manipulación frecuente de los datos para alcanzar los resultados esperados.

En el estudio, se han identificado antecedentes de investigaciones científicas que respaldan y robustecen nuestro proyecto. Se ha realizado un recuento exhaustivo de las diversas fuentes consultadas, incluyendo 18 tesis de grado, 31 artículos científicos y 4 libros virtuales, con el propósito de abordar los objetivos específicos del estudio. En cuanto a las consideraciones éticas y de integridad científica, se ha tenido en cuenta que las técnicas e instrumentos de recolección de datos son esenciales para obtener la información necesaria para el análisis. Según Hernández (2020, p. 21), estos métodos permiten al investigador recolectar datos de campo necesarios para procesar la información.

En nuestra investigación, se utilizarán técnicas de laboratorio para realizar diversos ensayos, cada uno de los cuales sigue procedimientos establecidos por normativas peruanas que respaldan la validez y precisión de los resultados.

Los procedimientos están diseñados para asegurar un procesamiento adecuado de las actividades, siguiendo un cronograma que define el período de ejecución y desarrollo necesario. Estos procedimientos incluyen formatos que respaldan y validan la información obtenida (Cruz & Paredes, 2021, p. 3). En nuestro estudio científico, se llevarán a cabo procedimientos específicos para evaluar la resistencia a la compresión, flexión y tracción de los bloques intertrabados. Para ello, se requiere el uso de un laboratorio que garantice un proceso de desarrollo organizado, permitiendo la cuantificación numérica de los resultados, los cuales se reflejarán en las fichas e informes de laboratorio. Es fundamental para nuestro estudio alcanzar una resistencia mínima de 28 MPa y un promedio de 31 MPa sin la adición de microsilíce. Además, se realizará un estudio del CBR del suelo donde se llevará a cabo la investigación para asegurar la conformidad adecuada con el procedimiento del estudio.

Las actividades y operaciones a seguir en el estudio son las siguientes:

Diseñar la mezcla: Se debe preparar primero una mezcla convencional y luego realizar mezclas con adiciones de 3%, 6% y 9% de microsilíce en polvo.

Colocar en moldes: La mezcla preparada se verterá en moldes con dimensiones de 8 x 10 x 20 cm.

Desmoldar y curar: Una vez que los bloques estén en los moldes, se procederá a desmoldarlos y realizar el curado adecuado hasta alcanzar las edades necesarias para los ensayos.

Realizar ensayos de rotura: Se llevará a cabo la rotura de los bloques intertrabados de concreto para evaluar su resistencia.

Interpretar resultados: Finalmente, se analizarán e interpretarán los resultados obtenidos para concluir el estudio.

El método de análisis de datos se basa en una guía para proporcionar soluciones al problema planteado, lo que incluye la elaboración de un plan de muestreo detallado. Este plan implica una serie de procesos que utilizan herramientas de apoyo, recursos básicos, métodos y estrategias necesarias para obtener una secuencia adecuada de soluciones (Muguiru, 2021, p. 01). Los datos

recabados de los informes de laboratorio y fichas serán organizados en libros de Excel para mantener la información de campo de manera estructurada. Esta organización facilitará la realización de ajustes y adecuaciones conforme a los objetivos del estudio.

En nuestro estudio, se sigue la guía del código de ética de investigación de la Universidad Cesar Vallejo, que establece un conjunto de parámetros para asegurar la integridad en todos los procesos. Como estudiantes, nos comprometemos a mantener valores auténticos a lo largo del proceso de investigación. La honestidad intelectual se garantiza mediante el uso de bibliografía respaldada por fuentes confiables. La privacidad se asegura mediante el almacenamiento de datos en archivos específicos gestionados por el investigador, con copias de respaldo para proteger la información. Además, se promueve la responsabilidad, justicia y veracidad en los resultados obtenidos de los ensayos de laboratorio, los cuales se difundirán para servir de base a futuros estudios.

III. RESULTADOS

La investigación se centró en analizar la resistencia de un pavimento de bloques intertrabados de concreto tipo 1 utilizando dos tipos de mezclas: una mezcla mejorada con **polvo de microsílíce** y una mezcla convencional sin aditivos. El objetivo principal fue comparar el desempeño de estos dos tipos de pavimento en términos de resistencia mecánica y durabilidad. En el ámbito de la construcción, es fundamental realizar investigaciones continuas para buscar nuevas alternativas que optimicen los sistemas constructivos y materiales utilizados. Esta investigación tiene como propósito principal el mejoramiento de las propiedades físico-mecánicas del pavimento de bloques intertrabados de concreto tipo 1 mediante la adición de polvo de microsílíce en lugar de una parte del cemento en la mezcla de concreto. Para llevar a cabo esta investigación, se siguieron los lineamientos establecidos por la NTP 400.037 (2014) para el diseño de mezclas de concreto, y se aplicó el método ACI 211 para obtener la mezcla óptima. La mezcla de concreto tipo 1 mejorada con polvo de microsílíce fue curada durante un período de 28 días, siguiendo los estándares de la NTP 399.611 (2015) para realizar los ensayos necesarios.

Los resultados de estos ensayos físicos y mecánicos proporcionarán datos sobre las propiedades de tolerancia dimensional, absorción de agua, y resistencia a la compresión de los adoquines con microsílíce en comparación con los adoquines convencionales. Además, se evaluará si el uso de polvo de microsílíce es una alternativa económicamente viable en comparación con el adoquín tradicional de concreto. Se realizó el análisis granulométrico de los agregados ASTM C136, el material fue procedente de la cantera Trapiche en presentación a granel para una cantidad de 0.250m³. El agregado cumple con los límites especificados por la norma ASTM C33/C33M - 18 para cada tamaño de malla en el rango de arena gruesa. La distribución granulométrica del agregado fino (arena gruesa) muestra que cumple con los límites especificados por la norma ASTM C33/C33M - 18. Esto indica que el agregado es adecuado para su uso en aplicaciones que requieren un control específico de la granulometría del material, asegurando su calidad y consistencia.

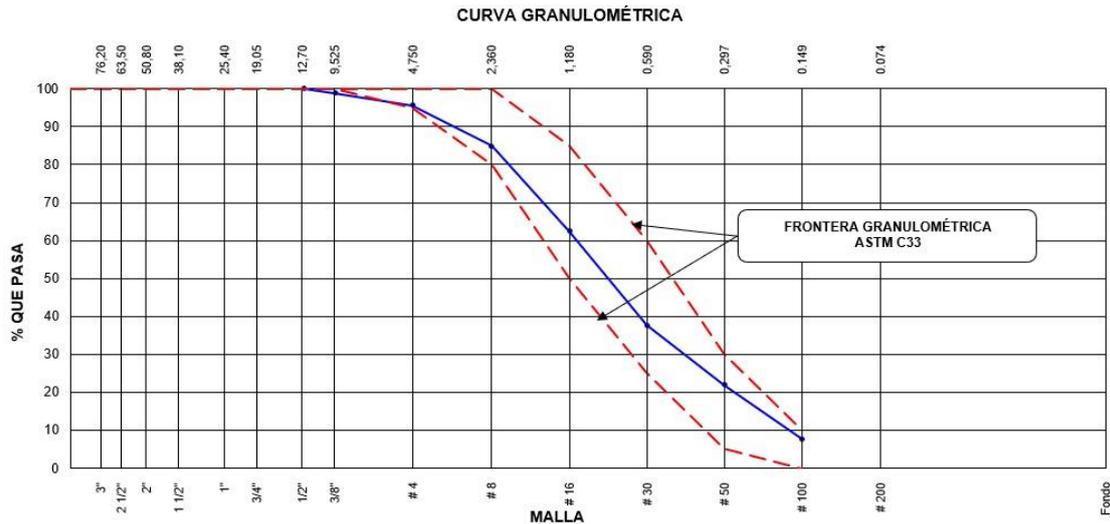


Figura 20. Curva granulométrica de agregado fino (arena gruesa)

La figura N° 20, muestra una curva granulométrica de un agregado grueso según la especificación ASTM C33, con las fronteras granulométricas representadas por líneas punteadas en rojo. A continuación, se detalla la interpretación resumida de los resultados:

Desde el tamiz de 3" (76.2 mm) hasta el tamiz de 1/2" (12.5 mm), el 100% del material pasa, lo que indica que todas las partículas del agregado son menores que 12.5 mm.

Entre el tamiz de 3/8" (9.5 mm) y el tamiz #4 (4.75 mm), hay una notable caída en el porcentaje que pasa, de aproximadamente 95% a 60%.

Desde el tamiz #4 (4.75 mm) al tamiz #8 (2.36 mm), el porcentaje que pasa desciende aún más de 60% a alrededor de 10%.

Del tamiz #8 (2.36 mm) al tamiz #16 (1.18 mm), la caída es menos pronunciada, con un porcentaje que pasa alrededor de 2%.

Desde el tamiz #30 (600 µm) en adelante, la curva se estabiliza, indicando que muy poca cantidad de material pasa a través de los tamices más finos.

El agregado cumple con las especificaciones para cada tamaño de malla según los rangos establecidos en la norma ASTM C33. La curva granulométrica del agregado muestra una distribución adecuada del tamaño de partículas, cumpliendo con los límites especificados por la norma ASTM C33. Esto sugiere que el agregado es adecuado para su uso en aplicaciones que requieren un control riguroso de la granulometría del material. La curva se encuentra dentro

de las fronteras granulométricas, indicando conformidad con las normas establecidas.

Este conjunto de datos presenta la granulometría del **agregado grueso** según la norma ASTM C33/C33M - 18 para el huso #89. La tabla muestra la distribución del tamaño de las partículas del agregado, especificando las aberturas de los tamices, el peso retenido en cada tamiz, el porcentaje parcial retenido, el porcentaje acumulado retenido y el porcentaje acumulado que pasa. Además, incluye las especificaciones mínimas y máximas permitidas para cada tamiz.

Distribución dentro de los Límites Normativos: El agregado grueso cumple con los requisitos normativos para el huso #89 según ASTM C33/C33M - 18, con porcentajes retenidos y pasantes dentro de los límites especificados.

Tamaño Máximo Nominal (TMN): El TMN es de 3/8".

Módulo de Finura (MF): El MF calculado es de 5.63, indicando la finura del agregado y su idoneidad para aplicaciones específicas en construcción.

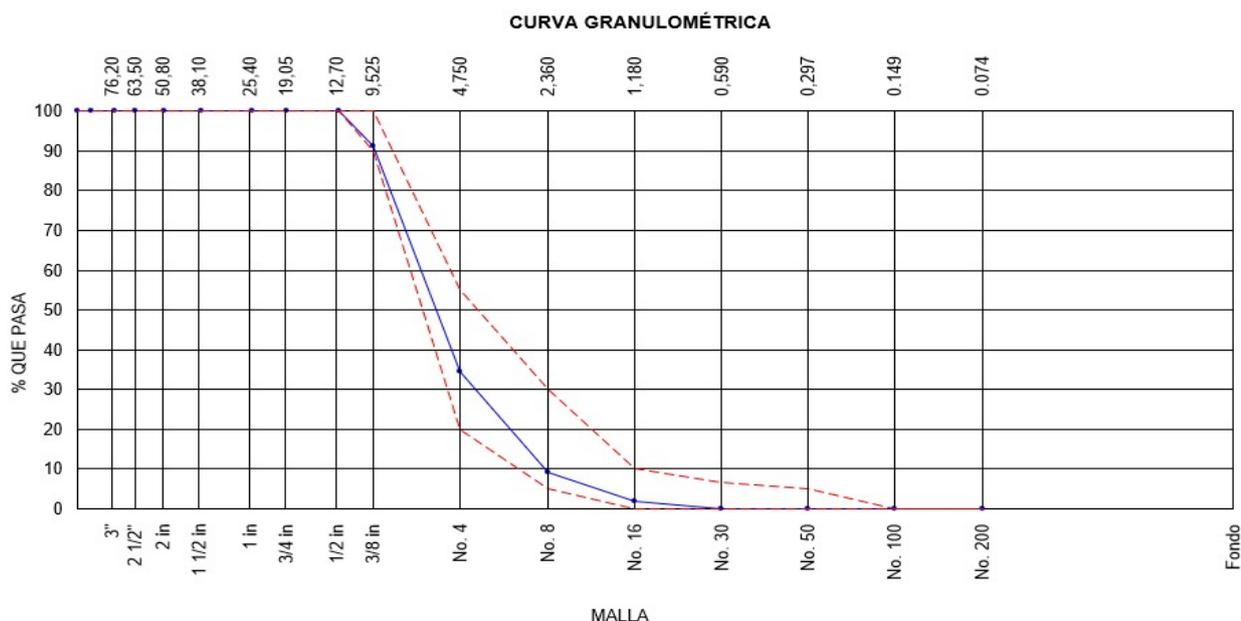


Figura 21. Curva granulométrica de agregado grueso huso #89

La figura N° 21 muestra una curva granulométrica de un agregado grueso según la especificación ASTM C33/C33M - 18, HUSO # 89. La curva granulométrica representa el porcentaje acumulado que pasa a través de una serie de tamices estándar. A continuación, se proporciona una interpretación de la gráfica:

Desde el tamiz de 3" hasta el tamiz de 1/2" (12.50 mm), el 100% del material pasa, lo que indica que todas las partículas del agregado son menores que 12.50 mm.

Entre el tamiz de 3/8" (9.5 mm) y el tamiz #4 (4.75 mm), hay una notable caída en el porcentaje que pasa, de aproximadamente 91% a 35%.

Desde el tamiz #4 (4.75 mm) al tamiz #8 (2.36 mm), el porcentaje que pasa desciende aún más de 35% a aproximadamente 9%.

Del tamiz #8 (2.36 mm) al tamiz #16 (1.18 mm), la caída es menos pronunciada, con un porcentaje que pasa alrededor de 2%.

Desde el tamiz #30 (600 µm) en adelante, la curva se estabiliza, indicando que muy poca cantidad de material pasa a través de los tamices más finos.

El agregado cumple con las especificaciones para cada tamaño de malla según los rangos establecidos en la norma ASTM C33/C33M - 18 para HUSO # 89. La curva granulométrica del agregado muestra una distribución adecuada del tamaño de partículas, cumpliendo con los límites especificados por la norma ASTM C33/C33M - 18 para el HUSO # 89. Esto sugiere que el agregado es adecuado para su uso en aplicaciones que requieren un control riguroso de la granulometría del material.

El documento proporcionado detalla los resultados de una prueba de tamizado para **microsílice**, conforme a la norma ASTM C33/C33M-18, utilizando un marco de tamices de 8" de diámetro. La prueba de tamizado de microsílice se llevó a cabo usando un marco de tamices de 8" de diámetro y los resultados muestran la distribución de las partículas según el tamaño de los tamices. En general, la microsílice cumple con las especificaciones establecidas por la norma. Las especificaciones mínimas y máximas se cumplieron en general, con un margen de variación específico para cada tamiz. El módulo de finura (MF) es 5.63, y el tamaño máximo nominal (TMN) es de 3/8".

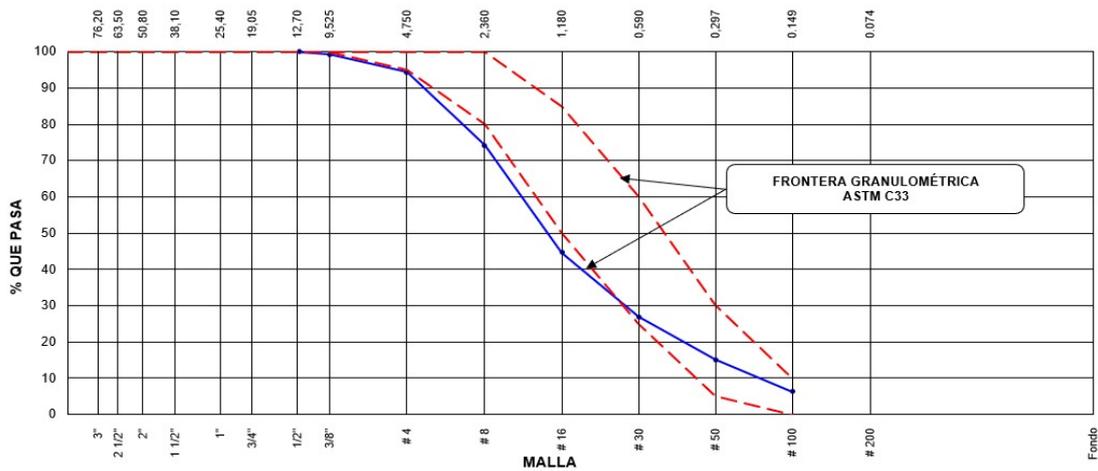


Figura 22. Curva granulométrica de agregado fino huso #89 – Microsílice

En el gráfico se observa el comportamiento de la curva granulométrica definida netamente para el microsílíce utilizados. La norma ASTM C128-15 se utiliza para determinar el peso específico y la absorción de los **agregados finos y gruesos**.

El **análisis del contenido** de humedad evaporable en los agregados, según la norma ASTM C566-19, proporciona información crucial sobre la cantidad de agua presente en los agregados finos y gruesos. Este proceso es esencial para asegurar la calidad y durabilidad de los materiales utilizados en la construcción. El contenido de humedad del agregado fino de la cantera "Trapiche" es del 2.41%. Este valor indica que el agregado fino contiene una cantidad moderada de agua evaporable. Este análisis es fundamental para asegurar que el agregado cumpla con las especificaciones necesarias para su uso eficiente en la construcción, garantizando así la estabilidad y calidad del material en diversas aplicaciones. El contenido de humedad del agregado grueso de la cantera "Trapiche" es del 0.70%. Calculando la diferencia entre la muestra húmeda y seca, lo cual está dentro de los parámetros esperados para este tipo de material. Este valor de humedad es relativamente bajo, lo que indica que el agregado tiene una cantidad mínima de agua evaporable, contribuyendo a la estabilidad y calidad del material en aplicaciones de construcción. Este análisis asegura que el agregado cumple con las especificaciones necesarias para su uso eficiente y efectivo en diversas obras.

Analizar la influencia de la dosificación del microsílíce en las propiedades físico- Mecánicas del adoquín tipo 1.

Se dosificaron en proporción a 3%, 6% y 9% de microsílíce.

Cemento SOL TIPO I: La cantidad de cemento se mantiene constante en 38.69 kg para todas las mezclas.

Agua: La cantidad de agua aumenta ligeramente con el incremento del porcentaje de microsílíce, desde 16.02 L hasta 16.07 L.

Microsílíce (Sika Fume): Se incorpora en cantidades crecientes de 0% (Patrón), 3% (1.16 kg), 6% (2.32 kg) y 9% (3.48 kg).

Agregado Grueso: La cantidad de agregado grueso huso 89 se mantiene constante en 55.96 kg para todas las mezclas.

Agregado Fino: La cantidad de agregado fino disminuye a medida que se incrementa el porcentaje de microsílíce, desde 77.00 kg hasta 72.67 kg.

Este diseño de mezcla muestra cómo se puede modificar una mezcla de concreto estándar para incorporar microsílíce, ajustando las proporciones de agua y agregados finos para mantener las propiedades deseadas. Es importante realizar pruebas adicionales para confirmar que las mezclas modificadas cumplen con todos los requisitos de desempeño para el proyecto específico.

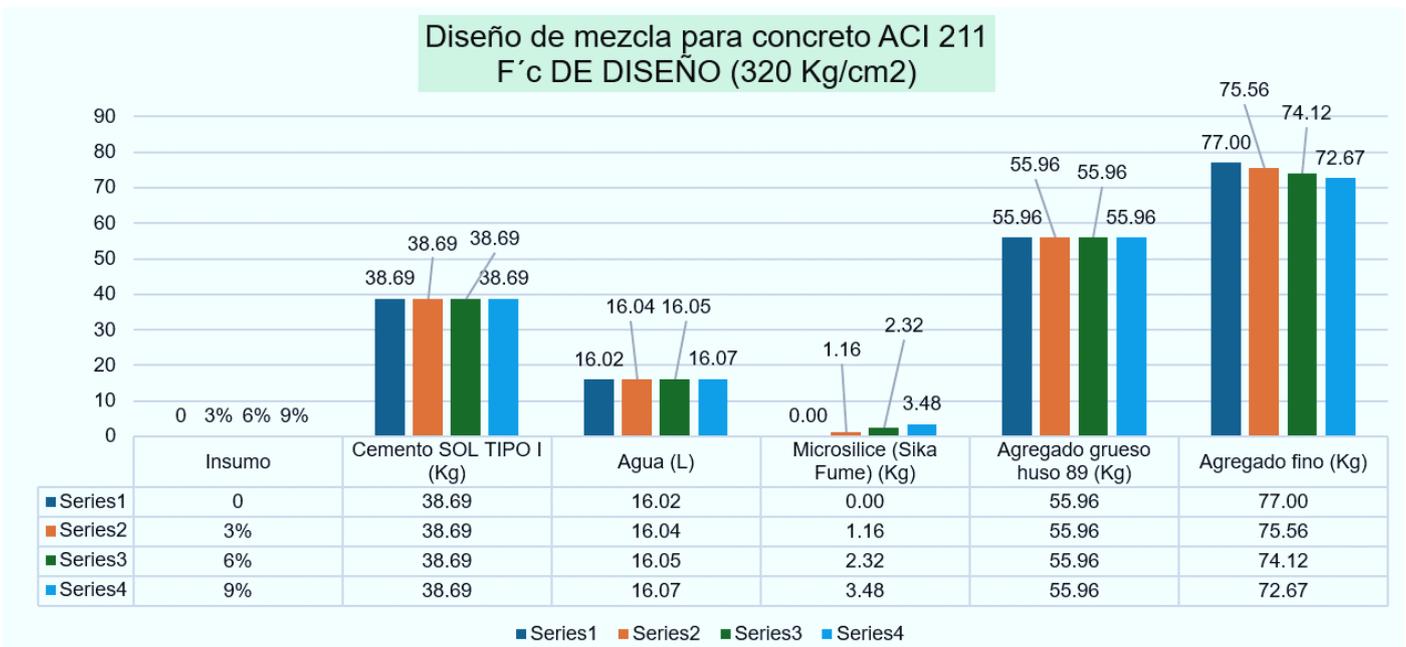


Figura 23. Gráfico de diseño de mezcla para concreto ACI 211

Nota: La relación agua-cemento (a/c) es un factor crucial en la mezcla de concreto, ya que influye directamente en las propiedades del concreto fresco y endurecido. Una relación a/c de 0.43 significa que, por cada unidad de peso de cemento, se utiliza 0.43 unidades de peso de agua.

Determinar la influencia del microsílíce en las propiedades físicas del adoquín tipo 1.

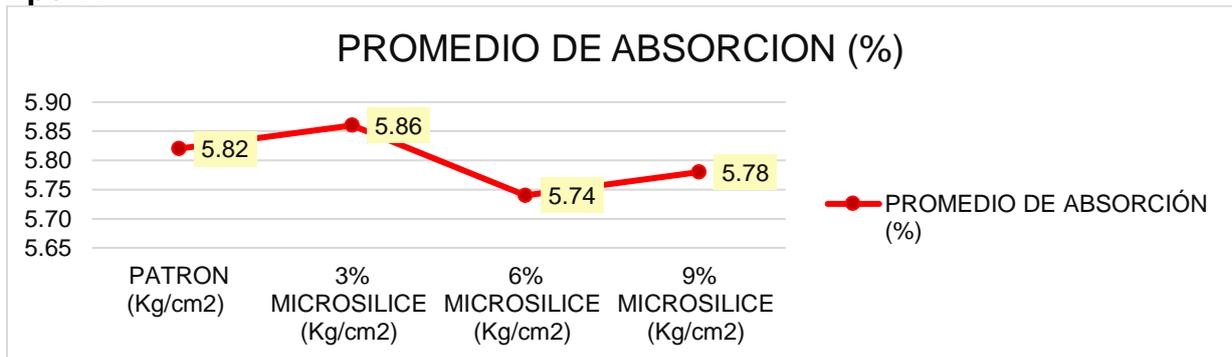


Figura 24. Promedio de absorción patrón, 3%, 6% , 9% microsílíce

La figura N° 24, presenta los valores promedio de absorción del concreto, expresados en Kg/cm², para diferentes porcentajes de microsílíce añadida: 3%, 6% y 9%, en comparación con el patrón sin microsílíce. **Variación Mínima:** Las variaciones en los valores de absorción promedio son relativamente pequeñas entre las diferentes mezclas. Esto sugiere que la incorporación de microsílíce en estas proporciones no tiene un efecto dramático en la capacidad de absorción del concreto. **Absorción Reducida con 6% Microsílíce:** El 6% de microsílíce parece ser la proporción óptima en términos de reducir la absorción de agua, aunque la diferencia es mínima. Estos resultados pueden guiar la elección de mezclas de concreto con microsílíce para aplicaciones específicas, optimizando tanto las propiedades físicas como económicas del material.

Dimensionamiento

Las dimensiones consideradas son el largo, el ancho y la altura, con sus respectivas variaciones porcentuales las cuales no exceden de 0.83%. Estos resultados pueden ser útiles para evaluar la estabilidad dimensional y calidad de los bloques de concreto en diferentes mezclas, y la información puede ser aplicada para mejorar los procesos de fabricación y calidad del producto final.

Densidad

En el contexto de la determinación de la densidad de agregados gruesos según la norma ASTM C128-15, El análisis comparativo entre la densidad teórica del concreto y la densidad del concreto fresco para diferentes porcentajes de microsílíce. La densidad del concreto fresco es casi idéntica a la densidad teórica para el patrón, indicando una buena concordancia entre la estimación teórica y la realidad de la

mezcla de concreto sin aditivos. La densidad del concreto fresco con 3% de microsílíce es ligeramente superior a la densidad teórica, lo que puede sugerir una leve compactación adicional o un efecto de la microsílíce que mejora la densidad del concreto. La densidad del concreto fresco con 6% de microsílíce es muy cercana a la densidad teórica, mostrando que la adición de microsílíce mantiene la densidad del concreto prácticamente igual a la estimada. La densidad del concreto fresco con 9% de microsílíce es ligeramente menor que la densidad teórica, lo que podría indicar un efecto de reducción de la densidad debido a la mayor cantidad de microsílíce, posiblemente por la mayor cantidad de aire o la modificación en la estructura del concreto. En general, los resultados muestran que la densidad del concreto fresco es bastante consistente con la densidad teórica, con pequeñas variaciones que se pueden atribuir a la influencia de la microsílíce. La adición de microsílíce tiende a tener un efecto menor sobre la densidad del concreto, con una ligera disminución en el caso del 9% de microsílíce.

Determinar la influencia del microsílíce en las propiedades mecánicas del adoquín tipo 1.

Propiedades mecánicas

COMPRESION

Los resultados de la resistencia a la compresión de unidades de albañilería con diferentes porcentajes de microsílíce comparados con el patrón, evaluados a los 7 días.

Aumento de la Resistencia: La adición de microsílíce en diferentes porcentajes mejora la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería en comparación con el patrón.

3% de Microsílíce: Incremento de 3.87% en la resistencia.

6% de Microsílíce: Incremento de 9.95% en la resistencia, el mayor incremento observado.

9% de Microsílíce: Incremento de 6.49% en la resistencia.

Mejor Resultado con 6% de Microsílíce: La resistencia a la compresión muestra el mayor incremento con un 6% de microsílíce, alcanzando un promedio de 266.97 Kg/cm², lo cual sugiere que este porcentaje es el más efectivo en mejorar las propiedades mecánicas del concreto. Estos resultados son valiosos para determinar el porcentaje óptimo de microsílíce que debe ser añadido al concreto

para mejorar sus propiedades mecánicas sin comprometer la estabilidad y consistencia del material.

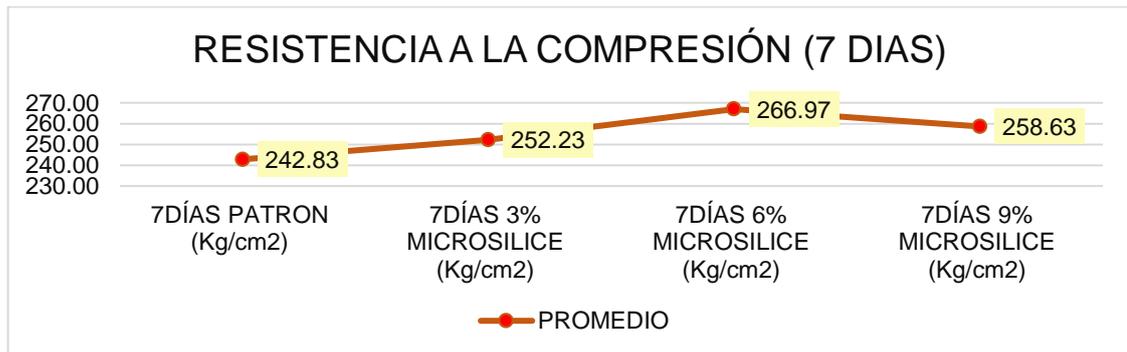


Figura 25. Comportamiento de la resistencia a la compresión de bloques intertrabados (7 Días)
A continuación, muestra los resultados de la resistencia a la compresión de unidades de albañilería con diferentes porcentajes de microsílíce comparados con el patrón, evaluados a los 14 días.

Aumento de la Resistencia: La adición de microsílíce en diferentes porcentajes mejora significativamente la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería en comparación con el patrón.

3% de Microsílíce: Incremento de 4.88% en la resistencia.

6% de Microsílíce: Incremento de 14.93% en la resistencia, el mayor incremento observado.

9% de Microsílíce: Incremento de 10.28% en la resistencia.

Mejor Resultado con 6% de Microsílíce: La resistencia a la compresión muestra el mayor incremento con un 6% de microsílíce, alcanzando un promedio de 348.00 Kg/cm², lo cual sugiere que este porcentaje es el más efectivo en mejorar las propiedades mecánicas del concreto a los 14 días. Estos resultados son valiosos para determinar el porcentaje óptimo de microsílíce que debe ser añadido al concreto para mejorar sus propiedades mecánicas sin comprometer la estabilidad y consistencia del material, mostrando que incluso a los 14 días, el concreto mejorado con microsílíce supera al concreto convencional en términos de resistencia a la compresión.

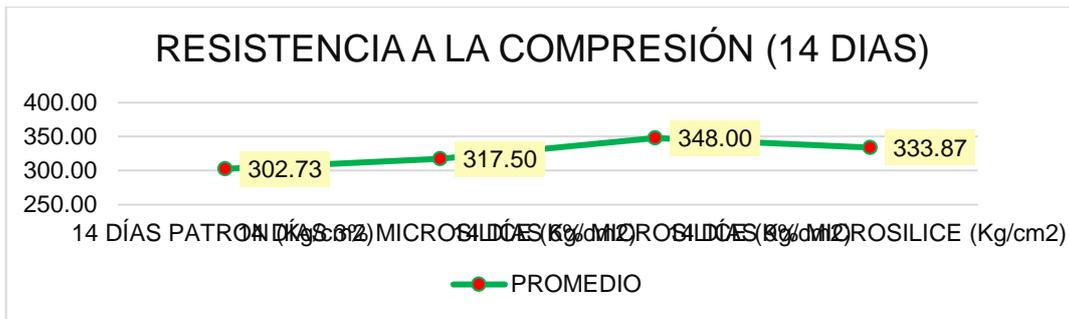


Figura 26. Comportamiento de la resistencia a la compresión de bloques intertrabados (14 Días)

Los resultados del análisis de resistencia a la compresión para las unidades de albañilería, utilizando el método estándar ASTM C140 / NTP 399.604, muestran cómo varía la resistencia de las muestras con diferentes porcentajes de microsílíce después de 28 días de curado. Las muestras fueron evaluadas a diferentes concentraciones de microsílíce, y los resultados son los siguientes: **Sin microsílíce (Patrón)**: La resistencia promedio de las muestras sin microsílíce fue de 333.00 kg/cm². Esta es la referencia base para comparar los efectos de la adición de microsílíce. **Con 3% de microsílíce**: Las unidades con un 3% de microsílíce mostraron una resistencia promedio de 360.00 kg/cm². Esto representa una mejora significativa en comparación con el patrón, indicando que la adición de microsílíce incrementa la resistencia a la compresión. **Con 6% de microsílíce**: Las muestras con un 6% de microsílíce tuvieron una resistencia promedio de 378.40 kg/cm². Este resultado muestra un incremento adicional en la resistencia, sugiriendo que mayores concentraciones de microsílíce continúan mejorando las propiedades mecánicas de las unidades de albañilería. **Con 9% de microsílíce**: La resistencia promedio para las unidades con un 9% de microsílíce fue de 350.27 kg/cm². Aunque sigue siendo superior a la del patrón, la resistencia observada con el 9% de microsílíce es ligeramente menor que la obtenida con el 6% de microsílíce. La resistencia aumenta con la adición de microsílíce hasta el 6%, pero parece haber un pequeño decremento al usar el 9%, lo que podría indicar un punto óptimo para la adición de microsílíce en este caso.

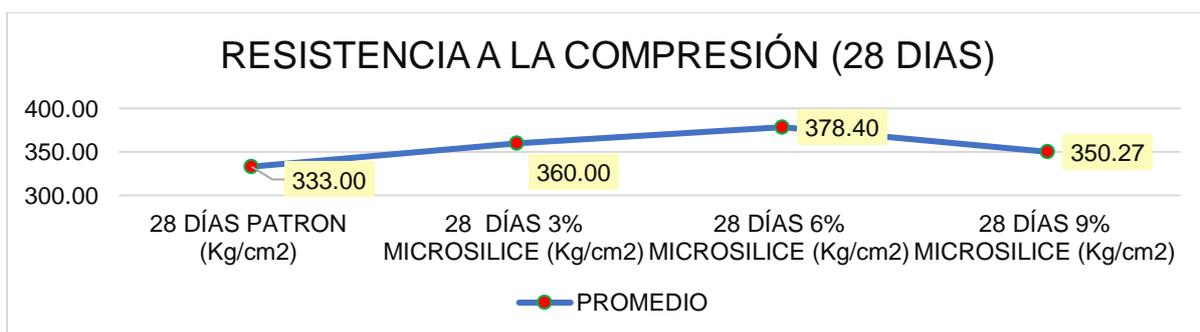


Figura 27. Comportamiento de la resistencia a la compresión de bloques intertrabados (28 Días)

Esta interpretación sugiere que, para maximizar la resistencia a la compresión, se debe considerar el uso de un 6% de microsílíce, mientras que concentraciones mayores podrían no ser beneficiosas y podrían incluso tener efectos adversos.

Tracción

Los resultados del módulo de rotura de las unidades de albañilería con diferentes porcentajes de microsílíce comparados con el patrón.

Incremento Moderado con 3% de Microsílíce: La adición de 3% de microsílíce al concreto incrementa ligeramente el módulo de rotura en un 0.38%, indicando una leve mejora en la resistencia a la flexo-tracción.

Reducción con 6% de Microsílíce: La resistencia a la flexo-tracción disminuye en un 0.19% cuando se agrega un 6% de microsílíce, sugiriendo que este porcentaje puede no ser óptimo para mejorar esta propiedad específica.

Mejora con 9% de Microsílíce: La adición de 9% de microsílíce muestra una mejora más significativa en el módulo de rotura, con un incremento del 1.09%, lo cual indica que este porcentaje de microsílíce es más efectivo para mejorar la resistencia a la flexo-tracción. Estos resultados sugieren que la adición de microsílíce puede tener un efecto positivo en la resistencia a la flexo-tracción del concreto, con el porcentaje óptimo variando según la propiedad mecánica específica que se desee mejorar. En este caso, un 9% de microsílíce parece ser el más efectivo para mejorar el módulo de rotura del concreto.

Identificar el costo por metro cubico del adoquín tipo 1 con adición de microsílíce.

Costo por metro cubico

Este documento detalla el diseño de una mezcla de concreto, especificando los materiales utilizados, las unidades de medida, los costos unitarios, las cantidades en la mezcla y el costo total para producir un metro cúbico (1 m³) de concreto.

Cemento y Agua: Estos dos materiales representan la mayor parte del costo total de la mezcla, con el cemento a S/ 353.03 y el agua a S/ 462.69, sumando juntos aproximadamente el 97.4% del costo total. **Agregados:** Tanto el agregado grueso como el fino tienen un costo unitario muy bajo (S/ 0.01 por m³), contribuyendo S/ 8.50

y S/ 11.62 al costo total, respectivamente. Esto representa una pequeña fracción del costo total, a pesar de ser usados en grandes cantidades. **Microsílice:** No se ha incluido en la mezcla (0 KG), por lo que su costo es nulo. El análisis muestra que el costo total para producir 1 m³ de concreto es S/ 835.83. Así mismo se realizó los costos por metro cubico para cada uno de los diseños donde se adiciona microsíllice en proporciones de 3%, 6% y 9% con la finalidad de saber cuál de ellos exigen mayor costo de adquisición y proporcionar con la residencia para que el beneficio se encuentre relativamente adecuado. Continúan siendo los principales componentes del costo, el cemento a S/ 353.03 y el agua a S/ 463.16, representando juntos aproximadamente el 84.3% del costo total. La ligera variación en la cantidad de agua (200.5 M³) respecto al diseño anterior indica un ajuste preciso para mantener las propiedades de la mezcla con la adición de microsíllice. El agregado grueso y el agregado fino mantienen costos bajos (S/ 8.50 y S/ 11.40, respectivamente). Aunque la cantidad de agregado fino disminuyó ligeramente (922.3 M³), el impacto en el costo total es mínimo. Con un 3% de inclusión, el costo de la microsíllice es S/ 130.30, lo cual es significativo, representando aproximadamente el 13.5% del costo total.

Siguen siendo los principales componentes del costo, con el cemento a S/ 353.03 y el agua a S/ 463.39, representando juntos aproximadamente el 74.2% del costo total. La cantidad de agua (200.6 M³) se ajusta levemente para mantener las propiedades de la mezcla con la adición de microsíllice. Tanto el agregado grueso como el fino tienen costos bajos (S/ 8.50 y S/ 11.18, respectivamente). La cantidad de agregado fino disminuyó (904.7 M³), pero el impacto en el costo total es mínimo. Con un 6% de inclusión, el costo de la microsíllice es S/ 260.60, representando aproximadamente el 23.8% del costo total.

Luego se indica que los componentes clave del costo, con el cemento a S/ 353.03 y el agua a S/ 463.85, representando juntos aproximadamente el 66.3% del costo total. La cantidad de agua (200.8 M³) se ajusta ligeramente para mantener las propiedades de la mezcla con la adición de microsíllice. Tanto el agregado grueso como el fino tienen costos bajos (S/ 8.50 y S/ 10.96, respectivamente). La cantidad de agregado fino ha disminuido (887 M³), pero el impacto en el costo total es mínimo. Con un 9% de inclusión, el costo de la microsíllice es S/ 390.90, representando aproximadamente el 31.9% del costo total.

IV. CONCLUSIONES

Conclusión general

La investigación sobre la dosificación de microsilíce en adoquines tipo I, indicamos que añadir un 6% de microsilíce mejora significativamente las propiedades físico-mecánicas del concreto. Esta dosificación óptima aumenta la resistencia a la compresión, reduce la porosidad y mejora la durabilidad del adoquín, resultando en un material más robusto y duradero. Con una resistencia máxima de 378.40 kg/cm² a los 28 días, la mezcla con 6% de microsilíce es la opción más eficiente para pavimentación y aplicaciones estructurales, ofreciendo una excelente relación costo-beneficio.

Conclusión específica 01

La adición de microsilíce en adoquines tipo I mejora significativamente sus propiedades físicas en comparación con los adoquines convencionales. El microsilíce aumenta la densidad del adoquín y reduce su porosidad, resultando en una estructura más compacta y menos permeable al agua. Esto incrementa la durabilidad del adoquín, haciéndolo más resistente a factores ambientales y desgaste. A diferencia de los adoquines convencionales, que pueden tener mayor porosidad y menor densidad, los adoquines con microsilíce ofrecen mejor desempeño y vida útil, siendo más adecuados para pavimentación y construcción.

Conclusión específica 02

La adición de microsilíce en adoquines tipo I mejora significativamente las propiedades mecánicas en comparación con adoquines convencionales. El microsilíce aumenta la resistencia a la compresión y a la flexión, lo que permite al adoquín soportar mayores cargas y esfuerzos sin fallar. Actúa como material de relleno, reduciendo la porosidad y mejorando la cohesión y la integridad estructural, lo que aumenta la durabilidad y disminuye la formación de fisuras. Aunque la resistencia aumenta hasta un 6% de microsilíce, un 9% puede disminuir ligeramente la resistencia a la compresión, pero mejora la flexo-tracción.

Conclusión específica 03

La adición de microsilíce aumenta el costo por metro cúbico del adoquín tipo I, debido al precio del aditivo. Incorporar un 6% de microsilíce puede costar S/. 1096.69,

pero este gasto inicial se compensa con mejoras en resistencia y durabilidad, reduciendo los costos de mantenimiento a largo plazo. En comparación, una mezcla con 9% de microsílíce cuesta S/. 1227.23, pero no ofrece mayores beneficios en resistencia, lo que la hace menos atractiva. Así, la mezcla con 6% de microsílíce es la opción más eficiente, proporcionando la mejor relación costo-beneficio para aplicaciones exigentes.

REFERENCIAS

- AGUIAR, R., 2019. *Análisis Sísmico de Edificios*. Universida. Ecuador: Escuela Politécnica del Ejército. ISBN 9789978301043.
- AGUILAR, M., 2020. Manual del maestro constructor. *Construye seguro* [en línea], vol. 2, Disponible en: <https://www.acerosarequipa.com/manuales/pdf/manual-del-maestro-constructor.pdf>.
- ALBERTO, M.G. y VELÁZQUEZ, P., 2021. Población y muestro de investigación científica. *Revista CONACYT*, vol. 1,
- ALVAREZ, A., 2020. Clasificación de las Investigaciones. *Revista Universidad de Lima*, vol. 2,
- ARBOLEDA, J., 2023. *Evaluación de Bloques de concreto tipo P incorporando polietileno de alta densidad reciclado*. S.l.: Universidad Señor de Sipán.
- ARIAS, J., 2021. *Diseño y metodología de la investigación* [en línea]. Primera. Arequipa: s.n. ISBN 9786124844423. Disponible en: www.tesisconjosearias.com.
- ARTEAGA, G., 2022. La unidad de análisis explicada. *Revista Estados Unidos* [en línea], vol. 1, Disponible en: <https://www.testsiteforme.com/unidad-de-analisis/>.
- ASTROZA, M. y SCHMIDT, A., 2019. Capacidad de deformación de muros de albañilería confinada para distintos niveles de desempeño. , vol. 75, no. 70,
- ATAO, C., SOVERO, A. y SIMONE, K., 2019. Compressive axial strenght of hollow concrete blocks fabricated with polypropylene fibers. *Revista Yachay*, vol. 7, no. Enero-diciembre 2019,
- CARLINO, P., 2021. Antecedentes y marco teórico en los proyectos de investigación. *Acta Académica*, vol. 1, no. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>. Acta,
- CARRANZA, R., DUFFO, G. y FARINA, S., 2021. *Bloques de concreto, degradación de los materiales*. Argentina: s.n. ISBN 9789500007498.
- CRUZ, J., 2019. *Análisis sísmico estático y dinámico modal espectral de un edificio de oficinas y comercio con estructura de concreto reforzado*. S.l.: Instituto Politécnico Nacional.
- ECHAVARRÍA, C. y CAÑOLA, H., 2021. Bloques de concreto con emulsión de parafina. *Concrete blocks with paraffin wax (Revista)*, vol. 2, no. 17, DOI <http://dx.doi.org/10.21501/21454086.2346>.
- FERNÁNDEZ, L., GÓMEZ, M., RIVERA, V. y VARGAS, M., 2019. Determinación de la resistencia a compresión diagonal y el módulo de cortante de la mampostería de bloques huecos de concreto. , vol. 2,
- FERNÁNDEZ, V.H., 2020. Tipos de justificación en la investigación científica. *Espíritu Emprendedor TES Indexada Latindex Catálogo 2.0*, vol. 4, no. ISSN 2602-8093,
- GARCIA, B., 2021. La Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNISDR). *Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres*, vol.

1,

- GOMEZ, S., 2020. Análisis y diseño sísmico de puentes convencionales. *Análisis Sísmico & Diseño de Puentes Convencionales*, vol. 2,
- HERNÁNDEZ, S., 2020. Metodología de la investigación. *Proyecto de investigación*, vol. 2, no. 23456432,
- IZQUIERDO, R. y MENDOZA, J., 2022. *Evaluación del desempeño sísmico en una edificación de dos niveles ubicada en el departamento de Lambayeque , aplicando el procedimiento no lineal estático* [en línea]. S.l.: Universidad de Piura. Disponible en: <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/5776>.
- KUMBLE, P., SHREELAXMI, P. y ACHAR, N., 2023. Bond strength of alkali - activated flyash based masonry system for sustainable construction. *SN Applied Sciences* [en línea], no. June, ISSN 2523-3971. DOI 10.1007/s42452-023-05555-w. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s42452-023-05555-w>.
- KUROIWA, J., 2019. Manual para la Reducción del Riesgo Sísmico de Viviendas en el Perú. *Revista progreso para todos*, vol. 4,
- LEÓN, C. y VALLEJO, E., 2019. Análisis comparativo de las propiedades mecánicas entre bloques ordinarios y bloques con la introducción de materiales alternativos: caucho y coquilla de palma africana utilizando la norma INEN 639.
- MÁLAGA, I., 2019. Muros de bloques y ladrillos de hormigón. *Andece*, vol. 1,
- MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO, (MVCS), 2023. Construcción de viviendas informales. *Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento*,
- ÑAUPAS, H., 2020. *Metodología de la investigación*. 5ta Edició. Bogotá - México, DF: Ediciones de la U, 2018. ISBN 9789587628760.
- NOVAS, J., 2022. Sistemas constructivos prefabricados aplicables a la construcción de edificaciones en países en desarrollo. *Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia Medellín, Colombia*, no. ISSN: 2145-4086, DOI ISSN: 2145-4086 |.
- NTP E.030 DISEÑO SISMORESISTENTE, 2020. Norma Técnica Peruana E.030 Diseño Sismoresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones. *Sensico*, vol. 2, DOI publicada el día 23 de octubre 2018.
- NTP E.070 ALBAÑILERÍA, N.E. 7., 2019. Normatividad para el diseño y construcción de edificaciones seguras. *Sensico*, vol. 1,
- OROZCO, A. y SERNA, Y., 2023. *Elaboración de los bloques de concretos para encapsular el mercurios que se encuentran en los relaves residuales de la mina artesanal - Santa Rosa Cauca*. S.l.: Corporación Universitaria Autónoma del Cauca.
- OTZEN, T. y MANTEROLA, C., 2019. Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *Instituto Morphol*, vol. 35, no. 1,
- PACHECO, R., BUSTAMANTE, L. y OSORIO, A., 2020. iso. *Fondo Nacional de Formación Profesional para la Industria de la construcción.*, vol. 1, no. Servicio Nacional de Aprendizaje,

- PALOMINO, J., 2021. *Calibración de muros de albañilería confinada mediante un modelo tipo link en ETABS y desempeño de un módulo educativo – Cañete*. [en línea]. S.l.: Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/66588>.
- PALOMINO, M., 2020. Análisis sísmico estático. *Análisis sísmico y vulnerabilidad en edificaciones*,
- PARTONO, W., 2023. Structural evaluation of existing buildings using surface ground motions. *The 8th International Conference of Euro Asia Civil Engineering Forum 2022*, vol. 1195, DOI 10.1088/1755-1315/1195/1/012017.
- PUNTES, D., 2021. *Análisis sísmico comparativo de los ladrillos de arcilla y bloques de concreto como elementos constructivos provenientes de fábricas ubicadas en la zona norte del departamento del Valle del Cauca en Colombia*. S.l.: Universidad de la Costa.
- RAUNIYAR, A. y DEEPAK, E., 2024. Comparative Study of Static and Dynamic Analysis of Multistoried Building. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, no. This content was downloaded from IP address 38.253.148.51 on 02/06/2024, DOI 10.1088/1755-1315/1327/1/012026.
- REN, W., LIU, A. y QIU, D., 2023. Seismic Risk Analysis of Offshore Bridges Considering Seismic Correlation between Vulnerable Components. *Applied sciences Article*, vol. 13, DOI <https://doi.org/10.3390/app13116485>.
- RISCO, A., 2021. Justificación de la Investigación. *Universidad de Lima*, vol. 15,
- ROSALES, P., 2021. El diseño cuantitativo una estrategia metodologica para el manejo de la informacion cuantitativa. *Centro de Investigación*, vol. 1,
- RUIZ, P., 2021. *Análisis sísmico de una edificación de nueve niveles diseñada con la norma E030 - 2006 comparado con la normativa vigente, ciudad de Chiclayo*. [en línea]. S.l.: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Disponible en: <https://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/3917>.
- SAN BARTOLOME, A. y TORRES, M., 2021. Porcedimientos simples para incrementar la resistencia de prismas de albañilería construida con bloques de concreto vibrado. *Revista de Pontificia Universidad Católica del Perú* [en línea], vol. 1, Disponible en: <http://blog.pucp.edu.pe/blog/wp-content/uploads/sites/82/2007/12/Tecnicas-simples-en-BCV.pdf>.
- SAN MARTÍN, A., ASÚN, R. y ZÚÑIGA, C., 2024. Longitudinal analysis of a media based contest. *Universidad de Chile*, vol. 42, no. 1, DOI <https://doi.org/10.18800/psico.202401.019>.
- SCHIAVONI, M., GIORDANO, E., ROSCINI, F. y CLEMENTI, F., 2023. applied sciences Numerical Assessment of Interacting Structural Units on the Seismic Damage : A Comparative Analysis with Different Modeling Approaches. *Applied sciences*, no. Appl. Sci. 2023, 13, 972., DOI <https://doi.org/10.3390/app13020972>.
- SHARAFI, S. y SAITO, T., 2024. Seismic Damage Probability Assessment of Existing Reinforced Concrete School Buildings in Afghanistan. *Department of Architecture*

and Civil Engineering, Toyohashi University of Technology, DOI <https://doi.org/10.3390/buildings14041054>.

- SHUTTLEWORTH, M., 2020. Diseño de investigación descriptiva. *Think outside the Box*, vol. 2,
- SILVA, H., 2022. *Análisis sísmico estructural comparativo entre edificios empotrados en su base con aisladores de base (elastoméricos y friccionantes) para las microzonas lacustre y piedemonte de Bogotá*. S.I.: Universidad Militar Nueva Granada.
- SOTO, A., 2021. Muestreo y tamaño de muestra para una tesis. *Artículos de interés para investigadores*, vol. 1,
- TOMER, S. y BHANDARI, M., 2023. Evaluation of Seismic Response of Irregular Buildings : A Review. , vol. 1110, DOI 10.1088/1755-1315/1110/1/012012.
- VARGAS, E., 2019. *Análisis comparativo de la resistencia a compresión de bloques de concreto con la adición de mocsilíce referente a uno tradicional para el adecuado uso de albañilería portante basado en parametros de la norma E070*. S.I.: Universidad Andina del Cusco.
- VASQUEZ, M., 2022. *Análisis sísmico de edificación multifamiliar de 4 pisos aplicando ladrillos sillar para determinar su comportamiento sismorresistente con el Software Etabs, 2022*. [en línea]. S.I.: Universidad Privada del Norte. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/33881>.
- VERDUGO, J. y DÁVILA, D., 2024. Seismic analysis of buildings with basements. *Matec Web of Conferences 396, 03004 (2024) WMCAUS 2023*, vol. 03004, DOI <https://doi.org/10.1051/matecconf/202439603004>.
- VIERA, P., GALLEGOS, Y. y VENEGAS, E., 2023. Resistencia a la compresión y flexión de bloques elaborados a base de cangahua , cal , arcilla y paja. *Artículo de Investigación Resistencia* [en línea], vol. 6, no. 1, Disponible en: <https://www.paho.org/journal/es/numeros-especiales/investigacion-operativa-para-abordaje-resistencia-antimicro>.
- ZÁRATE, G., AYALA, G. y GARCÍA, O., 2023. Método sísmico estático para edificios asimétricos. *Revista de Ingeniería Sísmica No. 69 25-44*, vol. 44, no. 69,

ANEXO

Anexo 1. Panel fotográfico

