



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Diseño de pavimento permeable empleando residuos de concreto
como mejora a la resistencia, avenida Prolongación Revolución,
Huarochirí 2023

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Civil

AUTORA:

Cusimayta Morales, Sthefany Isabel (orcid.org/0000-0002-8955-7678)

ASESOR:

Mg. Sigüenza Abanto, Robert Wilfredo (orcid.org/0000-0001-8850-8463)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA - PERÚ

2023

DEDICATORIA

Este proyecto se lo dedico a mi madre, mis tías, mi hermana y en especial a mi amado hijo quienes fueron los motores y motivos para poder realizarme con mucho esfuerzo de manera constante y así lograr mis objetivos.

AGRADECIMIENTO

Agradezco de manera especial a cada uno de los docentes de mi querida UCV-Ing. Civil, que con sus enseñanzas enriquecieron mi amor a la carrera. Así mismo agradezco a amigos y compañeros de trabajo que estuvieron constantemente apoyándome para hacer de este sueño real y por último agradecer de manera infinita a mi familia que siempre estuvo pendiente de cada paso que daba.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, SIGÜENZA ABANTO ROBERT WILFREDO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "Diseño de Pavimento Permeable Empleando Residuos de Concreto como Mejora a la Resistencia, Avenida Prolongación Revolución, Huarochirí 2023", cuyo autor es CUSIMAYTA MORALES STHEFANY ISABEL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 20.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 18 de Julio del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
SIGÜENZA ABANTO ROBERT WILFREDO DNI: 42203191 ORCID: 0000-0001-8850-8463	Firmado electrónicamente por: RSIGUENZA el 28- 07-2023 12:00:45

Código documento Trilce: TRI - 0598535



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, CUSIMAYTA MORALES STHEFANY ISABEL estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Diseño de Pavimento Permeable Empleando Residuos de Concreto como Mejora a la Resistencia, Avenida Prolongación Revolución, Huarochirí 2023", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

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

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

Nombres y Apellidos	Firma
STHEFANY ISABEL CUSIMAYTA MORALES DNI: 75818125 ORCID: 0000-0002-8955-7678	Firmado electrónicamente por: SCUSIMAYTAM el 18- 07-2023 23:12:41

Código documento Trilce: TRI - 0598537

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CÁRATULA	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE GRÁFICO Y FIGURAS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	7
III. METODOLOGÍA	14
3.1 Tipo y diseño de investigación	15
3.2 Variable y operacionalización	15
3.3 Población, muestra y muestreo	17
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	18
3.5 Procedimiento.	19
3.6 Método de análisis de datos	19
3.7 Aspectos éticos.	20
IV. RESULTADOS	21
V. DISCUSIÓN	49
VI. CONCLUSIONES	55
VII. RECOMENDACIONES	57
REFERENCIAS	59
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	<i>Resultados del laboratorio, Agregado Reciclado</i>	25
Tabla 2.	<i>Resultados del laboratorio Granulometría, Agregado Reciclado</i>	26
Tabla 3.	<i>Resultados del laboratorio, Agregado Grueso</i>	28
Tabla 4.	<i>Resultados del laboratorio Granulometría, Agregado Grueso</i>	29
Tabla 5.	<i>Datos tomados en cuenta para el diseño de mezcla Patrón.</i>	31
Tabla 6.	<i>Diseño de Mezcla del concreto permeable para el diseño Patrón.</i>	31
Tabla 7.	<i>Tanda para un volumen de 0.05m³ del diseño Patrón.</i>	32
Tabla 8.	<i>Datos tomados en cuenta para el diseño de mezcla con 50% de residuos.</i>	32
Tabla 9.	<i>Diseño de Mezcla con 50% de residuos de concreto.</i>	33
Tabla 10.	<i>Tanda para un volumen de 0.05m³ del diseño con 50% de residuos.</i>	33
Tabla 11.	<i>Diseño de Mezcla con 75% de residuos de concreto.</i>	34
Tabla 12.	<i>Tanda para un volumen de 0.05m³ del diseño con 75% de residuos.</i>	35
Tabla 13.	<i>Diseño de Mezcla con 100% de residuos de concreto.</i>	35
Tabla 14.	<i>Tanda para un volumen de 0.05m³ del diseño con 100% de residuos.</i>	36
Tabla 15.	<i>Resultado del concreto permeable fresco</i>	37
Tabla 16.	<i>Resultado de resistencia del diseño patrón.</i>	37
Tabla 17.	<i>Resultado de resistencia del diseño con 50% de residuos.</i>	38
Tabla 18.	<i>Resultado de resistencia del diseño con 75% de residuos.</i>	38
Tabla 19.	<i>Resultado de resistencia del diseño con 100% de residuos.</i>	39

Tabla 20.	<i>Resultado del tiempo obtenido con el ensayo de permeabilidad.</i>	40
Tabla 21.	<i>Ubicación de calicatas.</i>	41
Tabla 22.	<i>Resultados de la Clasificación del Suelo.</i>	42
Tabla 23.	<i>Análisis de pesos en 1m³ de concreto permeable.</i>	46
Tabla 24.	<i>Precios de los agregados según el mercado actual.</i>	47
Tabla 25.	<i>Densidad de los agregados.</i>	47
Tabla 26.	<i>Precios por 1 m³ de concreto de los diseños realizados.</i>	48

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 1.	Fuente ACI 522, Reporte de Contenido de vacíos.	11
Figura 2.	Fuente ACI 522, Reporte de Permeabilidad.	12
Figura 3.	Plano de Ubicación del proyecto	22
Figura 4.	Plano de Ubicación 02 del proyecto	23
Figura 5.	Agredo Grueso de la empresa Construcciones Ecológicas	24
Figura 6.	Movilidad de acopio de Residuos.	24
Figura 7.	Acopio de residuos generales traídos de obras.	24
Figura 8.	Acopio de residuos de concreto ya limpios y triturados.	25
Figura 9.	Resultados del laboratorio grafico Granulometría, Agregado Reciclado	27
Figura 10.	Granulometría realizada a los agregados.	28
Figura 11.	Resultados del laboratorio grafico Granulometría, Agregado Grueso	30
Figura 12.	Acopio de agregado grueso Huso 67 Cantera Chillón.	30
Figura 13.	Ensayo de trabajabilidad realizado al concreto permeable fresco	36
Figura 14.	Ensayo de permeabilidad.	39
Figura 15.	Diseño de mezcla con 50% de residuos de concreto.	40
Figura 16.	Calicatas realizadas en la Av. Prolongación Revolución	41
Figura 17.	Gráficos de los Resultados del CBR	43

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo general determinar de qué manera el empleo de residuos de concreto mejorara la resistencia del diseño de pavimento permeable en la Avenida Prolongación Revolución, Huarochirí 2023; se empleó un enfoque de investigación cuantitativo, tipo de investigación Aplicada con un diseño de investigación Cuasi Experimental. Se evaluó una muestra de 1.50 kilómetros de la Avenida Prolongación Revolución y tuvo un muestreo no probabilístico.

Los resultados obtenidos a través de los ensayos de resistencia a compresión, flexión y permeabilidad, en relación al diseño patrón y al 50%, 75% y 100% de residuos de concreto son 242kg/cm^2 para el diseño patrón, con 50% de residuos se obtuvo 236kg/cm^2 , diseño con 75% de residuos se obtuvo 238kg/cm^2 y con un diseño de 100% de residuos se obtuvo 233kg/cm^2 , se consideró para los diseños un 15% de vacíos según parámetros de la norma ACI-522. Con lo que se concluyó que los residuos de concreto influyen significativamente en la resistencia del diseño de pavimento permeable en la Avenida Prolongación Revolución, Huarochirí 2023, esto se debe a que algunas de las partículas de residuos de concreto se trituran al momento de la compactación dando una apariencia más compacta.

Palabras Claves: Residuos de concreto, concreto permeable, diseño de mezcla.

ABSTRACT

The present investigation has as a general objective to determine how the use of concrete residues will improve the resistance of the permeable pavement design in Avenida Prolongación Revolución, Huarochirí 2023; A quantitative research approach was used, a type of Applied research with a Quasi-Experimental research design. A sample of 1.50 kilometers from Avenida Prolongación Revolución was evaluated and had a non-probabilistic sampling.

The results obtained through the tests of resistance to compression, flexion and permeability, in relation to the standard design and 50%, 75% and 100% of concrete residues are 242kg/cm² for the standard design, with 50% residues 236kg/cm² was obtained, design with 75% residues 238kg/cm² was obtained and with a design of 100% residues 233kg/cm² was obtained. For the designs, 15% voids were considered according to the parameters of the ACI-522 standard. With which it was concluded that the concrete residues significantly influence the resistance of the permeable pavement design in Avenida Prolongación Revolución, Huarochirí 2023, this is due to the fact that some of the concrete residue particles are crushed at the time of compaction giving a more compact appearance.

Keywords: Pervious Concrete, mix design, permeability.

I. INTRODUCCIÓN

La construcción ha estado presente durante muchísimos años a lo largo de toda la historia, atravesado grandes cambios para llegar a una actualidad en la que debido a las necesidades humanas se han generado grandes avances como también desarrollo económico y tecnológico esto para hacer de los proyectos más seguros, cómodos y rentables. Pero este lado positivo de la construcción vino de la mano una problemática mundial; pues tantos cambios, tantas mejoras generaron destrucciones y remodelaciones que conllevo a una contaminación ambiental a gran escala con los desechos de construcción; el más común de esto son los residuos de concreto ya que es uno de los principales materiales empleados en todo proyecto, entonces ¿Qué hacer con los residuos de concreto?

En cada infraestructura realizada se observa el concreto, es el más empleado debido a su alta resistencia de perdurar con el tiempo; pero esto no garantiza su apego con el medio ambiente. “La industria de la construcción es responsable de la gran parte de la contaminación de la que padece el medio ambiente y la incipiente falta de recursos naturales” (Delgado, 2023, párr.2). Los residuos de concreto son producto de demolición de viviendas, pavimentos rígidos, postes, veredas y un sinnúmero de usos que se le da en las infraestructuras es por ello el enorme desperdicio que genera.

Un ejemplo de cuanto afecta al ecosistema se pudo observar en la pandemia generada a nivel mundial Covid-19, pues los datos estadísticos de avance de la construcción habían descendido mostrando un cambio a nivel ecológico en todo el mundo. Pero ya esto ha vuelto a surgir, “De acuerdo con un estudio de la transnacional Marsh, la construcción se convertirá en un motor global para el crecimiento en la etapa de postpandemia” (Lozano,2022, párr. 2) es por ende que se deben tomar medidas de acción y control de residuos.

Si se abarcaría a nivel internacional esta problemática se tiene datos estadísticos de cómo es la contaminación y cuanto daño le hace al planeta, como es el caso de “La Unión Europea genera más de 2.500 millones de toneladas de residuos al año y los derivados de la construcción y la demolición (RCD) ocupan la primera posición en el ranking, según datos de Eurostat.” (Bueno, 2023, párr. 1)

Así como también en otros países como en Estados Unidos, ya que los residuos de construcción y demolición en este país representan aproximadamente alrededor del 40% de los residuos sólidos del país, una cifra que realmente es alarmante. (Rodríguez, 2022, párr. 2). España no es ajena a esta realidad pues el sector de la construcción se sitúa también en primer lugar con el 29,8% del total de residuos que se generan en el país. (Bueno, 2023, párr. 1)

En el Perú también se ha observado la contaminación, pero por el momento el Perú no cuenta con ratios de generación de residuos de la industria de la construcción, pero indicadores internacionales señalan que por cada metro cuadrado de construcción se genera un 20% de residuos no peligrosos y 3% de residuos peligrosos. (MirafloresNoticias, 2022, párr. 3)

En Lima estos datos son alarmantes ya que debido a remodelaciones en la zona costera del país se recogieron más de 110 toneladas de residuos de construcción, demolición y domiciliarios. (La República, 2020, párr. 1)

En las zonas aledañas a Huarochirí como en el distrito de Comas también se ha encontrado acopios de residuos de construcción por lo que municipalidades eliminaron más de 500 toneladas de residuos sólidos y desmonte, que se encontraban en varios tramos de la avenida Trapiche en el distrito de Comas. (Andina, 2020, párr. 1)

Todos estos residuos de construcción generan contaminación al medio ambiente, trayendo enfermedades consigo así mismo la pérdida de espacios habitables o espacios urbanos donde se podrían realizar parques o zonas de recreo. Además, el excesivo uso de materiales para el empleo de concreto nos lleva a una inadecuada explotación de canteras donde se extrae los agregados gruesos y finos para estos concretos.

Debido a esta problemática es por ello que se desea buscar una solución a la abundante contaminación que existe, analizando medidas de cómo reutilizar estos residuos de concreto es por ello que se analizara esta interrogante. ¿De qué manera el empleo de residuos de concreto mejorara la resistencia del diseño del pavimento permeable en la Avenida Prolongación Revolución, Huarochirí 2023?

La justificación teórica de esta investigación pretende dar acceso a nuevos investigadores los conocimientos de emplear concreto reciclado como un agregado grueso para pavimentos permeables, ya que muchas veces se busca medidas de trituración más finas por lo que resulta mayores costos.

Como justificación practica se tiene un diseño alternativo económico, ecológico y de reutilización de agua, debido a la utilización de ensayos normados según ACI522. A sí mismo como justificación metodológica permite conocer las propiedades mecánicas de un diseño de pavimento permeable, por lo que surgen nuevas ideas de un pavimento ecológico.

¿De qué manera el empleo de residuos de concreto mejorara la resistencia del diseño del pavimento permeable en la Avenida Prolongación Revolución, Huarochirí 2023?

¿Cómo influye en el diseño de mezcla la incorporación de residuos de concreto en un pavimento permeable en la Avenida Prolongación Revolución, Huarochirí 2023?

¿Cómo influye en las propiedades mecánicas, la incorporación de residuos de concreto en un pavimento permeable en la Avenida Prolongación Revolución, Huarochirí 2023?

¿Cómo influye en la escorrentía el empleo de un pavimento permeable con concreto reciclado en la Avenida Prolongación Revolución, Huarochirí 2023?

¿Cómo influye en los costos el empleo de concreto reciclado para un diseño de pavimento permeable en la Avenida Prolongación Revolución, Huarochirí 2023?

Determinar de qué manera el empleo de residuos de concreto mejorara la resistencia del diseño del pavimento permeable en la Avenida Prolongación Revolución, Huarochirí 2023

Determinar cómo influye en el diseño de mezcla, la incorporación de residuos de concreto en un pavimento permeable en la Avenida Prolongación Revolución, Huarochirí 2023.

Determinar cómo influye en las propiedades mecánicas, la incorporación de residuos de concreto en un pavimento permeable en la Avenida Prolongación Revolución, Huarochirí 2023.

Determinar cómo influye en la escorrentía el empleo de un pavimento permeable con concreto reciclado en la Avenida Prolongación Revolución, Huarochirí 2023.

Determinar cómo influye en los costos el empleo de concreto reciclado para un diseño de pavimento permeable en la Avenida Prolongación Revolución, Huarochirí 2023.

El empleo de residuos de concreto mejorara la resistencia del diseño del pavimento permeable en la Avenida Prolongación Revolución, Huarochirí 2023.

La incorporación de residuos de concreto influye en el diseño de mezcla de un pavimento permeable en la Avenida Prolongación Revolución, Huarochirí 2023.

El empleo de concreto reciclado influye en las propiedades mecánicas de un pavimento permeable en la Avenida Prolongación Revolución, Huarochirí 2023.

El empleo de un pavimento permeable con concreto reciclado influye en la escorrentía de la Avenida Prolongación Revolución, Huarochirí 2023.

El empleo de concreto reciclado influye en los costos para un diseño de pavimento permeable en la Avenida Prolongación Revolución, Huarochirí 2023.

II. MARCO TEÓRICO

Dos Santos, De Carvalho y Alves (2023), en su estudio de "Comportamiento de los agregados de concreto reciclado en el relleno de dovelas en muros de suelo reforzados con geomallas" investiga el uso de agregados de concreto reciclado como material de relleno para bloques dovelares en muros de suelo reforzado con geomalla, estos residuos se analizaron mediante ensayos de caracterización física y de resistencia de conexión bajo tensiones normales de 40 kN/m² , 50 kN/m² , 60 kN/m² , 80 kN/m² y 100 kN/m² , con el fin de su tracción. Luego de realizar las pruebas de resistencia el aumento de las tensiones normales contribuyó para una reducción más expresiva de las características físicas y de desempeño de la resistencia de los residuos en relación a los resultados del ensayo con agregados normales.

Fernanda Santos [et al], (2022). Realizaron el estudio de "Utilización de áridos reciclados de la construcción civil en morteros autocompactantes" tuvo como objetivo verificar el comportamiento de áridos en diseños de concreto autocompactantes como sustitución del cemento, se utilizaron software para optimizar la elección de porcentajes de áridos reciclados, concluyendo que los ensayos de resistencia a la compresión y flexión mostraron una reducción en las propiedades mecánicas del material así también. se pueden agregar ladrillos usados y desechos cerámicos para reemplazar el cemento sin pérdida significativa de propiedades en estado fresco y endurecido.

M. Sukhija, A. Chandrappa y N. Saboo (2021), realizaron el estudio de "Novedosos bloques de adoquines de hormigón permeable para pavimentos sostenibles" publicado en *Journal of Testing and Evaluation* 50. Mencionan que los pavimentos de hormigón permeable (PCP) son conocidos por sus poros interconectados que proporcionan beneficios medioambientales. Los PCP son una de las mejores prácticas de gestión de aguas pluviales, pero su implementación aún es escasa. En este estudio, se fabricaron nuevos adoquines de hormigón permeable según el procedimiento de fábrica y se probaron sus propiedades. En general, el estudio tuvo como objetivo proporcionar un enfoque alternativo para implementar PCP en forma de bloques entrelazados, que se pueden construir fácilmente con un soporte mínimo de maquinaria.

Hemalatha T., Ranjit Raj N., Gopal R. (2021), realizaron la investigación de “Concreto permeable para muros verdes” publicado en American Society of Civil Engineers (ASCE). Los muros verdes, estructuras construidas cubiertas de vegetación, están ganando impulso en la actualidad debido a los beneficios que imparten los muros, Trabajos recientes han demostrado que las paredes verdes se pueden desarrollar utilizando concreto permeable hecho de cemento y agregado grueso con poco o ningún agregado fino. En este estudio se hizo concreto permeable con 25% de huecos con cemento simple y una mezcla de cenizas volantes. El abono se hizo en el laboratorio utilizando cáscaras de frutas y verduras y se mezcló con tierra de jardín para rellenar los huecos del hormigón permeable. Se están realizando más estudios para mejorar el diseño de concreto permeable para usar este sustrato como muros verdes integrados para estructuras construidas de bajo mantenimiento.

Shihui Wang, [et al] (2022). “Transporte y fuentes de nitrógeno en la escorrentía de aguas pluviales a escala de captación urbana”. Revelar el transporte y las fuentes de nitratos en la escorrentía de aguas pluviales urbanas puede gestionar eficazmente la contaminación por nitratos en áreas urbanas. El nitrato de agua de lluvia puede haber ocupado el segundo lugar debido al tiempo de confluencia, el nivel de contaminación y otros factores que hicieron que el agua de lluvia redujera las características de contaminación de la escorrentía del techo. Este trabajo es útil para obtener una mejor comprensión del transporte y las fuentes de nitrato que varían dinámicamente dentro de las diferentes vías de flujo hidrológico, y se espera que los resultados mejoren las medidas específicas para mitigar la contaminación por nitratos en los sistemas de agua urbanos.

Yukun Ma, [et al] (2021). Realizó el estudio de “Proceso de transporte y contribución de la fuente de nitrógeno en la escorrentía de aguas pluviales de cuencas urbanas”. El nitrógeno en las aguas pluviales urbanas se ha estudiado ampliamente, y la gestión eficaz de la contaminación por nitrógeno es fundamental para mejorar las aguas pluviales urbanas y la calidad del agua receptora. Esto requiere una comprensión profunda del proceso de transporte y la contribución de la fuente al nitrógeno disuelto y en partículas en las aguas pluviales de las cuencas de

captación urbanas. Los resultados proporcionaron varias sugerencias para la gestión de la contaminación por nitrógeno en las cuencas hidrográficas urbanas. Este estudio podría ayudar a comprender completamente el transporte y las fuentes de contaminación por nitrógeno en las aguas pluviales urbanas y proporcionar recomendaciones al gobierno para implementar estrategias apropiadas de gestión de aguas pluviales para minimizar la contaminación de las aguas pluviales.

Lujan y Rodríguez (2021), en su investigación de “Estudio de los residuos de la construcción y demolición como agregado grueso para la construcción de espacios públicos recreativos en el distrito de Trujillo” tuvo como fin la reutilización de residuos de construcción con tamaños de $\frac{1}{2}$ ” con ello se diseñó concreto con porcentajes de 50% y 100% para una resistencia de 175 kg/cm^2 , estos fueron sometidos a compresión los cuales no elevaron su resistencia pero se determinó que si son viables ya que todos llegaron a la resistencia deseada por el diseño.

Bazalar y Cadenillas (2019), en su investigación para obtener el título de Ingeniero civil “Propuesta de agregado reciclado para la elaboración de concreto estructural con $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ en estructuras aperticadas en la ciudad de Lima para reducir la contaminación ambiental” evaluó el concreto en distintas proporciones con agregado grueso de residuos de construcción con ello determino que los residuos tienen más porcentajes de absorción, pero su resistencia no se diferencia mucho a un diseño concreto normal.

Arce (2019), realizo el estudio de “Recuperación de aguas pluviales en la ciudad de Arequipa utilizando concreto permeable en vías públicas” para obtener el título de Ingeniero Civil, es este estudio el plantea una opción de solución a las dificultades con la inundación y escorrentía superficial en los estacionamientos. El tipo de investigación fue de carácter descriptivo; en esta investigación se tomó como muestra dos representaciones de una losa realizada con concreto permeable con medidas de $0.40 \text{ m} \times 0.40 \text{ m} \times 0.10 \text{ m}$, resultando un volumen de 0.016 m^3 ; esto permitió llevar las aguas pluviales a lugares de acopio como cisternas subterráneas y con esto una reutilización en riego de áreas verdes en Villa Médica.

Obregón (2021), realizó la investigación de “Relación entre la Estructura de vacíos y las Propiedades de un Concreto Permeable para su uso en Pavimentos” con el fin de obtener el Título profesional de ingeniero civil, este tuvo como objetivo generar una propuesta de diseño para un Pavimento Rígido de Concreto Poroso y su relación entre la estructura de vacíos para su uso en pavimentos, sobre la resistencia a compresión del concreto de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, en donde se utilizaron porcentaje de vacíos en el concreto poroso de 15%, 20% y 25 % para verificar la resistencia concluyendo que en resultados de resistencia no se diferencian mucho a los 7 días 14 días y 28 días a comparación de un diseño de concreto convencional.

Contenido de vacíos

Según los estudios realizados (ACI 522R-10) hay una variación de variables entre la resistencia a compresión y la permeabilización o el contenido de vacíos. Es decir, si aumenta la permeabilización o contenido de vacíos, la resistencia a compresión o flexión disminuiría, tal cual como se ve en las figuras. Como también sabemos que mientras más aumenta el contenido de vacíos, mayor es la permeabilización.

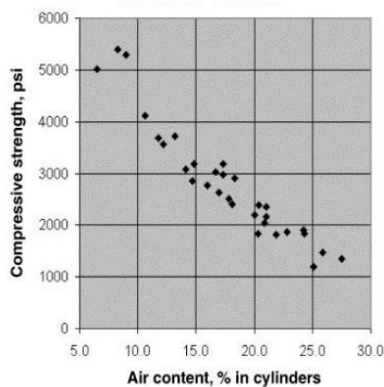


Figura 1. Fuente ACI 522, Reporte de Contenido de vacíos.

El ACI demostró mediante estudios y pruebas en laboratorios que el porcentaje de vacíos que debe de contener un concreto u hormigón permeable es entre 14% a 31%, para así obtener una resistencia superior a 140 kg/cm^2 .

Permeabilidad

Debido a las características principales del concreto permeable se filtra a través de su estructura porosa. Según los estudios realizado por el ACI, en la figura se demuestra que, mientras mayor sea el porcentaje de contenido de aire en el concreto, la permeabilidad aumentará, pero la resistencia a compresión y tensión disminuye. Estos cálculos se obtienen por el método ACI-522R-10.

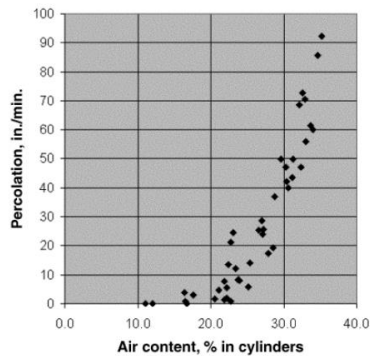


Figura 2. Fuente ACI 522, Reporte de Permeabilidad.

Aditivos

Los aditivos tienen como objetivo modificar las propiedades físicas del concreto en estado fresco, para esta tecnología de concreto permeable hay varios factores en contra, ya sea para la manipulación y la variación de variables entre resistencia y permeabilidad, por lo que hay aditivos que puedan ayudar al control de hidratación, modificación de la viscosidad, aumentar la resistencia, la buena manipulación en la aplicación. Es por este motivo que se analiza un aditivo superplastificante de rango alto de Soquimic Fluidcon 500H.

Soquimic 500H

Este es un aditivo superplastificante tiene una elevada plasticidad el cual ayuda a aumentar la resistencia del concreto debido a que reduce la permeabilidad en un concreto convencional.

Residuos de Concreto

Lazo y Manrique (2021), en su investigación titulada “Desempeño de la mezcla asfáltica utilizando residuos de concreto como reemplazo parcial del agregado grueso” analizo ensayos físicos a los residuos de concreto como los ensayos de granulometría, Abrasión, Marshall para poder determinar el desempeño de la mezcla asfáltica con dichos residuos. Concluyendo en un reemplazo del 35% de residuos, los resultados dieron favorables en la granulometría pues está dentro de los parámetros permitidos, así como en el desgaste de Abrasión ya que resulto un 30.02% de dureza.

Concreto Permeable

Rengifo y Valles (2019), en su investigación titulada “Diseño del Concreto Permeable para mejorar la Evacuación de Aguas Pluviales en las Ciclovías en Jr. Ramón Castilla C-8 a C-13, y Jr. los Girasoles C-1 a C-3 - Tarapoto, 2019”, de tipo experimental , la cual tuvo como problemática las condiciones ineficientes de las obras pluviales para el control de aguas provenientes de las lluvias, enfatizando el colapso del drenaje pluvial durante el fenómeno del Niño, dicha investigación define conceptualmente a la evacuación de aguas pluviales a la agrupación de alcantarillas que transportaran aguas provenientes de la lluvia.

Sopan y Soto (2020), en su trabajo de investigación titulado “Propuesta de diseño de pavimento, utilizando concreto permeable para el control del drenaje pluvial en el Jr. Malecón Germán Aliaga de la ciudad de Tocache”, el cual tuvo un enfoque mixto: cualitativo y cuantitativo, define a las aguas pluviales como al agua que ingresa en la red de alcantarillado que son originarios por fenómenos meteorológicos con precipitación. Dicha investigación buscó establecer un tipo de concreto permeable, capaz de infiltrar las aguas provenientes de las precipitaciones y conducir las a drenajes artificiales o naturales y dar solución al problema de aniego en zonas con topografía plana y lluviosas; para ello las técnicas que empleo para la recolección de datos se basaron en encuestas y ensayos de laboratorio.

III. METODOLOGÍA

3.1 TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACION

TIPO DE INVESTIGACIÓN: APLICADA

El tema del trabajo de investigación es de tipo aplicada, pues se basa en procesos de recolección de datos y requiere documentación necesaria, ya que la investigación cuenta con procedimientos en los laboratorios para el diseño del pavimento permeable con residuos de concreto, con esto se pretende plantear problemas concisos para soluciones específicas.

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: CUASI EXPERIMENTAL

El proyecto de acuerdo a su diseño de investigación es experimental del tipo Cuasi-Experimental, ya que se manipula la variable residuos de concreto y pavimento permeable guiadas por normativas ya existentes en relación al concreto poroso, pero aun así se planteas nuevas ideas de una construcción ecológica.

3.2. VARIABLE Y OPERACIONALIZACION

Variable Independiente: RESIDUOS DE CONCRETO

- Definición Conceptual

Los residuos de concreto son aquellos elementos que surgen de los desechos de una vivienda en demolición o de reparaciones de edificaciones, estos se encuentran en demoliciones de columnas, vigas o en placas echas de concreto. (Huamani, Valdera, Vela, 2019, p.4).

- Definición Operacional

La Variable residuos de concreto, se va medir en función de cada uno de los indicadores de las dimensiones.

- Indicadores

Cantidad de Desechos recolectados, así como también de que materiales proviene estos desechos.

- Escala de Medición

La variable tendrá una escala de medición de tipo razón puesto que permite hacer la comparación de cantidad de desechos que se encuentran en las muestras, así como la disminución de la contaminación.

Variable Dependiente: PAVIMENTO PERMEABLE

- Definición Conceptual

El considera pavimento permeable a un diseño de mezcla que tiene la propiedad que deja pasar el agua por la porosidad que posee este elemento; está compuesto por más agregado grueso y casi nada de agregado fino, además de cemento y aditivos que ayudan que contenga la resistencia y permeabilidad deseada. (Abarca, Criollo, 2019, p.8).

- Definición Operacional

El pavimento permeable será validado a través de diversos tipos de diseño que permitan alcanzar una resistencia óptima, así como la evacuación de aguas pluviales, respetando la norma ACI.

- Indicadores

Prueba de Resistencia a la compresión

7 días

14 días

28 días

Prueba de permeabilidad

Con 50% de residuos

Con 75% de residuos

Con 100% de residuos

- Escala de medición

Se realizará mediante la escala ordinal y nominal pues clasifica y ordena los datos, según sus: Propiedades físicas% Dosificación, Permeabilidad, Resistencia y Costo.

3.3. POBLACION, MUESTRA Y MUESTREO

- POBLACIÓN

El informe de investigación abarcara una población de 1.50 kilómetros de la Avenida Prolongación Revolución ubicada en la provincia de Huarochirí, con el fin de obtener datos acerca de las variables en nuestro trabajo de investigación se extraerán muestras de suelo para ser estudiadas. La población según Tamayo (2008) afirma que es la “totalidad de un fenómeno de estudio, incluye la totalidad de unidades de análisis o entidades de población que integra dicho fenómeno y que debe cuantificarse para un determinado estudio integrando un conjunto N de entidades que participan para una determinada característica [...]” (p.176).

Criterios de Inclusión

Dado que esta zona es una carretera muy concurrida para poder unir los distritos más grandes de lima los cuales son San Juan de Lurigancho y Comas, así mismo es una vía la cual no ha tenido trabajos de pavimentación por lo que necesita un estudio para poder mejorar el paso vehicular.

Criterios de Exclusión

La ubicación de esta carretera es muy alejada y no llega transporte personal ya que se encuentra en una zona de poco acceso, así mismo no cuenta con alumbrado público, ni agua ni desagüe debido a la falta de construcciones a su alrededor

- MUESTRA

En la presente investigación se elaborará 36 probetas de concreto permeable los cuales serán de 4 diseños mezclas, estas probetas se analizarán bajo ensayos de resistencia y permeabilidad. Por otra parte, Niño (2015) define a la muestra como “[...] una porción de un colectivo o de una población determinada, que se selecciona con el fin de estudiar la permeabilidad de dichas propiedades que caracterizan a la totalidad de dicha población” (p.55).

- MUESTREO

En este proyecto de investigación se usó el muestreo “no probabilístico” el cual está condicionado por dos aspectos, uno de ellos está relacionado en el diseño cuasi experimental de la investigación, ya que se usan métodos ya establecidos, pero de igual forma se maneja la variable para conseguir datos esperados; el otro consiste en elementos que sirven para la muestra estuvieron relacionados por su parecido en el estudio de un desarrollo sostenible.

- UNIDAD DE ANÁLISIS

El análisis se basó en la importancia de conexión de carreteras, el tránsito existente en las vías y la distancia que comprende esta carretera sin asfaltar.

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

“La recolección de datos es parte fundamental de toda investigación pues esto determina el logro de los resultados.” (Hernández y Duana, p51, 2020). Las técnicas de recolección de datos son pasos o ensayos los cuales tienen que ser seguras y verídicas ya que esto demuestra el estudio que uno está realizando para llegar a resultados correctos y confiables.

Las técnicas que se utilizaron en este proyecto de investigación fue el Análisis de Laboratorio y la observación sistemática. El análisis de laboratorio consiste de ensayo de porcentaje de finos, granulometría, peso específico, absorción, peso unitario compactado y suelto, porcentaje de humedad, ensayos para el diseño del concreto y resistencia a la compresión.

En cuanto a la observación sistemática se analizó visualmente la composición correcta que debe tener el concreto de acuerdo a su pasta y slump requerido, así mismo el estado de compactación de cada probeta de concreto fraguado.

3.5. PROCEDIMIENTOS

Para este proyecto de investigación se realizó experimentos de laboratorio los cuales fueron en condiciones controladas, guiadas mediante la norma ACI-522. Las muestras y datos se obtuvieron a cargo del Laboratorio de ensayos de materiales de CG & M Proyectos y Construcciones, en donde presentan resultados correctos y confiables en cuanto a sus muestras; así mismo se llevó a cabo los días de curado en sus pozas de agua las cuales están en perfecto estado.

En esta investigación se llevó un exhaustivo control de las probetas por lo que se tuvo el apoyo de programas como del software Microsoft Excel, el cual apporto en gráficos estadísticos, así mismo se analizó todos los datos extraídos y se llegó a conclusiones exactas.

También se realizó la observación en todo el proceso de mezclado del concreto el cual ayudo a afinar los datos de diseño de mezcla por lo que se llegó al correcto diseño, así mismo en el momento de las rupturas analizando el tipo de ruptura que posee cada muestra se llegó a datos de resistencia de cada probeta y diseño.

3.6. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS

La información bibliográfica que se usó en este proyecto de investigación se obtuvo a partir de análisis reglamentarios y documentales, así como también fichas de trabajo que ayudaron a recolectar datos estadísticos, y realizar aspectos importantes. También se tuvo en cuenta la observación ya que mediante esta se analizó el resultado de las probetas y de esta forma reafirmar el diseño de concreto permeable.

3.7. ASPECTOS ÉTICOS

Se realizó una cuidadosa extracción de bibliografías ya que no se realizó ningún acto ilícito. Se consideró los aspectos importantes de cada investigación de acuerdo al tema de investigación, llegando a análisis propios de acuerdo a lo investigado, así mismo realizando paráfrasis que aportan a esta investigación.

Los instrumentos utilizados para la extracción de datos son verídicos y de propia autonomía del autor ya que se recopilan muchos datos de laboratorio los cuales los certifica las instituciones contratadas. Finalmente se lleva a cabo un empleo de cuadros estadísticos los cuales también son de propia autonomía del autor por lo que aportara a datos estadísticos que podrán ser comparables para otras investigaciones.

IV. RESULTADOS

- **Ubicación**

Para el estudio del Pavimento Permeable con concreto reciclado se eligió la carretera de la Avenida Prolongación Revolución, ubicada en el distrito de Huarochirí, conexión con la carretera comúnmente llamada Pasamayito.

Esta carretera tiene un tramo de 1.50 Kilómetros, y está ubicada en la intersección de dos grandes distritos San Juan de Lurigancho y Comas, esta vía hace que el transporte a estos distritos sea en un tramo más corto debido a que cruza el interior de “Ciudad Munay”.

“Ciudad Munay” es el nombre dado por una inmobiliaria que tiene como propósito la venta de terrenos brindando una proyección de zonificación urbanística, Cercos Perimétricos, escaleras y excelente conectividad por la carretera.

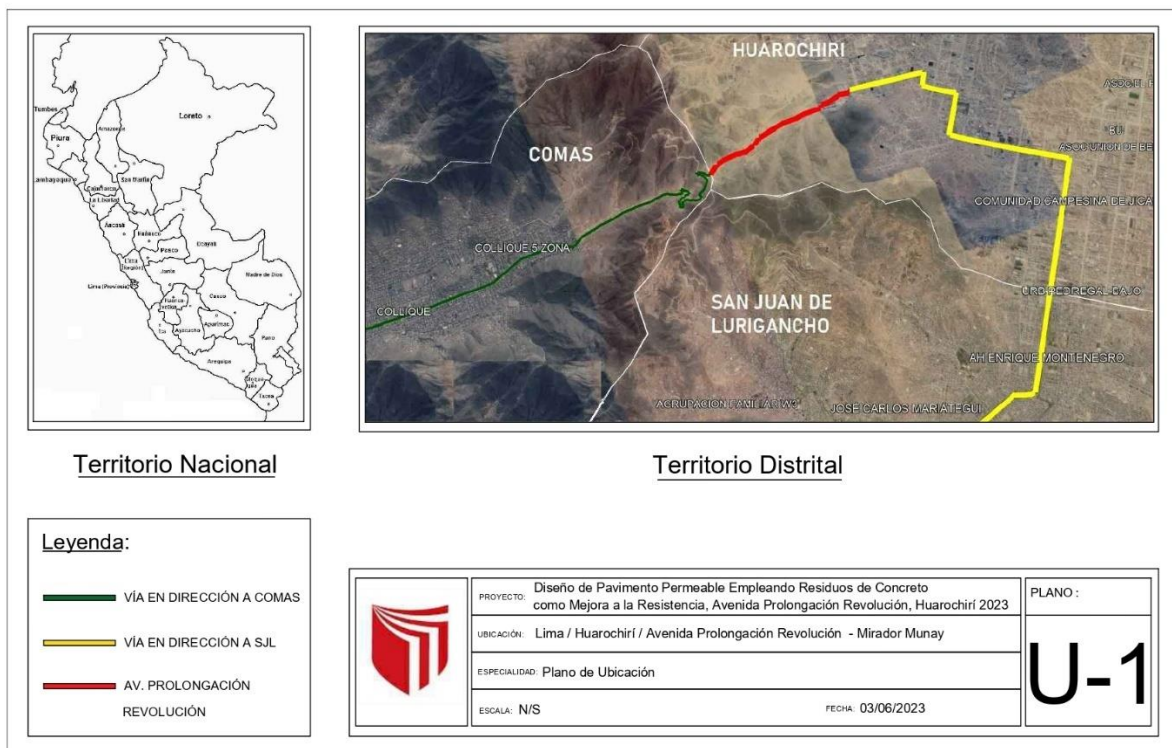


Figura 3. Plano de Ubicación del proyecto

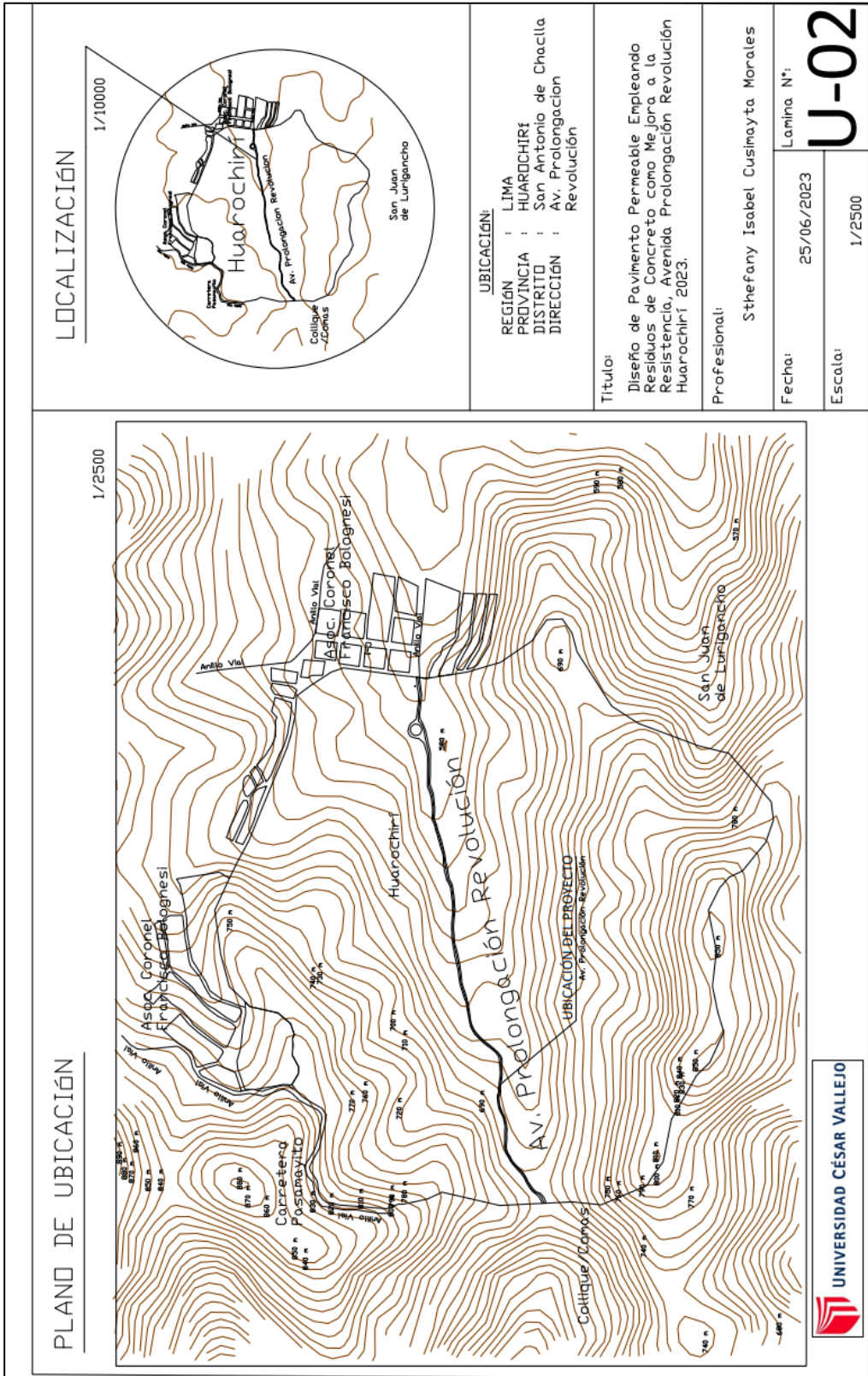


Figura 4. Plano de Ubicación 02 del proyecto

- **Agregados Utilizados**

Concreto Reciclado

Para este estudio se investigó y entrevistó a la empresa CONSTRUCCIONES ECOLOGICAS, dedicada a la fabricación y comercialización de bloques de concreto, estos son fabricados con residuos de construcción ya que dentro de los servicios de esta empresa está el acopio de materiales de construcción los cuales son traídos de distintos puntos de lima.



Figura 5. Agregado Grueso de la empresa Construcciones Ecológicas



Figura 6. Movilidad de acopio de Residuos.

Esta empresa recolecta residuos de concreto proveniente de probetas de postes y de obras echas de concreto, se encargar de separar el concreto de otros desechos para luego triturarlos y con esto realizar adoquines de concreto reciclado.



Figura 7. Acopio de residuos generales traídos de obras.



Figura 8. Acopio de residuos de concreto ya limpios y triturados.

A este agregado se le realizo ensayos de laboratorio los cuales fueron:

- Granulometría
- Absorción
- Peso Especifico
- Peso Unitario Suelto y compactado

Dando como resultado lo siguiente:

Tabla 1. Resultados del laboratorio, Agregado Reciclado

MODULO DE FINESA	6.34%
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	1/2"
PESO ESPECIFICO SECO	2.36
PESO ESPECIFICO SSS	2.49
% ABSORCION	5.44
% PASANTE DE MALLA #200	0.82
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m ³)	1305
PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m ³)	1430

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 2. Resultados del laboratorio Granulometría, Agregado Reciclado

MALLA	PESO RETENIDO (GRAMOS)	%RETENIDO	% RETENIDO ACUMULDO	%PASANTE ACUMULADO
3"	0.0	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	190.0	38.0	38.0	62.0
3/8"	97.0	19.4	57.4	42.6
#4	166.0	33.2	90.6	9.4
#8	33.0	6.6	97.20	2.8
#16	0.0	0.0	97.20	2.8
#30	0.0	0.0	97.20	2.8
#50	0.0	0.0	97.20	2.8
#100	0.0	0.0	97.20	2.8
FONDO	14.0	2.8	100.0	0.0
TOTAL	500.0	100.0	MODULO DE FINEZA	6.34

Fuente: Elaboración Propia

Dando como resultado lo siguiente:

Tabla 3. Resultados del laboratorio, Agregado Grueso

MODULO DE FINESA	6.97%
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	3/4"
PESO ESPECIFICO SECO	2.66
PESO ESPECIFICO SSS	2.70
% ABSORCION	1.14
% PASANTE DE MALLA #200	0.22
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m ³)	1426
PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m ³)	1577

Fuente: Elaboración Propia



Figura 10. Granulometría realizada a los agregados.

Tabla 4. Resultados del laboratorio Granulometría, Agregado Grueso

MALLA	PESO RETENIDO (GRAMOS)	%RETENIDO	% RETENIDO ACUMULDO	%PASANTE ACUMULADO
3"	0.0	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	57.4	11.5	11.5	88.5
1/2"	275.9	55.2	66.7	33.3
3/8"	103.16	20.6	87.3	12.7
#4	60.18	12.0	99.4	0.6
#8	1.84	0.4	99.72	0.3
#16	0.0	0.0	99.72	0.3
#30	0.0	0.0	99.72	0.3
#50	0.0	0.0	99.72	0.3
#100	0.0	0.0	99.72	0.3
FONDO	16.4	0.3	100.0	0.0
TOTAL	500.0	100.0	MODULO DE FINEZA	6.97

Fuente: Elaboración Propia

- **Diseño del Concreto**

Diseño Patrón

Para el diseño del concreto Patrón se consideró con los siguientes datos:

Tabla 5. *Datos tomados en cuenta para el diseño de mezcla Patrón.*

Resistencia del Concreto (kg/cm ²)	210
a/c	0.28
Cementante Total (kg)	380
% Aditivo (Fluidcon 500H)	0.80
%Humedad del Agregado Grueso Chillón	0.60
%Absorción de Agregado Grueso	1.14
Peso Específico del Agregado Grueso	0.266
%Aire	15%

Fuente: Elaboración Propia

Se realizo los cálculos para el diseño Patrón, resultando:

Tabla 6. *Diseño de Mezcla del concreto permeable para el diseño Patrón.*

MATERIALES	P. ESP kg/m ³	HUM. %	ABS. %	PESO SECO kg/m ³	VOLUMEN	PESO S.S.S. kg/m ³	CORRECCIÓN POR HUMEDAD
Cemento	3120	-	-	380	0.12179	380	380
Agua	1000	-	-	106.00	0.10600	125	114.90
Piedra Chillón	2660	0.6	1.14	1648.39	0.61970	1648	1658.28
FLUIDCON 500 H	1210	-	-	3.03	0.00251	3.03	3.03
Aire	-	-	-	15.00%	0.1500		
TOTAL					1.0000	2156	2156.2

Fuente: Elaboración Propia

Se uso una tanda de prueba para un volumen de 0.05m³ para realizar 9 probetas las cuales serán curadas en pozas de agua hasta cumplir sus 7, 14 y 28 días.

Tabla 7. Tanda para un volumen de 0.05m³ del diseño Patrón.

MATERIALES	TANDA DE PRUEBA	
	DOSIFICACION	UNIDAD
Cemento	19.00	kg
Agua	5.75	L
Piedra Chillón	82.91	kg
FLUIDCON 500 H	151.7	gr

Fuente: Elaboración Propia

Diseño de mezcla con Residuos de Concreto al 50%

Para el diseño del concreto permeable con residuos al 50%, se realizó con los siguientes datos:

Tabla 8. Datos tomados en cuenta para el diseño de mezcla con 50% de residuos.

Resistencia del Concreto (kg/cm ²)	210
a/c	0.28
Cementante Total (kg)	380
% Aditivo (Fluidcon 500H)	0.80
%Humedad del Agregado Grueso Chillón	0.60
%Absorción de Agregado Grueso	1.14
Peso Específico del Agregado Grueso	0.266
%Aire	15%
%Humedad de los residuos de concreto	2.02
%Absorción de los residuos de concreto	5.44
Peso Específico de los residuos de concreto	0.236

Fuente: Elaboración Propia

Se realizo los cálculos para el diseño con 50% de residuos de concreto, resultando:

Tabla 9. *Diseño de Mezcla con 50% de residuos de concreto.*

MATERIALES	P. ESP kg/m ³	HUM. %	ABS. %	PESO SECO kg/m ³	VOLUMEN	PESO S.S.S. kg/m ³	CORRECCIÓN POR HUMEDAD
Cemento	3120	-	-	380	0.12179	380	380
Agua	1000	-	-	106.00	0.10600	155	135.46
Residuos Concreto	2360	2.02	5.44	731.24	0.30985	731	746.01
Piedra Chillón	2660	0.6	1.14	824.20	0.30985	824	829.14
FLUIDCON 500 H	1210	-	-	3.03	0.00251	3.03	3.03
Aire	-	-	-	15.00%	0.1500		
TOTAL					1.0000	2094	2093.6

Fuente: Elaboración Propia

Se uso una tanda de prueba para un volumen de 0.05m³ para realizar 9 probetas las cuales serán curadas en pozas de agua hasta cumplir sus 7, 14 y 28 días.

Tabla 10. *Tanda para un volumen de 0.05m³ del diseño con 50% de residuos.*

MATERIALES	TANDA DE PRUEBA	
	DOSIFICACIÓN	UNIDAD
Cemento	19.00	kg
Agua	6.77	L
Residuos de concreto	37.30	kg
Piedra Chillón	41.46	kg
FLUIDCON 500 H	151.7	gr

Fuente: Elaboración Propia

Diseño de mezcla con Residuos de Concreto al 75%

Para el diseño del concreto permeable con residuos al 75% se tomaron en cuenta los datos de la **Tabla 8** resultando:

Tabla 11. *Diseño de Mezcla con 75% de residuos de concreto.*

MATERIALES	P. ESP kg/m ³	HUM. %	ABS. %	PESO SECO kg/m ³	VOLUMEN	PESO S.S.S. kg/m ³	CORRECCIÓN POR HUMEDAD
Cemento	3120	-	-	380	0.12179	380	380
Agua	1000	-	-	106.00	0.10600	170	145.74
Residuos Concreto	2360	2.02	5.44	1096.86	0.46477	1097	1119.02
Piedra Chillón	2660	0.6	1.14	412.10	0.15492	412	414.57
FLUIDCON 500 H	1210	-	-	3.03	0.00251	3.03	3.03
Aire	-	-	-	15.00%	0.1500		
TOTAL					1.0000	2062	2062.4

Fuente: Elaboración Propia

Se uso una tanda de prueba para un volumen de 0.05m³ para realizar 9 probetas las cuales serán curadas en pozas de agua hasta cumplir sus 7, 14 y 28 días.

Tabla 12. Tanda para un volumen de 0.05m³ del diseño con 75% de residuos.

MATERIALES	TANDA DE PRUEBA	
	DOSIFICACIÓN	UNIDAD
Cemento	19.00	kg
Agua	7.29	L
Residuos de concreto	55.95	kg
Piedra Chillón	20.73	kg
FLUIDCON 500 H	151.7	gr

Fuente: Elaboración Propia

Diseño de mezcla con Residuos de Concreto al 100%

Para el diseño del concreto permeable con residuos al 100% se tomaron en cuenta los datos de la **Tabla 8** resultando:

Tabla 13. Diseño de Mezcla con 100% de residuos de concreto.

MATERIALES	P. ESP kg/m ³	HUM. %	ABS. %	PESO SECO kg/m ³	VOLUMEN	PESO S.S.S. kg/m ³	CORRECCIÓN POR HUMEDAD
Cemento	3120	-	-	380	0.12179	380	380
Agua	1000	-	-	106.00	0.10600	186	156.02
Residuos Concreto	2360	2.02	5.44	1462.49	0.61970	1462	1492.03
Piedra Chillón	2660	0.6	1.14	0.00	0.00	0	0.00
FLUIDCON 500 H	1210	-	-	3.03	0.00251	3.03	3.03
Aire	-	-	-	15.00%	0.1500		
TOTAL					1.0000	2031	2031.1

Fuente: Elaboración Propia

Se uso una tanda de prueba para un volumen de 0.05m^3 para realizar 9 probetas las cuales serán curadas en pozas de agua hasta cumplir sus 7, 14 y 28 días.

Tabla 14. Tanda para un volumen de 0.05m^3 del diseño con 100% de residuos.

MATERIALES	TANDA DE PRUEBA	
	DOSIFICACIÓN	UNIDAD
Cemento	19.00	kg
Agua	7.80	L
Residuos de concreto	74.60	kg
Piedra Chillón	0.00	kg
FLUIDCON 500 H	151.7	gr

Fuente: Elaboración Propia

Resultados del concreto fresco

El resultado del slump para este diseño debe estar en 0" a 1" ya que se debe conseguir la suficiente pastosidad del concreto para que se pueda unir piedra y piedra para que quede vacíos conectados donde pueda filtrar el agua.



Figura 13. Ensayo de trabajabilidad realizado al concreto permeable fresco

Tabla 15. *Resultado del concreto permeable fresco*

Ensayos Concreto Fresco	Diseño Patrón	Diseño con 50% de Residuos de Concreto	Diseño con 75% de Residuos de Concreto	Diseño con 100% de Residuos de Concreto
Slump	<1/2"	<1/2"	<1/2"	<1/2"
T° del Aire	16.5	16.8	15.5	16.2
T° del Concreto	17.2	17.8	17.9	17.0
P.U. Teórico	2156	2094	2062	2031
P.U. Real	2100	2144	2092	2142
Rendimiento	1.027	0.977	0.986	0.948

Fuente: Elaboración Propia

Resultados de Resistencia a la Compresión

Diseño Patrón

Tabla 16. *Resultado de resistencia del diseño patrón.*

Probetas	7 días f'c (kg/cm²)	14 días f'c (kg/cm²)	28 días f'c (kg/cm²)
1	156	196	227
2	122	191	224
3	144	144	275
Promedio Total	141	195	242

Fuente: Elaboración Propia

Diseño con Residuos de concreto al 50%

Tabla 17. Resultado de resistencia del diseño con 50% de residuos.

Probetas	7 días	14 días	28 días
	f'c (kg/cm ²)	f'c (kg/cm ²)	f'c (kg/cm ²)
1	128	201	261
2	118	186	210
3	135	208	236
Promedio			
Total	127	198	235

Fuente: Elaboración Propia

Diseño con Residuos de concreto al 75%

Tabla 18. Resultado de resistencia del diseño con 75% de residuos.

Probetas	7 días	14 días	28 días
	f'c (kg/cm ²)	f'c (kg/cm ²)	f'c (kg/cm ²)
1	117	176	252
2	84	170	233
3	93	186	230
Promedio Total	98	177	238

Fuente: Elaboración Propia

Diseño con Residuos de concreto al 100%

Tabla 19. Resultado de resistencia del diseño con 100% de residuos.

Probetas	7 días	14 días	28 días
	f'c (kg/cm ²)	f'c (kg/cm ²)	f'c (kg/cm ²)
1	120	179	268
2	121	184	210
3	118	204	221
Promedio Total	120	189	233

Fuente: Elaboración Propia

Ensayo de Permeabilidad

Este ensayo se realizó elaborando el equipo de permeabilidad según la norma ACI.522 el cual mide cuando tiempo demora en atravesar un litro de agua una probeta de concreto permeable.

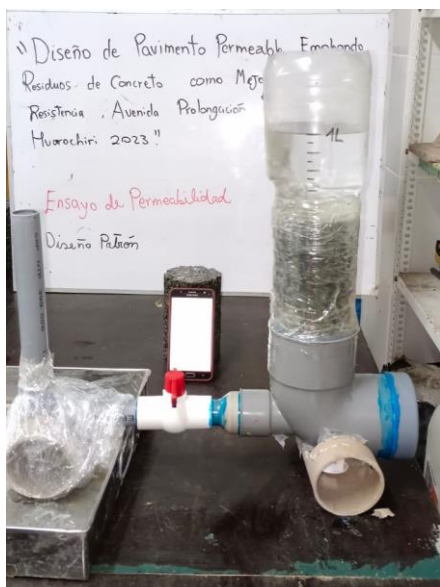


Figura 14. Ensayo de permeabilidad.

Tabla 20. Resultado del tiempo obtenido con el ensayo de permeabilidad.

Diseños	1era Muestra	2da Muestra	3ra Muestra	Prom.
Diseño Patrón	1'15.2"	2'23.03"	1'39.65"	1'59"
Diseño con 50% de C. Reciclado	4'03"	4'40.26"	3'42.58"	4'05"
Diseño con 75% de C. Reciclado	3'09.07"	3'38.58"	2'44.25"	3'20"
Diseño con 100% de C. Reciclado	24'09.37"	8'53.41"	16'31.06"	16'31"

Fuente: Elaboración Propia



Figura 15. Diseño de mezcla con 50% de residuos de concreto.

Diseño del pavimento permeable

Calicatas Realizadas

Se realizaron tres calicatas en la Avenida Prolongación Revolución, todas de 1.50metros los cuales se extrajo muestras para poder ser analizadas en el laboratorio.

Tabla 21. *Ubicación de calicatas*

Calicatas	Profundidad	Ubicación
C-1	1.50m	18L 244755.00 E; 8682672.00 S
C-2	1.50m	18L 284003.00 E; 8682573.00 S
C-3	1.50m	18L 283268.00 E; 8682300.00 S

Fuente: Elaboración Propia

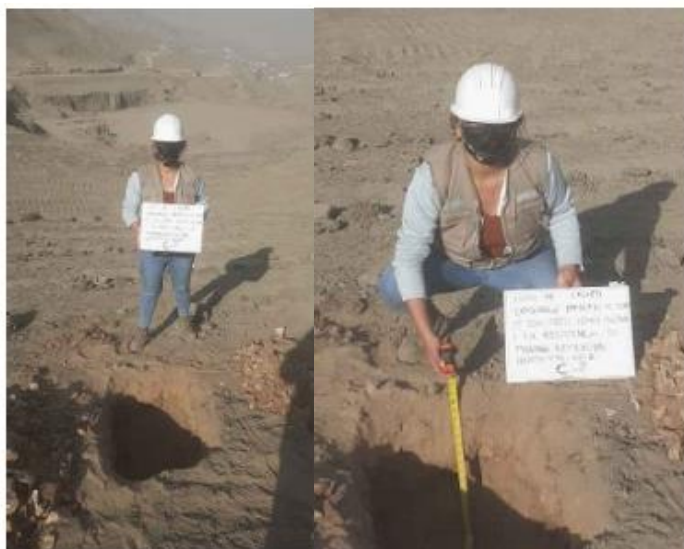
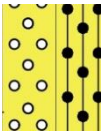

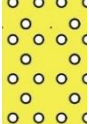


Figura 16. Calicatas realizadas en la Av. Prolongación Revolución

Ensayos del Laboratorio de suelos

Clasificación de Suelos

Tabla 22. Resultados de la Clasificación del Suelo.

CALICATAS REALIZADAS	LL	LP	IP	CLASIFICACIÓN SUCS	Descripción	Grafico
C-1	30	24	05	SW -SW	Arena Bien Graduada con Limo con Grava	
C-2	24	21	03	GP-GM	Grava Pobrememente Graduada con Limo con Arena	
C-3	-	-	-	SW	Arena Bien Graduada con Grava	

Fuente: Elaboración Propia

Ensayos de CBR

Se realizo el ensayo de CBR de la muestra extraída, la cual resulto un CBR al 95% de 51.0%, este resultado demuestra un suelo muy bueno.

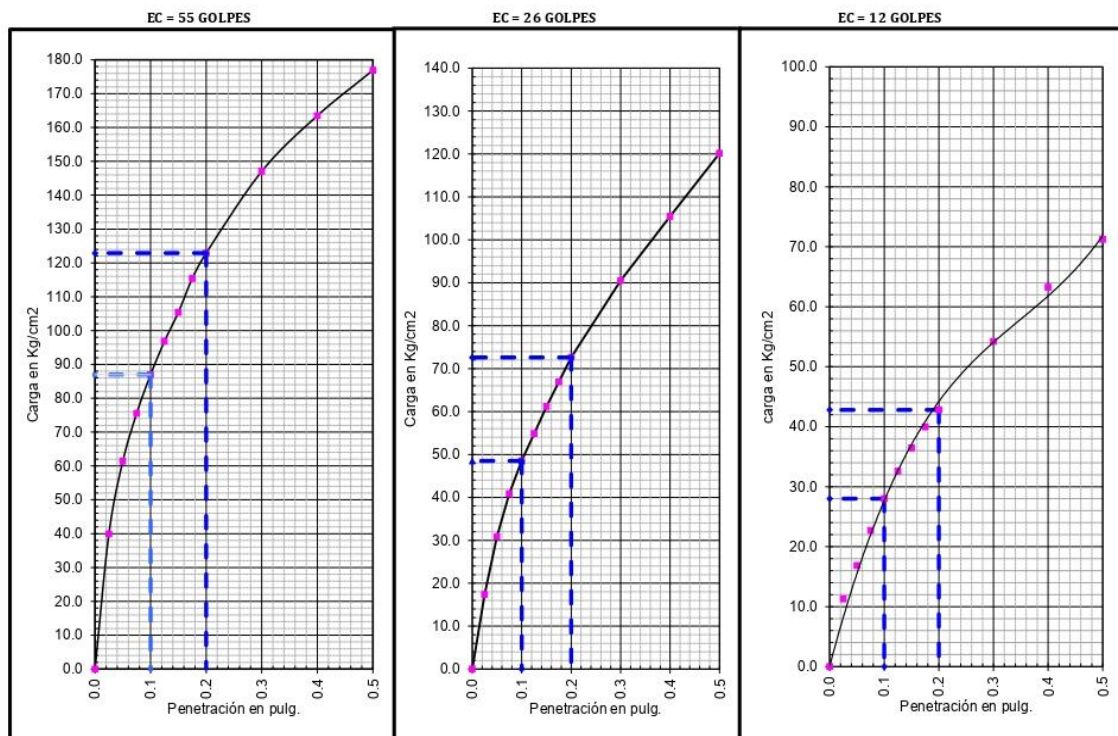
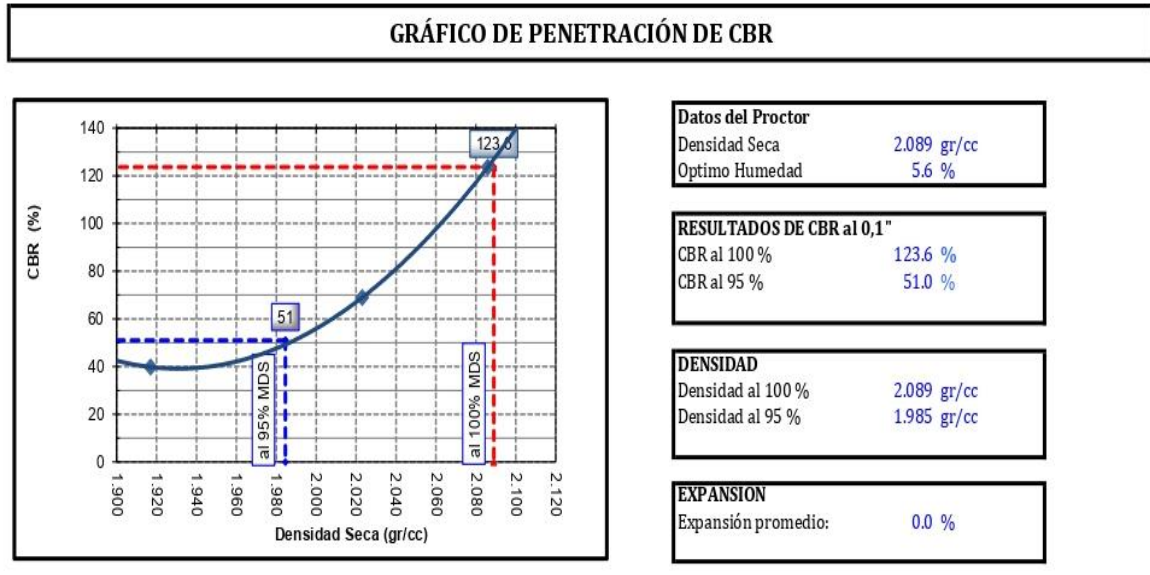


Figura 17. Gráficos de los Resultados del CBR

Diseño del Pavimento Permeable

Según el estudio de tráfico realizado se realizaron los siguientes cálculos.

ESTUDIO DE TRÁFICO

CARRETERA	AV. PROLONGACIÓN REVOLUCIÓN
UBICACIÓN	HUAROCHIRI - JICAMARCA
AÑO DE ESTUDIO	2023
TIEMPO DE ESTUDIO A LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO	2

$\Sigma (\text{IMDA} \times \text{EE})$	TOTAL =	36.10
Tasa Anual De Crecimiento Vehicular Ligeros	r =	1.45%
Tasa Anual De Crecimiento Vehicular Pesado	r =	3.69%
TIEMPO DE VIDA UTIL DEL PAVIMENTO (Años)	n =	10
Factor Fca Vehiculos Pesados	Fca =	11.83
Nº De Calzadas, Sentidos Y Carriles Por Sentido	1 calzada, 2 Sentidos	
Factor Direccional	Fd =	0.5
Factor Carril	Fc =	1.0
Factor Ponderado	Fd x Fc =	0.5
Factor De Presión De Neumáticos	Fp =	1.0

NUMERO DE REPETICIONES DE EJES EQUIVALENTES (ESAL)	ESAL =	77978.3
$\text{ESAL} = \Sigma (\text{IMDA} \times \text{EE}) \cdot \text{Fd} \cdot \text{Fc} \cdot \text{Fca} \cdot \text{Fp}$		

Cálculo del Diseño de Pavimento permeable Rígido, estos resultados fueron guiadas según la norma de Pavimentos Urbanos CE.010.

PAVIMENTO RÍGIDO

Tipo De Vía	VIAS COLECTORAS	
Calculado	Tp0 = >75.000 EE <=150.000 EE	
Índice De Serviabilidad		
Servicio Inicial	Pi =	4.50
Servicio Final	Pt =	2.25
Perdida De Serviabilidad	Δ PSI =	2.25
	CALIFICACION	REGULAR
Confiabilidad	R =	65%
Desviación Estándar	So =	0.35
Desviación Estándar Normal	Zr =	-0.385
Módulo De Reacción Sub Rasante (Mpa/m)	Kc =	140.0
Valores Del CBR Al 95%	CBR =	51.0%
Tipo De Sub Rasante	SUB RASANTE = EXCELENTE	
Transferencia De Cargas	J =	3.8
Calidad De Drenaje	EXCELENTE	2h
Tiempo De Exposición Drenaje	1-5%	1.10%
Resistencia Del Diseño (F'c)		210
Módulo De Rotura	MR =	29.0
	a =	2.0

Con esto se obtiene los siguientes espesores:

ESPESOR LOSA	D cm =	10.4
ESPESOR DE SUB RAZANTE	d cm =	15.0
BOMBEO	>	1.5%

Análisis de precios

Se analizaron los precios para un 1m³ de concreto permeable y se compararon con concreto permeable con residuos de concreto al 50%, 75% y 100%.

Tabla 23. Análisis de pesos en 1m³ de concreto permeable.

AGREGADOS	Concreto Permeable	Con 50% de residuos	Con 75% de residuos	Con 100% de residuos
Cemento	0.12179	0.12179	0.12179	0.12179
Agua	0.10600	0.10600	0.10600	0.10600
Residuos de Concreto	0.0	0.30985	0.46478	0.61970
Ag. Grueso	0.61970	0.30985	0.15492	0.0
Aditivo	0.00251	0.00251	0.00251	0.00251
Aire	0.15	0.15	0.15	0.15
Total	1m ³	1m ³	1m ³	1m ³

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 24. Precios de los agregados según el mercado actual.

AGREGADOS	Precios	Unidad
Cemento	s/ 26.00	1bolsa / 42.5kg
Agua	s/ 0.00	Precio constante
Residuos de Concreto	s/ 12.00	m ³
Ag. Grueso	s/ 46.00	m ³
Aditivo 500H	s/ 4.50	1litro

Fuente: Elaboración Propia, datos extraídos según el laboratorio.

Se realizaron los cálculos según sus densidades de los agregados grueso para calcular su peso en kg por m³ y calcular los gastos que se realizan por esa proporción.

Tabla 25. Densidad de los agregados.

AGREGADOS	Densidad	Unidad
Cemento	3120	Kg/m ³
Agua	1000	Kg/m ³
Residuos de Concreto	2360	Kg/m ³
Ag. Grueso	2660	Kg/m ³
Aditivo 500H	1.21	Kg/L

Fuente: Elaboración Propia.

Se realizó los cálculos y se obtuvo el total de precios de cada diseño de mezcla por 1m³ por lo que se observó que los precios reducen al emplear los residuos de concreto.

Tabla 26. Precios por 1 m³ de concreto de los diseños realizados.

AGREGADOS	Concreto Permeable	Con 50% de residuos	Con 75% de residuos	Con 100% de residuos
Cemento	S/.232.46	S/.232.46	S/.232.46	S/.232.46
Agua	S/.0.00	S/.0.00	S/.0.00	S/.0.00
Residuos de Concreto	S/.0.00	S/.3.72	S/.5.58	S/.7.44
Ag. Grueso	S/.28.51	S/.14.25	S/.7.13	S/.0.00
Aditivo	S/.0.01	S/.0.01	S/.0.01	S/.0.01
Aire	S/.0.00	S/.0.00	S/.0.00	S/.0.00
Total	S/.260.98	S/.250.44	S/.245.18	S/.239.91

Fuente: Elaboración Propia.

V. DISCUSIÓN

En este trabajo se confirma que los agregados obtenidos del concreto reciclado pueden ser utilizados como reemplazo de agregados gruesos para diseños de un concreto permeable, aunque este material presente diferencias en cuanto a sus características puede ser una opción viable. Se debe profundizar en el uso estructural, pero esto no debe ser un impedimento para otros usos del concreto permeable, ya que el empleo del concreto es muy utilizado en distintas áreas como veredas, losas deportivas o muros decorativos.

Las dosificaciones de esta investigación fueron de 50%, 75% y 100% de concreto reciclado como reemplazo de agregado grueso, esto para ver el alcance que se puede obtener para la reutilización de este material contaminante y su comportamiento en un diseño permeable. Se observó que a medida que aumentaba el porcentaje de desechos de concreto en el diseño se disminuía su permeabilidad y su resistencia.

Según los resultados se observa que los diseños superan los 210 kg/cm², pero con respecto al diseño patrón existe una disminución de resistencia la cual se intuye que es consecuencia de las características del agregado reciclado ya que por poseer más vacíos según su porcentaje de absorción lo hace más frágil. El valor de resistencia a la compresión encontrado del testigo patrón fue de 242 kg/cm² y con los porcentajes de sustitución de 50%, 75% y 100% de agregado grueso fueron de 235 kg/cm², 238 kg/cm², 233 kg/cm² respectivamente, resultados a los 28 días de curado.

En el diseño de estas mezclas no se empleó agregado fino y se realizó con una relación agua – cemento (a/c) de 0.28 teniendo en cuenta el empleo de un aditivo superplastificante, todos resultaron con un slump menor a 1/2" dando como resultado una pasta manejable y logrando una unión correcta de los agregados, pero si se observó una variación en cuanto a su manejo de estas mezclas ya que a más % de concreto reciclado daba una apariencia más seca, debido a que este agregado absorbía más el agua.

En cuanto a la realización de las probetas de concreto permeable, fueron colocadas en tres capas realizando 25 penetraciones con la varilla y 15 golpes con el mazo de goma a cada capa, esto para liberar las burbujas de aire atrapadas; así mismo dado que se trata de un concreto permeable se realizó 15 golpes a cada capa con el martillo de compactación proctor de forma espiral, esto simulando la compactación que se realiza en campo para su colocación según investigaciones. Para su curado de las probetas de concreto permeable se forro con plástico (film) después de su llenado en cada molde esto para mantener su humedad; pasada las 12 horas se llevó a las pozas de agua durante los días que le corresponde su ensayo de compresión.

Mencionar que para realizar el ensayo de resistencia a la compresión se realizó un capeado a las probetas ya que el propio diseño de concreto permeable no deja la superficie lisa, por ende, para una correcta distribución de las fuerzas se necesitó capearlas según la norma ASTM C617 y C39 para resistencia.

Según el estudio de M. Sukhija, A. Chandrappa y N. Saboo (2021), en su investigación "Novedosos bloques de adoquines de hormigón permeable para pavimentos sostenibles" resulto que su diseño de mezcla utilizado fue con un 0.25 a 0.30 según su relación a/c, lo cual en este estudio fue realizado con un 0.28 dando como resultado un relación aceptable ya que se pudo formar una pasta compacta y manejable así mismo esto permitió la permeabilidad para el diseño de concreto permeable con material reciclado. Con respecto a los resultados de resistencia les resulto variable según su forma del adoquín y relación del a/c obteniendo unos 15 Mpa lo cual resulta unos 152.9 kg/cm², en esta investigación la resistencia varia con respecto a la cantidad de agregado reciclado que se empleó lo que resulto una variación de 233 kg/cm² a 242 kg/cm².

Según el estudio de Hemalatha T., Ranjit Raj N., Gopal R. (2021), en su investigación "Concreto permeable para muros verdes" publicado en American Society of Civil Engineers (ASCE). Realizaron bloques de concreto permeable con la intención de mantener el crecimiento de plantas en los huecos que posee este diseño, para ello usaron un diseño de 25% de aire añadiendo cenizas volantes; en

comparación con esta investigación se usó un 15% de aire para obtener una resistencia mayor a 210kg/cm^2 .

Según el estudio de Lujan y Rodríguez (2021), en su investigación de “Estudio de los residuos de la construcción y demolición como agregado grueso para la construcción de espacios públicos recreativos en el distrito de Trujillo”. En este estudio emplearon concreto reciclado como reemplazo de agregado grueso para diseños de mezcla convencionales con porcentajes de 50% y 100% por ende utilizaron agregado fino en su mezcla, esto para obtener resistencias de 175kg/cm^2 ; en comparación con la investigación también supero los 175kg/cm^2 , pero el diseño fue con más cemento debido a que se trata de concreto permeable y se necesita más pastosidad además no se emplea agregado fino.

Según el estudio de Bazalar, L.R. y Cadenillas (2019), en su investigación “Propuesta de agregado reciclado para la elaboración de concreto estructural con $f'c=280\text{ kg/cm}^2$ en estructuras aperticadas en la ciudad de Lima para reducir la contaminación ambiental”. Realizo un reemplazo del agregado grueso natural (AN) en agregado de concreto reciclado (ACR) comparando diferentes porcentajes que fueron 25%, 30%, 40% y 50% que resulto una resistencia a los 28 días de 316.24 kg/cm^2 , 341.55 kg/cm^2 , 343.76 kg/cm^2 y 280.56 kg/cm^2 respectivamente. Bazalar y su equipo considero un cemento portland tipo I, el cual concluye que ayuda a sellar los poros del ACR y evitar su mayor absorción ya que al igual que el diseño de esta investigación resulto que el ACR tiene mayores poros y su valor de absorción es alto. Así mismo se llegó a la conclusión que este empleo de ACR reduce el impacto ambiental.

Según el estudio de Arce (2019), en su investigación de “Recuperación de aguas pluviales en la ciudad de Arequipa utilizando concreto permeable en vías públicas.” Analizo un diseño de concreto permeable con resistencia a la compresión de 175 kg/cm^2 , con el fin de evitar la escorrentía y la acumulación de agua de lluvia en un estacionamiento. En ese diseño de mezcla de concreto permeable logró una resistencia a los 28 días de 184 kg/cm^2 , empleando un porcentaje de vacíos de 10% a 30%. Noto igual a este estudio que el concreto permeable ayuda a la circulación del ciclo de agua pudiendo ser realizada mediante drenajes interiores;

en comparación a esta investigación el diseño se realizó con un 15% de vacíos lo cual también se logró la filtración de agua.

Según el estudio de Obregón (2021), en su investigación “Relación entre la Estructura de vacíos y las Propiedades de un Concreto Permeable para su uso en Pavimentos.” Realizo diseños de concreto permeable con resistencias a la compresión de 280kg/cm^2 , estos diseños tuvieron variaciones en su porcentaje de vacíos con el fin de comparar sus resistencias respecto a un concreto normal y así emplearlo en un diseño de pavimentación; utilizo 15%, 20% y 25% de vacíos en cada diseño obteniendo como resultado 304 kg/cm^2 , 284 kg/cm^2 y 274 kg/cm^2 respectivamente, recalcar que en esta investigación también emplea el martillo de compactación proctor para sus probetas.

Según los estudios realizados (ACI 522R-10) hay una variación de variables entre la resistencia a compresión y la permeabilización o el contenido de vacíos. Es decir, si aumenta la permeabilización o contenido de vacíos, la resistencia a compresión o flexión disminuiría, pues esto se cumple ya que en los resultados de esta investigación se observó que a mayor % de concreto reciclado era mayor su permeabilidad por ende su resistencia también variaba.

El ACI demostró mediante estudios y pruebas en laboratorios que el porcentaje de vacíos que debe de contener un concreto u hormigón permeable es entre 14% a 31%, para así obtener una resistencia superior a 140 kg/cm^2 ; en esta investigación el diseño de mezcla se realizó con 15% de vacíos logrando la permeabilidad del concreto, entonces este concepto si se cumple.

Los resultados encontrados por Lazo y Manrique (2021), en su investigación “Desempeño de la mezcla asfáltica utilizando residuos de concreto como reemplazo parcial del agregado grueso” consistieron básicamente en analizar la viabilidad de reemplazar el agregado grueso por residuos de construcción para un diseño de mezclas asfálticas; se realizaron en comparación ensayos de granulometría y desgaste al abrasión, obteniendo un coeficiente de uniformidad (Cu) 47.69 y el de curvatura (Cc) 2.18 por lo que esta dentro de la norma que es de un Cu mayor a 6

y Cc entre 1 y 3. Según resultados de la Máquina los Ángeles la abrasión resulto en 30.2 por lo que también se encuentra dentro de la norma CE. 010 Pavimentos Urbanos ya que esta debajo del 40%, con esto concluyo que si es factible el reemplazo de agregado grueso por residuos de concreto.

Según los estudios de Rengifo y Valles (2019) en su investigación “Diseño del Concreto Permeable para mejorar la Evacuación de Aguas Pluviales en las Ciclovías en Jr. Ramón Castilla C-8 a C-13, y Jr. los Girasoles C-1 a C-3 - Tarapoto, 2019.” Consistió en comparar diseños de mezcla de concreto permeable con resistencia a la compresión de 175kg/cm^2 , variando su tamaño máximo nominal (TMN) de grava en $\frac{1}{2}$ " y $\frac{3}{4}$ " así mismo con distintos porcentajes de aditivos los cuales fueron de 10%, 20% y 30%. De estos diseños concluyo que más factible es el empleo de un agregado grueso con un TMN de $\frac{1}{2}$ ", y según su resistencia se obtuvo 204.84 kg/cm^2 para un diseño con 30% de aditivo superplastificante el cual tiene de diseño el 20% de vacíos. En relación con esta investigación también se utilizo un TMN de agregado grueso de $\frac{3}{4}$ " y reciclado de $\frac{1}{2}$ ", con un 15% de vacíos para el diseño del concreto permeable.

Los resultados encontrados por Sopan y Soto (2020), en su trabajo de investigación “Propuesta de diseño de pavimento, utilizando concreto permeable para el control del drenaje pluvial en el Jr. Malecón Germán Aliaga de la ciudad de Tocache.” Consistió en optimizar un diseño de concreto permeable con 15%, 20%, 24% y 25% de vacíos, se consideró para el diseño el uso de aditivo, cemento tipo I y resistencia de 210kg/cm^2 , logrando así que el 24% de vacíos es el más optimo ya que se acerca más al diseño con un 0.15 kg/cm^2 de diferencia.

VI. CONCLUSIONES

- Se determinó que el empleo de residuos de concreto en un pavimento permeable mantiene la resistencia de un diseño de 210kg/cm^2 ; esto se debe a que el pavimento permeable debe pasar por una compactación luego de la colocación, lo cual causa una trituración del residuo de concreto dando una apariencia más compacta, dicho sea de paso esto disminuye su permeabilidad con respecto a un diseño permeable convencional.
- Se determinó que el empleo de residuos de concreto influye en el diseño de mezcla debido a que este agregado posee más porcentaje de absorción, por lo que el diseño requiere más cantidad de agua, así mismo su % de malla 200 de 0.82% es mayor a comparación de un agregado grueso por lo que contiene mayores proporciones de finos, reduciendo su permeabilidad.
- Se determino que los residuos de concreto si influyen en las propiedades mecánicas ya que los resultados de compresión varían significativamente, con un diseño patrón de 242kg/cm^2 , diseño con 50% de residuos de concreto 236kg/cm^2 , diseño con 75% de residuos 238kg/cm^2 y con un diseño de 100% de residuos 233kg/cm^2 .
- Se determino que los residuos de concreto si influyen en la escorrentía de aguas pluviales ya que al emplearlo como agregado grueso reduce significativamente la permeabilidad, reduciendo su % de aire en el concreto.
- Se determinó que el empleo de residuos de concreto para un pavimento permeable si influye en los costos, ya que para las empresas dedicadas a la venta de este material el procesamiento le resulta más económico debido a la reutilización de este material, a comparación de la explotación de canteras para agregados gruesos que resultan gastos elevados.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda para el diseño de mezcla, analizar la absorción de los residuos de concreto ya que por su porosidad interna absorbe más cantidad de agua, así mismo realizar ensayo de Abrasión, para poder comparar los resultados con un agregado grueso de cantera.
- Se recomienda profundizar en la compactación del concreto permeable ya que se determinó que esto aporta a su resistencia y su permeabilidad del diseño, esta compactación debe ser la misma en todos los puntos del concreto.
- Se recomienda antes de realizar los ensayos de resistencia en un concreto permeable realizar un capeado de acuerdo a la norma ASTM C617 ya que la superficie de este diseño no es uniforme, y puede dar datos erróneos debido a que en la prensa de compresión la fuerza distribuida no será igual en todos los puntos.
- Para los ensayos de permeabilidad se recomienda sellar muy bien la probeta para que no pierda agua en por un costado, así mismo tener en cuenta conocimientos de fluidos por qué se debe calcular el tiempo en el que pasa un litro de agua por la probeta.

REFERENCIAS

- AGUILAR, Yonathan, PEREZ, Juan. Viabilidad del uso de concreto reciclado en la construcción del pavimento rígido de la Avenida Pachacútec, Villa el Salvador – 2019. Tesis (Titulo Ingeniero Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo. 2019. 84 pp.
- AMORÓS, Carlos, BENDEZÚ, José. Diseño de mezcla de concreto permeable para la construcción de la superficie de rodadura de un pavimento de resistencia de 210 kg/cm². Tesis (Titulo Ingeniero Civil). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. 2019. 128 pp.
- ANTÓN, Mar. Diseño del pavimento de concreto permeable como solución ante inundaciones en la calle Sr. De los Milagros desde la progresiva 0+250 hasta 1+250, Cancas, Canoas de Punta Sal, Tumbes – 2018. Tesis (Titulo Ingeniero Civil). Piura: Universidad Cesar Vallejo. 2019. 239 pp.
- ARAUJO, Helder, ROMAN, Darwin. Diseño de un concreto permeable con agregado grueso del río Huallaga en la ciudad de Tarapoto, provincia y departamento de San Martín, 2019. Tesis (Titulo Ingeniero Civil). Tarapoto: Universidad Científica del Perú. 2019. 96 pp.
- ARCE, Moisés. Recuperación de aguas pluviales en la ciudad de Arequipa utilizando concreto permeable en vías públicas. Tesis (Titulo Ingeniero Civil). Tacna: Universidad Privada de Tacna. 2019. 94 pp.
- BAUTISTA, Alessandro. Diseño de pavimento rígido permeable para la Evacuación de agua pluviales según la norma ACI 522r-10. Tesis (Titulo Ingeniero Civil). Lima: Universidad San Marín de Porres. 2018. 157 pp.
- BAZALAR, L. R., CADENILLAS, Miguel. Propuesta de agregado reciclado para la elaboración de concreto estructural con $f'c=280$ kg/cm² en estructuras aporricadas en la ciudad de Lima para reducir la contaminación ambiental. Tesis (Titulo Ingeniero Civil). LIMA: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Perú, 2019. 197pp.

- BERMUDEZ, Robert. Evaluación de la resistencia a la compresión de un concreto con la sustitución de residuos de construcción y demolición como agregado grueso. Tesis (Titulo Ingeniero Civil). Barranquilla: Universidad de la Costa, Colombia. 2021. 86 pp.
- BUENO, Juanjo. Residuos en paradero desconocido: por qué las constructoras incumplen la ley [en línea]. *El País*. Madrid. 09 de enero de 2023 [Fecha de consulta: 18 de febrero de 2023]. Disponible en: <https://elpais.com/economia/negocios/2023-01-09/residuos-en-paradero-desconocido-por-que-las-constructoras-incumplen-la-ley.html>
- CASTRO, Mario. Pavimentos permeables como alternativa de drenaje urbano. Tesis (Bachiller en Ingeniería Civil). Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana. 2011. 90 pp.
- CERCADO de Lima: recogen más de 110 toneladas de desmonte y basura [en línea]. *La República*. PE. 15 de septiembre de 2020. [Fecha de consulta: 14 de marzo de 2023]. Disponible en: <https://larepublica.pe/sociedad/2020/09/15/cercado-de-lima-recogen-mas-de-110-toneladas-de-desmonte-y-basura>
- CONCRETO POROSO. Concreto considerado como un material de construcción sostenible por el manejo adecuado del agua de las lluvias. [en línea]. Lima: P Y S CONCRETO. [fecha de Consulta 15 de septiembre de 2022].
Disponible en: <https://pysconcreto.com.pe/biblioteca/#publicaciones/>
- CONOCE cómo funciona la primera planta de valorización de residuos de construcción [en línea]. *El Peruano*. PE. 15 de enero de 2021. [Fecha de consulta: 25 de marzo de 2023]. Disponible en: <https://elperuano.pe/noticia/113523-conoce-como-funciona-la-primeraplanta-de-valorizacion-de-residuos-de-construccion>

- CORDOVA, Henry, GARCIA, Jerson. Diseño de Pavimento Permeable como alternativa de drenaje pluvial en la Av. Circunvalación Km. 0+000 - Km. 1+500, Veintiséis de Octubre, Piura, Piura 2021. Tesis (Titulo Ingeniero Civil). Piura: Universidad Cesar Vallejo. 2021. 116 pp.
- CRUZ, Fernando, ARANA, Clever. Evaluación de la resistencia mecánica de un concreto permeable ordinario frente a concretos permeables elaborados con un aditivo superplastificante y relaciones a/c menores, para su uso en pavimentos urbanos; Arequipa – 2021. Tesis (Titulo Ingeniero Civil). Arequipa: Universidad Continental. 2021. 197 pp.
- DE JESÚS, Andrés. Estudio de factibilidad del concreto permeable y su posible aplicación en la ciudad de barranquilla, Colombia. Tesis (Titulo Ingeniero Civil). Barranquilla: Universidad de la Costa. 2020. 168 pp.
- DOS SANTOS, Pablo, CARVALHO, Denise y ALVES, Mag. Comportamiento de los agregados de concreto reciclado en el relleno de dovelas en muros de suelo reforzados con geomallas [en línea]. *Desempenho de agregados reciclados de concreto no preenchimento de blocos segmentais em muros de solo reforçado com geogrelhas* . Revista Materia. Brasil: Abril 2023. [Fecha de consulta: junio 2023]
 Disponible en:
<https://www.scielo.br/j/rmat/a/NMyBgSzqgKsrVVBZYmvzQMd/?format=pdf&lang=pt>
 ISSN 1517-7076
- DURAND, Fernando. Limpieza en las playas: La correcta disposición de los residuos es responsabilidad de todos [en línea]. Inforegión. PE. 18 de septiembre de 2021. [Fecha de consulta: 14 de marzo de 2023].
 Disponible en: <https://www.inforegion.pe/288580/limpieza-en-las-playas-la-correcta-disposicion-de-los-residuos-es-responsabilidad-de-todos/>

- EL sector de la Construcción durante la pandemia: las diferentes realidades [en línea]. *Interempresas*. España. 17 de enero del 2022. [Fecha de consulta: 15 de marzo del 2023].
 Disponible en:
<https://www.interempresas.net/ObrasPublicas/Articulos/376799-El-sector-de-la-Construccion-durante-la-pandemia-las-diferentes-realidades.html/>

- EMPRESAS de la construcción ecofriendly: así han cambiado los materiales de construcción con los años... aunque no tanto [blog]. España: Delgado, Sergio, (15 de abril del 2023). [Fecha de consulta: 01 de junio del 2023]. Recuperado de: <https://www.elblogsalmon.com/economia/empresas-construccion-ecofriendlys-asi-han-cambiado-materiales-construccion-anos-no/>

- ESCOBAR, Hever, ROJAS, Ángelo. Diseño de una red de abastecimiento de agua potable y alcantarillado aplicando el sistema condominal, Asociación Los Alpes, Ate, 2020. Tesis (Titulo Ingeniero Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo. 2020. 332 pp.

- FERNANDEZ, Roberto y NAVAS. Diseño de mezclas para evaluar su resistencia a la compresión uniaxial y su permeabilidad. *Infraestructura Vial* [en línea]. Vol. 13. Número 24, mayo 2011. [fecha de Consulta: 15 de septiembre de 2022].
 Disponible en: <https://doi.org/10.15517/iv.v13i24.1982/>

- FLORES, Cesar, PACOMPIA, Iván. Diseño de mezcla de concreto permeable con adición de tiras de plástico para pavimentos f'c 175 kg/cm² en la ciudad de Puno. Tesis (Titulo Ingeniero Civil). Puno: Universidad Nacional del Altiplano. 2015. 286 pp.

- FLORES, Juan. Caracterización del concreto permeable usando el módulo de ruptura y el porcentaje de desgaste. Tesis (Maestro en Ingeniería). México: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 2010. 76 pp.

- HEMALATHA T., Ranjit Raj N.,2021, Gopal R. “Concreto permeable para muros verdes” *“Pervious Concrete for Green Walls, American Society of Civil Engineers (ASCE)*
 ISSN: 10760431

- HERNANDEZ, Sandra Y DUANA, Danae. Técnicas e instrumentos de recolección de datos. [en línea]. Boletín Científico de las Ciencias Económico Administrativas del ICEA. Vol.9, No. 17. 05 de diciembre de 2020. [Fecha de consulta; 12 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icea/issue/archive>

- JESÚS, Evelyn, DE LA CRUZ, Katarin. Evaluación de concreto permeable en vías peatonales como alternativa de drenaje pluvial. Tesis (Titulo Ingeniero Civil). Huancayo: Universidad Peruana de los Andes. 2021. 455pp.

- LA Municipalidad de Miraflores realizó capacitación en el manejo de residuos de la construcción [en línea]. *MirafloresNoticias*. PE. 23 de febrero de 2022. [Fecha de consulta: 25 de marzo de 2023]. Disponible en: <https://www.miraflores.gob.pe/la-municipalidad-de-miraflores-realizo-capacitacion-en-el-manejo-de-residuos-de-la-construccion/>

- LAZO, Fernando, MANRIQUE, Russel. Desempeño De La Mezcla Asfáltica Utilizando Residuos De Concreto Como Reemplazo Parcial Del Agregado Grueso. 2021. Tesis (Titulo Ingeniero Civil). Lima: Universidad Privada del Norte. 2021. 81 pp.
 Disponible en:
<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/28331/Lazo%20Gonzales%2c%20Fernando%20Jael-Manrique%20Lostanau%2c%20Russel%20Luis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- LOS 10 mayores productores de acero crudo del mundo [en línea]. *Bnamericas*. España. 28 de enero del 2021. [Fecha de consulta: 15 de marzo del 2023]. Disponible en: <https://www.bnamericas.com/es/noticias/los-10-mayores-productores-de-acero-crudo-del-mundo>

- LOZANO, Víctor. Construcción, el gran motor de la recuperación económica mundial [en línea]. *El Peruano*. Perú. 03 de enero del 2022. [Fecha de consulta: 15 de marzo del 2023]. Disponible en: <https://elperuano.pe/noticia/136637-construccion-el-gran-motor-de-la-recuperacion-economica-mundial/>

- LUJÁN, Fredy, RODRÍGUEZ, José. Estudio de los residuos de la construcción y demolición como agregado grueso para la construcción de espacios públicos recreativos en el distrito de Trujillo. Tesis (Titulo Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego. 2021. 100 pp

- MELO, Danielle, APOLONIO Iván. Caracterización física y mecánica de bloques de hormigón con incorporación de arena de desecho de la construcción [en línea]. *Caracterização física e mecânica de blocos de concreto com incorporação de areia de resíduo de construção civil*. *Revista Materia*. Brasil: 2021. [Fecha de consulta: 15 de marzo del 2023].
Disponible en:
<https://www.scielo.br/j/rmat/a/7GSpds4kzSk75tTZZ5KwMpr/?format=pdf&lang=pt>
ISSN: 1517-7076

- MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones. Manual de ensayo de materiales RD N° 18. 2016 MTC/14. Perú: 2017. 1273 pp.

- MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones. Manual de carreteras: hidrología, hidráulica y drenaje. RD N° 20. 2011 MTC/14. Perú: 2014. 225pp.

- MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones. Manual de carreteras: suelos geología, geotecnia y pavimentos – sección suelos y pavimentos. RD N° 10. 2014 MTC/14. Perú: 2014. 305 pp.
- MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones. Manual de carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para construcción. EG-2013. Perú: 2013. 1282 pp.
- MINISTERIO de vivienda, construcción y saneamiento, Norma E.060 Concreto Armado. Perú. 2019. 199 pp.
- MINISTERIO de Vivienda y Urbanismo. Gobierno de Chile Ditec, Minvu. Código de Normas y Especificaciones Técnicas de Obras de Pavimentación. Santiago. MAVAL S.P.A. 2018. 340pp. ISBN: 978-956-9432-76-7
- MINISTRA Fabiola Muñoz conoció problemática ambiental de Puente Piedra [en línea]. Andina. PE. 22 de febrero del 2020. [Fecha de consulta: 14 de marzo de 2023]. Disponible en: <https://andina.pe/agencia/noticia-ministra-fabiola-munoz-conocio-problematica-ambiental-puente-piedra-785895.aspx>
- M. SUKHIJA, A. CHANDRAPPA y N. SABOO, 2021 “Nuevos bloques de adoquines de hormigón permeable para pavimentos sostenibles”. *"Novel Pervious Concrete Paver Blocks for Sustainable Pavements", Journal of Testing and Evaluation 50.*”
ISSN: 0090-3973
Disponible en: <https://doi.org/10.1520/ JTE20210011>
- NALLANATHEL M., RAMESH B., HARSHA Vardhan P.,2016. ¿Cómo se desarrollan en China las tecnologías de control de la contaminación por precipitaciones y escorrentías urbanas? Una revisión sistemática basada en el análisis bibliométrico y el resumen de la literatura. *How do urban rainfall-runoff pollution control technologies develop in China? A systematic review based on bibliometric analysis and literature summary. Beijing Key Lab for*

Source Control Technology of Water Pollution, College of Environmental Science and Engineering, Beijing Forestry University, Beijing, 100083, China
ISSN: 00489697

Disponible en: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85107025422&origin=resultslist&zone=contextBox#metrics>

- NALLANATHEL M., RAMESH B., HARSHA Vardhan P. 2016. Efecto de la relación agua-cemento en hormigón permeable. *Effect of water cement ratio in pervious concrete, 2016 SPB Pharma Society Journal of Chemical and Pharmaceutical Sciences* Departamento de Ingeniería Civil, Escuela de Ingeniería de Saveetha, Universidad de Saveetha, Chennai, India
ISSN: 09742115
- NALLANATHEL M., RAMESH B., HARSHA Vardhan P. Análisis de resistencia a la compresión, permeabilidad y porosidad de concreto permeable por variación de agregado y método de compactación. *Compressive Strength, Permeability and Porosity Analysis of Pervious Concrete by Variation of Aggregate and Compacting Method IOP Publishing Ltd*
ISSN: 17426588
- OBREGÓN, Javier. Relación entre la Estructura de vacíos y las Propiedades de un Concreto Permeable para su uso en Pavimentos – 2021. Tesis (Titulo Ingeniero Civil). Huaraz: Universidad Cesar Vallejo. 2021. 123 pp.
- PALACIOS, Frank. Diseño de concreto permeable para su aplicación en pavimentos como óptimo sistema de drenaje en distrito de Independencia – Huaraz – Ancash, 2018. Tesis (Titulo Ingeniero Civil). Huaraz: Universidad Cesar Vallejo. 2018. 122 pp.

- PINTO, Manuel, CARRASCO, Clara y CABALLERO, Karen. “Estudio experimental del concreto poroso con la incorporación de distintas granulometrías”, Revista de I+D Tecnológico [en línea]. vol. 14, no. 2. Panamá: 2018. [Fecha de consulta 14 de agosto de 2022].
 Disponible en:
<https://revistas.utp.ac.pa/index.php/id-tecnologico/article/view/2074/3029>
 ISSN: 1680-8894

- PIURA: construirán moderna planta de valorización de residuos sólidos y relleno sanitario [en línea]. *Andina*. PE. 25 de enero de 2023. [Fecha de consulta: 25 de marzo de 2023]. Disponible en:
<https://andina.pe/agencia/noticia-piura-construiran-moderna-planta-valorizacion-residuos-solidos-y-relleno-sanitario-926640.aspx>

- POMALAZA, Ángel. Aplicación de pavimentos de concreto poroso como alternativa de control de la acumulación de precipitaciones pluviales en la provincia de Huancayo en el año 2017. Tesis (Titulo Ingeniero Civil). Huancayo: Universidad Continental. 2021. 123 pp.

- RECOGEN más de 500 toneladas de residuos de av. Trapiche en Comas [en línea]. *Andina*. PE. 15 de marzo de 2020. [Fecha de consulta: 14 de marzo de 2023]. Disponible en: <https://andina.pe/agencia/noticia-recogen-mas-500-toneladas-residuos-av-trapiche-comas-788398.aspx>

- RENACER de los escombros: Residuos de construcción y demolición pueden ser reusados para crear infraestructura urbana [en línea]. *RPP*. PE. 21 de abril de 2022. [Fecha de consulta: 25 de marzo de 2023]. Disponible en: <https://rpp.pe/campanas/valor-compartido/renacer-de-los-escombros-residuos-de-construccion-y-demolicion-pueden-ser-reusados-para-crear-infraestructura-urbana-noticia-1400754?ref=rpp>

- RENGIFO, Rosmery, VALLES, Raúl. Diseño del Concreto Permeable para mejorar la Evacuación de Aguas Pluviales en las Ciclovías en Jr. Ramón Castilla C-8 a C-13, y Jr. los Girasoles C-1 a C-3 - Tarapoto, 2019. Tesis (Titulo Ingeniero Civil). Tarapoto: Universidad Cesar Vallejo. 2019. 132 pp.
- RODRÍGUEZ, Cristina. La construcción en Estados Unidos aún no es sostenible [en línea]. *DirigentesDigital*. New York. 07 de octubre de 2022 [Fecha de consulta:18 de febrero de 2023]. Disponible en: <https://dirigentesdigital.com/economia/internacional/eeuu/la-construccion-en-estados-unidos-aun-no-es-sostenible>
- SALINAS, Maryory. Concreto Permeable $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ para Drenaje Pluvial del Pavimento de la Avenida Pacífico Tramo: Av. Portuaria-Cruce PPAO, Nuevo Chimbote-Ancash-2019. Tesis (Titulo Ingeniero Civil). Chimbote: Universidad Cesar Vallejo. 2019. 161 pp.
- SANTOS, Fernanda [et. al]. Utilización de áridos reciclados de la construcción civil en morteros autocompactantes. *Use of recycled aggregates from civil construction in selfcompacting mortar [en línea]. Rev. IBRACON Estrut. Mater.*, vol. 15, no. 1, e15107, 2022. [Fecha de consulta: 19 de febrero de 2023]. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/riem/a/jH5KgrrCrRDsjw3GH9mpkkj/?lang=en&format=pdf>
ISSN: 1983-4195
- SHIHUI W., [et al]. Transporte y fuentes de nitrógeno en la escorrentía de aguas pluviales a escala de captación urbana. *Transport and sources of nitrogen in stormwater runoff at the urban catchment scale [en línea]. Science of The Total Environment*, Volume 806, Part 1, Enero 2022. [fecha de Consulta: 15 de septiembre de 2022]
Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969721053584>
ISSN 0048-9697.

- SERVICIO Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción, Reglamento Nacional de Edificaciones. Pavimentos Urbanos. Norma CE.010. Lima. Perú. 2010. ISBN 978-9972-9433-5-5.
- SOPAN, Genith, SOTO, Lisbeth. Propuesta de diseño de pavimento, utilizando concreto permeable para el control del drenaje pluvial en el Jr. Malecón Germán Aliaga de la ciudad de Tocache. Tesis (Título Ingeniero Civil). Tarapoto: Universidad Científica del Perú. 2020. 71 pp.
- TAVAREZ, Lisiane y KAZMIERCZAK. *Estudo da influência dos agregados de concreto reciclado em concretos permeáveis. IBRACON DE ESTRUTURAS E MATERIAIS* [en línea]. Volumen 9. Número 1, Febrero 2016. [fecha de Consulta: 18 de agosto del 2022].
 Disponible en:
<https://www.scielo.br/j/riem/a/B7RCKqvYtFcRY36jmF3cZWd/?lang=pt&format=pdf>
 ISSN: 1983-4195
- VÉLEZ, Ligia M. Permeabilidad y Porosidad en Concreto. *Tecnológicas* [en línea]. Diciembre 2010 [fecha de Consulta: 15 de septiembre de 2022].
 Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=344234320010>
 ISSN: 0123-7799.
- YUKUN, Ma, [et al]. Proceso de transporte y contribución de la fuente de nitrógeno en la escorrentía de aguas pluviales de cuencas urbanas. *Transport process and source contribution of nitrogen in stormwater runoff from urban catchments, Environmental Pollution* [en línea], Volumen 289. Enero 2021. [fecha de Consulta: 15 de septiembre de 2022]
 Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749121014068>
 ISSN 0269-7491

ANEXOS

- **ANEXO 1: TABLA DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

Diseño de Pavimento Permeable Empleando Residuos de Concreto como Mejora a la Resistencia, Avenida Prolongación Revolución, Huarocharí 2023.

	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	TIPO DE VARIABLE
Variable Independiente (X) RESIDUOS DE CONCRETO	Los residuos de concreto son aquellos elementos que surgen de los desechos de una vivienda en demolición o de reparaciones de edificaciones, estos se encuentran en demoliciones de columnas, vigas o en placas echas de concreto. (Huamani, Valdera, Vela, 2019, p.4).	La Variable residuos de concreto, se va medir en función de cada uno de los indicadores de las dimensiones	Propiedades físicas% Dosificación	Prueba de Resistencia a la compresión	Numérica
Variable Dependiente (Y) PAVIMENTO PERMEABLE	El considera pavimento permeable aquel que deja pasar el agua por la porosidad que tiene este elemento, está compuesto por más agregado grueso y casi nada de agregado fino, además de cemento y aditivos que ayudan que contenga la resistencia y permeabilidad deseada. (Abarca, Criollo, 2019, p.8).	El pavimento permeable será validado a través de diversos tipos de diseño que permitan alcanzar una resistencia óptima, así como la evacuación de aguas pluviales, respetando la norma ACI522.	Permeabilidad	Prueba de Permeabilidad	Numérica
			Resistencia	Prueba de resistencia a la compresión	Numérica
			Costo	Análisis de costo en 1m3 de concreto.	Numérica

Fuente: Elaboración Propia

• **ANEXO 2: MATRIZ DE CONSISTENCIA**



















Diseño de Pavimento Permeable Empleando Residuos de Concreto como Mejora a la Resistencia, Avenida Prolongación Revolución, Huarochirí 2023.

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Métodos	Técnicas	Instrumentos
Problema General:	Objetivo General:	Hipótesis General:	Variable Independiente: RESIDUOS DE CONCRETO	Propiedades físicas	Prueba de Resistencia a la compresión	Diseño: Experimental Tipo: Aplicada	Análisis de documentos	Ficha de recolección de datos
PE.1 – ¿De qué manera el empleo de residuos de concreto mejorara la resistencia del diseño del pavimento permeable en la Avenida Prolongación Revolución, Huarochirí 2023?	Determinar de qué manera el empleo de residuos de concreto mejorara la resistencia del diseño del pavimento permeable en la Avenida Prolongación Revolución, Huarochirí 2023	El empleo de residuos de concreta mejora la resistencia del diseño del pavimento permeable en la Avenida Prolongación Revolución, Huarochirí 2023		% Dosificación	% de vacíos			
Problemas Específicos:	Objetivos Específicos:	Hipótesis Específicas:		Resistencia	Prueba de resistencia a la compresión			
PE.1 ¿Cómo influye en el diseño de mezcla la incorporación de residuos de concreto en un pavimento permeable en la Avenida Prolongación Revolución, Huarochirí 2023?	OE.1 Determinar cómo influye en el diseño de mezcla, la incorporación de residuos de concreto en un pavimento permeable en la Avenida Prolongación Revolución, Huarochirí 2023.	HE.1: La dosificación influye según el diseño con residuos al 50%, 75% y 100% para un pavimento permeable en la Avenida Prolongación Revolución, Huarochirí 2023	Variable Dependiente: DISEÑO DE PAVIMENTO PERMEABLE	Costo	Presupuesto	Enfoque: Cuantitativo Nivel: Explicativo Población: 1.5km de la carretera Av. Prolongación Revolución Muestra: 36 probetas para la prueba de resistencia 12 probetas para la prueba de permeabilidad	Observación	Ficha de observación de datos
PE.2 ¿Cómo influye en las propiedades mecánicas, la incorporación de residuos de concreto en un pavimento permeable en la Avenida Prolongación Revolución, Huarochirí 2023?	OE.2 Determinar cómo influye en las propiedades mecánicas, la incorporación de residuos de concreto en un pavimento permeable en la Avenida Prolongación Revolución, Huarochirí 2023.	HE.2 La resistencia a la compresión influye según el diseño con residuos al 50%, 75% y 100% para un pavimento permeable en la Avenida Prolongación Revolución, Huarochirí 2023		Densidad	Peso específico por unidad de volumen			
PE.3 ¿Cómo influye en la escorrentía el empleo de un pavimento permeable con concreto reciclado en la Avenida Prolongación Revolución, Huarochirí 2023?	OE.3 Determinar cómo influye en la escorrentía el empleo de un pavimento permeable con concreto reciclado en la Avenida Prolongación Revolución, Huarochirí 2023.	HE.3 La permeabilidad influye según el diseño con residuos al 50%, 75% y 100% para un pavimento permeable en la Avenida Prolongación Revolución, Huarochirí 2023		Permeabilidad	Prueba de Permeabilidad			
PE.4 ¿Cómo influye en los costos el empleo de concreto reciclado para un diseño de pavimento permeable en la Avenida Prolongación Revolución, Huarochirí 2023?	OE.4 Determinar cómo influye en los costos el empleo de concreto reciclado para un diseño de pavimento permeable en la Avenida Prolongación Revolución, Huarochirí 2023.	HE.4 El empleo de residuos de concreto al 50%, 75% y 100% influye en el costo de un pavimento permeable en la Avenida Prolongación Revolución, Huarochirí 2023.						

• ANEXO 4: CUADRO DE CALCULO ESAL

ESTUDIO DE TRAFICO

CARRETERA	AV. PROLONGACION REVOLUCION
UBICACION	HUARACHIRI - JICAMARCA
AÑO DE ESTUDIO	2023
TIEMPO DE ESTUDIO A LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO	2

	TIPO DE VEHICULO	IMDA	TIPO DE EJE	NUMERO	CARGA	EE (8.2tn)	EE. IMDA RIGIDO
		2024	Tabla	LLANTAS	EJE Tr		
VEHICULOS LIVIANOS	MOTOTAXI 	3.24	SIMPLE	2	1	0.000436385	0.001413014
	AUTO 	56.23	SIMPLE	2	1	0.000436385	0.024537831
			SIMPLE	2	1	0.000436385	0.024537831
	STATION WAGO 	58.56	SIMPLE	2	1	0.000436385	0.025554306
			SIMPLE	2	1	0.000436385	0.025554306
	PICK UP 	40.68	SIMPLE	2	1	0.000436385	0.017751088
			SIMPLE	2	1	0.000436385	0.017751088
	PANEL 	0.00	SIMPLE	2	1	0.000436385	0
			SIMPLE	2	1	0.000436385	0
	RURAL COMBI 	393.28	SIMPLE	2	1	0.000436385	0.171620062
SIMPLE			2	1	0.000436385	0.171620062	
MICRO 	3.24	SIMPLE	2	1	0.000436385	0.001413014	
		SIMPLE	2	1	0.000436385	0.001413014	
VEHICULOS PESADOS	BUS 	2E	SIMPLE	2	7	0.522715248	0
			SIMPLE	4	11	3.334826273	0
		>= 3E	SIMPLE	2	7	0.522715248	0
	CAMION 	2E	SIMPLE	2	7	0.522715248	3.499675259
			SIMPLE	4	11	3.334826273	22.32727864
		3E	SIMPLE	2	7	0.522715248	1.285943992
			TANDEM	8	18	3.458004411	8.507117425
	SEMITRAYER 	2S1/2S2 	SIMPLE	2	7	0.522715248	0
			TRIDEM	10	23	3.685352143	0
			SIMPLE	2	7	0.522715248	0
			SIMPLE	4	11	3.334826273	0
		2S3 	SIMPLE	2	7	0.522715248	0
			SIMPLE	4	11	3.334826273	0
			TRIDEM	12	18	1.119277634	0
			SIMPLE	2	7	0.522715248	0
		3S1/3S2 	TANDEM	8	18	3.797078069	0
			TANDEM	8	11	0.459111616	0
			SIMPLE	2	7	0.522715248	0
TANDEM			8	18	3.458004411	0	
TRAYLER 	2T2 	SIMPLE	2	7	0.522715248	0	
		SIMPLE	4	11	3.334826273	0	
		SIMPLE	4	11	3.334826273	0	
		SIMPLE	4	11	3.334826273	0	
	2T3 	SIMPLE	2	7	0.522715248	0	
		SIMPLE	4	11	3.334826273	0	
		SIMPLE	4	11	3.334826273	0	
		TANDEM	8	18	3.458004411	0	
3T2 	SIMPLE	2	7	0.522715248	0		
	TANDEM	8	18	3.458004411	0		
	SIMPLE	4	11	3.334826273	0		
	SIMPLE	4	11	3.334826273	0		
>=3T3 	SIMPLE	2	7	0.522715248	0		
	TANDEM	8	18	3.458004411	0		
	SIMPLE	4	11	3.334826273	0		
	TANDEM	8	18	3.458004411	0		
36.10							

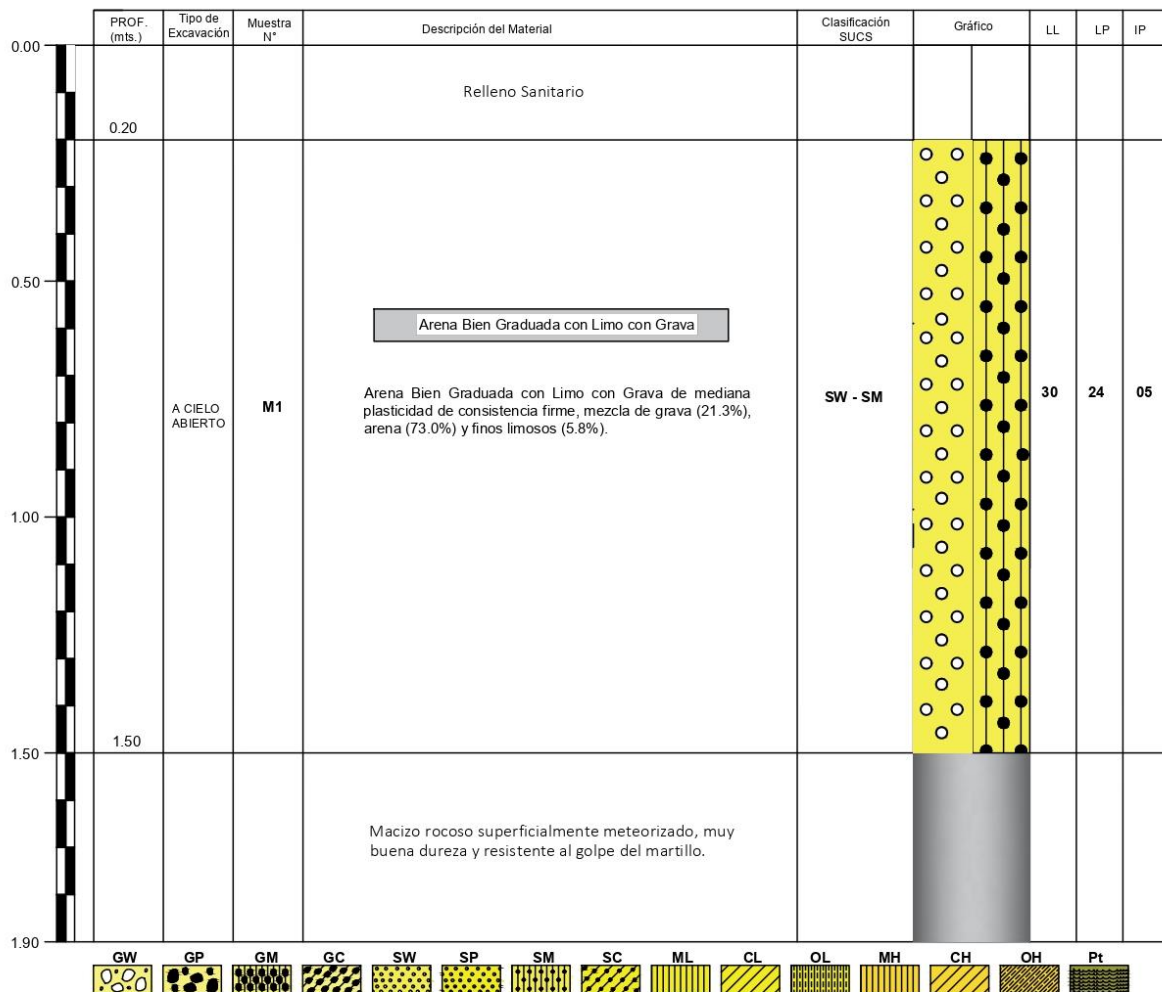
• ANEXO 5: FOTOS DE ESTUDIO DE TRÁFICO REALIZADO



• ANEXO 6: PERFILES DE LAS CALICATAS REALIZADAS

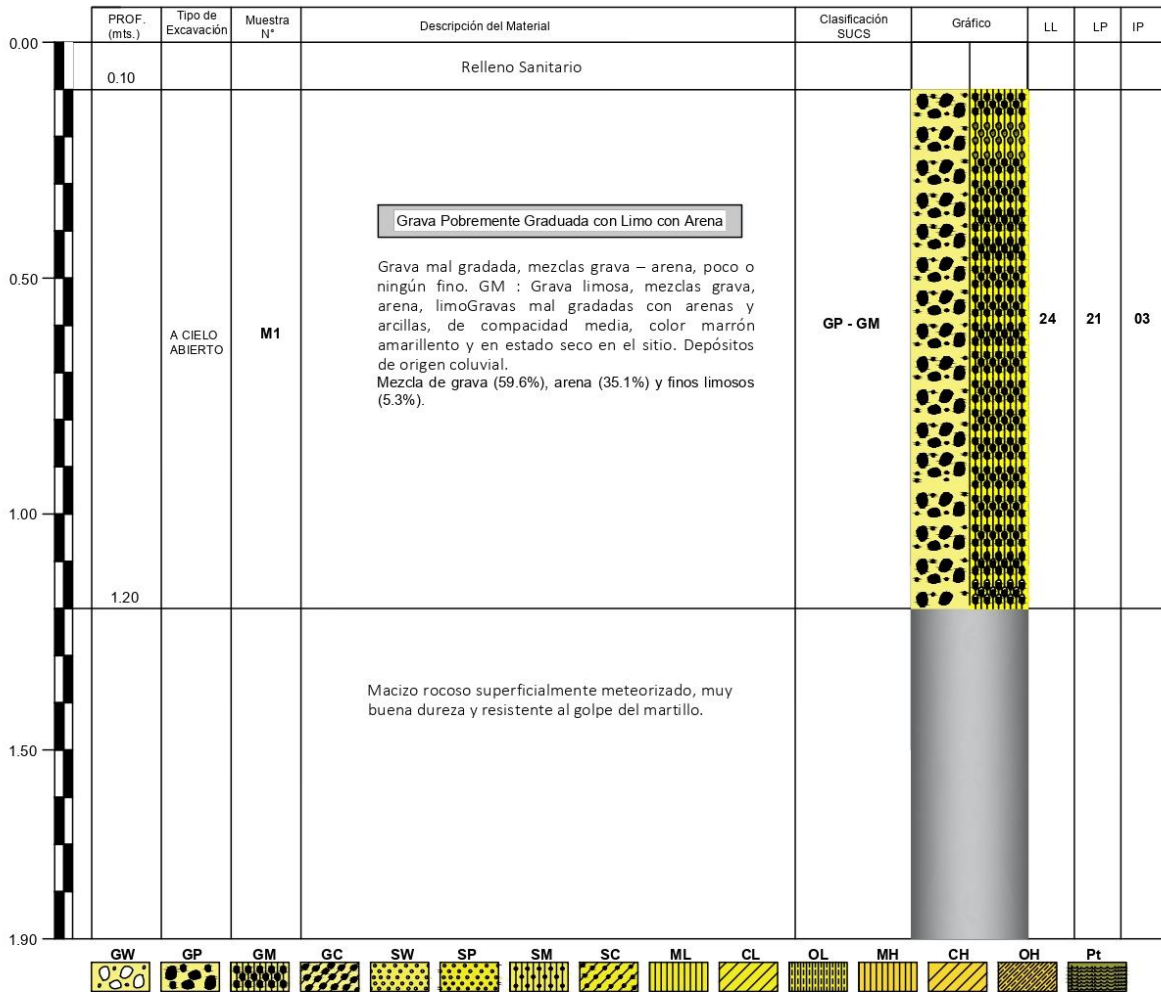


Proyecto : Diseño de Pavimento Permeable Empleando Residuos de Concreto como Mejora a la Resistencia, Avenida Prolongación Revolución, Huarochiri 2023. Ubicación : Av. Prolongación Revolución Distrito : San Antonio de Chaclla Provincia : Huarochiri Departamento : Lima Realizado por : Sthefany Cusimayta Morales Fecha : Octubre, 2022 Ubicación : 18 L 244755.00 E; 8682672.00 S	Calicata : C - 01 Profundidad : 1.50 m
--	--



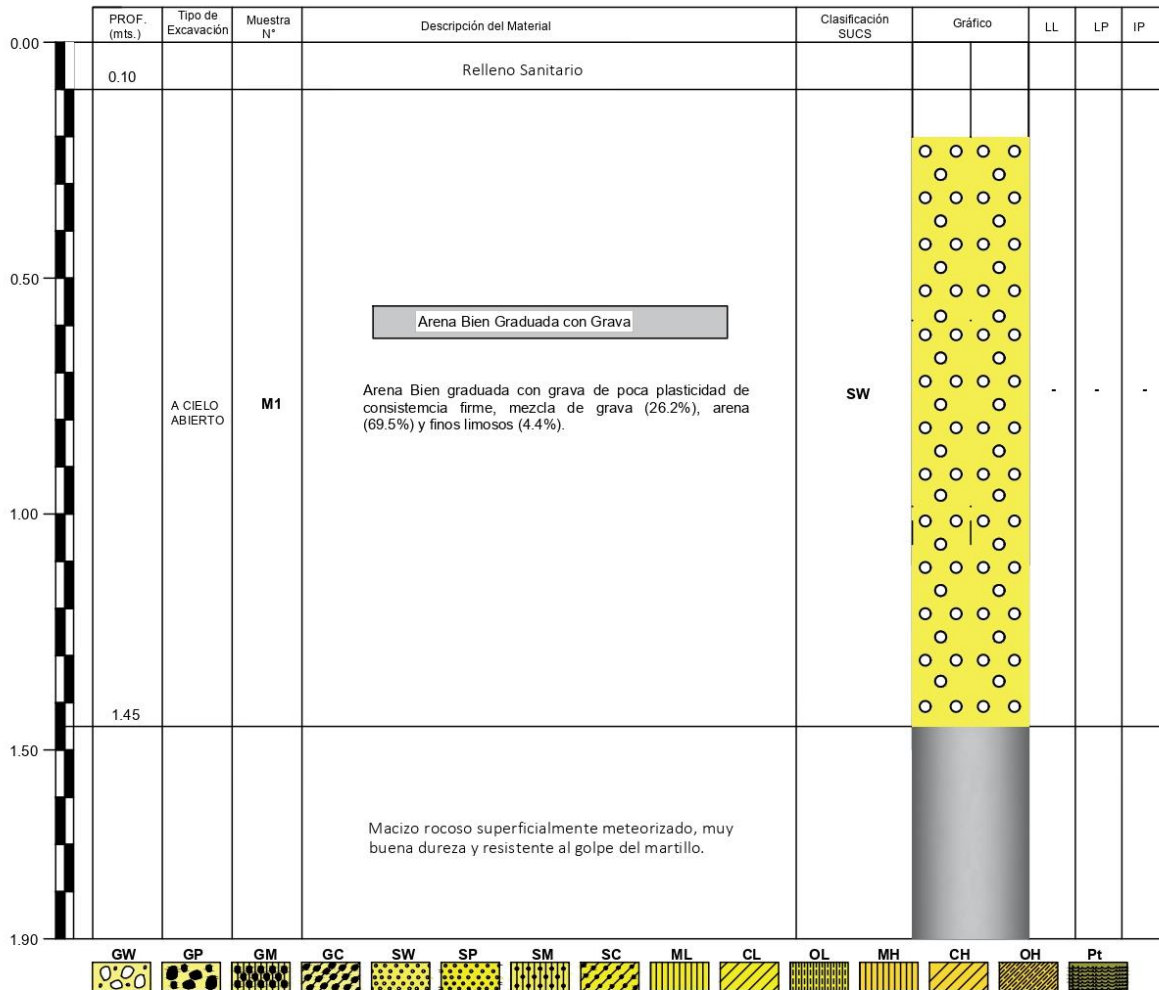
Proyecto : Diseño de Pavimento Permeable Empleando Residuos de Concreto como Mejora a la Resistencia, Avenida Prolongación Revolución, Huarochiri 2023.
 Ubicación : Av. Prolongación Revolución
 Distrito : San Antonio de Chacla Provincia : Huarochiri
 Departamento : Lima Realizado por : Sthefany Cusimayta Morales
 Fecha : Octubre, 2022 Ubicación : 18 L 284003.00 E; 8682573.00 S

Calicata : **C - 02**
 Profundidad : 1.50 m



Proyecto : Diseño de Pavimento Permeable Empleando Residuos de Concreto como Mejora a la Resistencia, Avenida Prolongación Revolución, Huarochiri 2023.
 Ubicación : Av. Prolongación Revolución
 Distrito : San Antonio de Chacla Provincia : Huarochiri
 Departamento : Lima Realizado por : Sthefany Cusimayta Morales
 Fecha : Julio, 2022 Ubicación : 18 L 283268.00 E; 8682300.00 S

Calicata : **C - 03**
 Profundidad : 1.50 m



• **ANEXO 7: RESULTADOS DE ENSAYOS DEL LABORATORIO DE SUELOS DE LA C-1.**

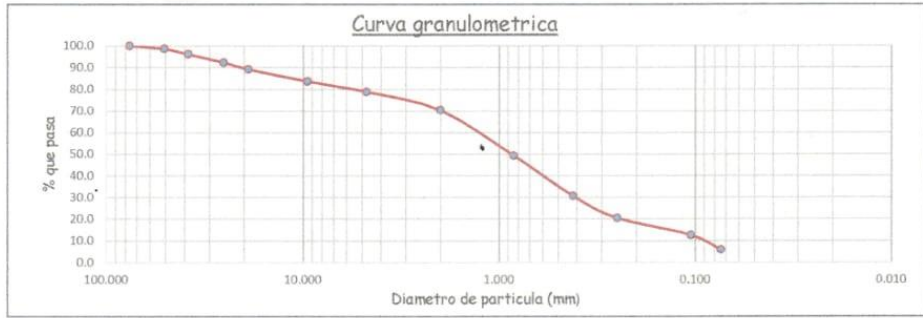


METODO DE ENSAYO PARA EL ANALISIS GRANULOMETRICO
NTP 339.128

PROYECTO :	"Diseño de Pavimento Permeable Empleando Residuos de Concreto como Mejora a la Resistencia, Avenida Prolongación, Huarochiri 2023"		
UBICACIÓN:	Avenida Prolongación, Huarochiri		
COORDENADAS:	284755.00 m E - 8682672.00 m S		
UBICACIÓN PROYECTO :	Localidad: Huarochiri	Distrito: Jicamarca	Provincia: Huarochiri Dpto: Lima
FECHA RECEPCIÓN :	18/10/2022		FECHA EMISIÓN : 15/11/2022

DATOS DE LABORATORIO			
CALICATA:	C-01	CÓDIGO PROY.:	001-Collique/EMS-026
MUESTRA:	Estrato 01	N° DE SOLICITUD:	125
PROF.:	1.50 m	FECHA DE ENSAYO:	20/10/2022

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET. (g)	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
3 in	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO TOTAL	33295.6 gr
2 in	50.800	471.5	1.4	1.4	98.6	FRACCION	0.003003 gr
1 1/2 in	38.500	835.1	2.5	3.9	96.1	PESO FRACCION	544.2 gr
1 in	25.400	1291.3	3.9	7.8	92.2	FRACCION 2	0.144700 %
3/4 in	19.050	1036.9	3.1	10.9	89.1	GRAVA	21.3 %
3/8 in	9.525	1842.2	5.5	16.4	83.6	ARENA	73.0 %
No. 4	4.750	1599.7	4.8	21.3	78.7	FINOS	5.8 %
No. 10	2.000	57.9	8.4	29.6	70.4	Tam. Máx. Particula	1 1/2 in
No. 20	0.841	145.80	21.1	50.7	49.3	D10	0.098
No. 40	0.419	128.30	18.6	69.3	30.7	D30	0.404
No. 60	0.250	70.30	10.2	79.5	20.5	D60	1.307
No. 140	0.105	54.50	7.9	87.4	12.6	Coef. Uniformidad	13.39
No. 200	0.074	47.50	6.9	94.2	5.8	Coef. Curvatura	1.28
< No. 200	0.074	39.9	5.8	100.0	0.0		



DISTRIBUCIÓN DEL TAMAÑO DE PARTÍCULAS (mm)		
Bolones < 300 mm (12") y >= 75 mm (3") :	0.0 %	Arena Mediana < 2.00 mm y >= 0.425 mm (#40): 39.7 %
Grava < 75 mm y >= 4.75 mm (#4) :	21.3 %	Arena Fina < 0.425 mm y >= 0.075 mm (#200): 24.9 %
Arena Gruesa < 4.75 mm y >= 2.00 mm (#10):	8.4 %	% Limo y Arcilla < 0.074 mm : 5.8 %

LABORATORIO DE SUELOS	
ELABORADO POR :	REVISADO POR:
TECNICO :	SUP. DE LABORATORIO :
C.G. & M. PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES S.A.C. RAUL ALARTE QUISPE JEFE DE LABORATORIO	RAUL KENSEL VARGAS VILLEGAS INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 201537



METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS
NTP 339.129

NOMBRE CLIENTE :	"Diseño de Pavimento Permeable Empleando Residuos de Concreto como Mejora a la Resistencia, Avenida Prolongación, Huarochiri 2023"		
DIRECCIÓN CLIENTE :	Avenida Prolongación, Huarochiri		
NOMBRE PROYECTO :	284755.00 m E - 8682672.00 m S		
UBICACIÓN PROYECTO :	Localidad: Huarochiri	Distrito: Jicamarca	Provincia: Huarochiri Dpto: Lima
FECHA RECEPCIÓN :	18/10/2022	FECHA EMISIÓN :	15/11/2022

DATOS DE LABORATORIO			
CALICATA :	C-01	CÓDIGO PROY.:	001-Collique/EMS-026
MUESTRA :	Estrato 01	Nº DE SOLICITUD:	125
PROF.:	1.50 m	FECHA DE ENSAYO:	20/10/2022

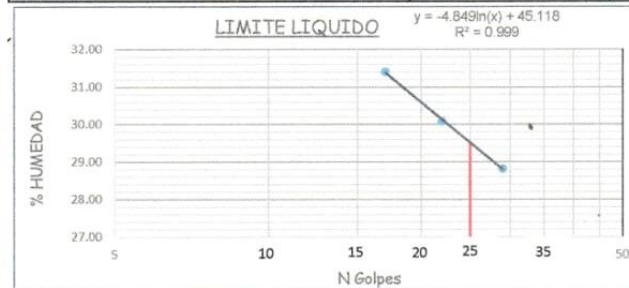
LIMITE LIQUIDO

MÉTODO MULTIPUNTO

Nº TARRO	1	2	3
TARRO + SUELO HUMEDO (g)	28.90	29.70	29.70
TARRO + SUELO SECO (g)	25.50	26.00	25.90
AGUA (g)	3.40	3.70	3.80
PESO DEL TARRO (g)	13.70	13.70	13.80
PESO DEL SUELO SECO (g)	11.80	12.30	12.10
% DE HUMEDAD	28.81	30.08	31.40
Nº DE GOLPES	29	22	17

LIMITE PLÁSTICO

Nº TARRO	1	2	3
TARRO + SUELO HUMEDO (g)	10.60	9.90	11.10
TARRO + SUELO SECO (g)	9.90	9.40	10.40
AGUA (g)	0.70	0.50	0.70
PESO DEL TARRO (g)	7.20	7.20	7.30
PESO DEL SUELO SECO (g)	2.70	2.20	3.10
% DE HUMEDAD	25.93	22.73	22.58



DETERMINACION DE LIMITE LIQUIDO

LL : 30

DETERMINACION DE LIMITE PLASTICO

LP : 24

DETERMINACION DE INDICE DE PLASTICIDAD

IP : 5

LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD

LABORATORIO DE SUELOS	
ELABORADO POR:	REVISADO POR:
TECNICO:	SUP. DE LABORATORIO:

RAUL ALARTE QUISPE
 JEFE DE LABORATORIO

RAÚL KENSEL VARGAS VILLEGAS
INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP Nº 201537



**METODO PARA LA CLASIFICACION DE SUELOS CON PROPOSITOS DE INGENIERIA (Sistema unificado de clasificacion de suelos, SUCS).
NTP 339.134**

NOMBRE CLIENTE :	"Diseño de Pavimento Permeable Empleando Residuos de Concreto como Mejora a la Resistencia. Avenida Prolongación, Huarochiri 2023"		
DIRECCIÓN CLIENTE :	Avenida Prolongación, Huarochiri		
NOMBRE PROYECTO :	284755.00 m E - 8682672.00 m S		
UBICACIÓN PROYECTO :	Localidad: Huarochiri	Distrito: Jicamarca	Provincia: Huarochiri Dpto: Lima
FECHA RECEPCIÓN :	18/10/2022	FECHA EMISIÓN :	15/11/2022

DATOS DE LABORATORIO

CALICATA :	C-01	CÓDIGO PROY.:	001-Collique/EMS-026
MUESTRA :	Estrato 01	N° DE SOLICITUD:	125
PROF.:	1.50 m	FECHA DE ENSAYO:	20/10/2022

Sistema unificado de clasificacion de suelos SUCS

**METODO DE ENSAYO PARA EL ANALISIS GRANULOMETRICO
NTP 339.128**

TAMIZ	ABERT. mm	PESO RET. (g)	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	Composicion granulometrica		
3 in	76.200	0.0	0.00	0.00	100.0	GRAVAS	Gravas Gruesa %	10.92
2 in	50.800	471.5	1.42	1.42	98.6		Gravas Fina %	10.34
1 1/2 in	38.500	835.1	2.51	3.92	96.1		Arenas Gruesa %	29.48
1 in	25.400	1291.3	3.88	7.80	92.2	ARENAS	Arenas Media %	28.74
3/4 in	19.050	1036.9	3.11	10.92	89.1		Arenas Fina %	14.76
3/8 in	9.525	1842.2	5.53	16.45	83.6		Limos y Arcillas %	5.8
No. 4	4.750	1599.7	4.80	21.25	78.7	GRAVAS		21.3 %
No. 10	2.000	57.90	8.38	29.63	70.4		ARENAS	
No. 20	0.841	145.80	21.10	50.73	49.3	FINOS		
No. 40	0.419	128.30	18.57	69.29	30.7			
No. 60	0.250	70.30	10.17	79.47	20.5			
No. 140	0.105	54.50	7.89	87.35	12.6			
No. 200	0.074	47.50	6.87	94.23	5.8			
< No. 200	0.074	39.90	5.77	100.00	0.0			

**METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS
NTP 339.129**

LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLASTICO	
LL:	30	LP:	24
INDICE DE PLASTICIDAD			
IP: 5			

CLASIFICACION DE SUELOS SUCS

SW SM Arena bien graduada con limo con grava

LABORATORIO DE SUELOS	
ELABORADO POR :	REVISADO POR:
TECNICO :	SUP. DE LABORATORIO :
 RAUL ALARTE QUISP. JEFE DE LABORATORIO	 RAUL KENSEL VARGAS VILLEGAS INGENIERO CIVIL Reg- CIP N° 201537



**METODO DE ENSAYO PARA EL ANALISIS DE GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO
NTP 400.021**

PROYECTO :	"Diseño de Pavimento Permeable Empleando Residuos de Concreto como Mejora a la Resistencia, Avenida Prolongación, Huarochiri 2023"		
UBICACIÓN:	Avenida Prolongación, Huarochiri		
COORDENADAS:	284755.00 m E - 8682672.00 m S		
UBICACIÓN PROYECTO :	Localidad: Huarochiri	Distrito: Jicamarca	Provincia: Huarochiri Dpto: Lima
FECHA RECEPCIÓN :	18/10/2022	FECHA EMISIÓN :	15/11/2022

DATOS DE LABORATORIO



CALICATA :	C-01	CÓDIGO PROY.:	001-Collique/EMS-026
MUESTRA :	Estrato 01	Nº DE SOLICITUD:	125
PROF.:	1.50 m	FECHA DE ENSAYO:	20/10/2022

DESCRIPCION DE LA MUESTRA

CLASIFICACION SUCS :	SW SM	Arena bien graduada con limo con grava	TAMAÑO MAXIMO :	1 1/2 in
COLOR DE LA MUESTRA:			% RETENIDO MALLA No. 4 :	21.25
METODO UTILIZADO	A <input checked="" type="checkbox"/>	B <input type="checkbox"/>	PREPARACION:	Humedo
A	MASA DEL AGREGADO SECO (g)			3337.8
B	MASA DEL AGREGADO HUMEDO 24hrs Y SUPERFICIAL SECO (g)			3388.3
C	MASA DEL AGREGADO SUMERGIDO (g)			2615.0
D	MASA DE LA CANASTILLA SUMERGIDO (g)			465.0
E	GRAVEDAD ESPECIFICA BULK (g/cm3)			2.695
F	GRAVEDAD ESPECIFICA SATURADA SUPERFICIE SECA (g/cm3)			2.736
G	GRAVEDAD ESPECIFICA APARENTE (g/cm3)			2.810
H	ABSORCION (%)			1.51
I	TEMPERATURA DEL AGUA (°C)			20.0

OBSERVACIONES :

LABORATORIO DE SUELOS

ELABORADO POR :	REVISADO POR:
TECNICO :	SUP. DE LABORATORIO :
	 RAUL KENSEL VARGAS VILLEGAS INGENIERO CIVIL Reg. CIP Nº 201537

C.G.M.
PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES S.A.C.
RAUL ALARTE QUISPE
JEFE DE LABORATORIO

METODO DE ENSAYO PARA EL ANALISIS DE GRAVEDAD ESPECIFICA DE LOS SOLIDOS
NTP 339.131

PROYECTO :	"Diseño de Pavimento Permeable Empleando Residuos de Concreto como Mejora a la Resistencia, Avenida Prolongación, Huarochiri 2023"		
UBICACIÓN:	Avenida Prolongación, Huarochiri		
COORDENADAS:	284755.00 m E - 8682672.00 m S		
UBICACIÓN PROYECTO :	Localidad: Huarochiri	Distrito: Jicamarca	Provincia: Huarochiri Dpto: Lima
FECHA RECEPCIÓN :	18/10/2022	FECHA EMISIÓN :	15/11/2022

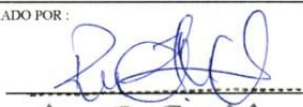

DATOS DE LABORATORIO			
CALICATA :	C-01	CÓDIGO PROY.:	001-Collique/EMS-026
MUESTRA :	Estrato 01	N° DE SOLICITUD:	125
PROF.:	1.50 m	FECHA DE ENSAYO:	20/10/2022

DESCRIPCION DE LA MUESTRA

CLASIFICACION SUCS :	SW SM	Arena bien graduada con limo con grava	TAMAÑO MAXIMO :	1 1/2 in
COLOR DE LA MUESTRA:			% PASANTE MALLA No. 4 :	78.75
METODO UTILIZADO	A <input checked="" type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/>	PREPARACION:	Humedo	

A	MASA PROMEDIO DE PICNÓMETRO SECO (g)	171.60
B	VOLUMEN CALIBRADO PROMEDIO DE PICNÓMETRO (CC)	499.94
C	TEMP. DE AGUA DE ENSAYO (°C)	18.40
D	DENSIDAD DEL AGUA A TEMPERATURA DE ENSAYO	0.99852
E	MASA DE PICNÓMETRO + AGUA A TEMP. DE ENSAYO (g)	670.80
F	MASA PICNÓMETRO + MUESTRA + AGUA A TEMP. DE ENSAYO (g)	733.80
G	MASA DEL SUELO (g)	100.00
H	COEFICIENTE (K) PARA REFERIR ENSAYO	1.00032
I	GRAVEDAD ESPECÍFICA 20 °C (TEMP. DE CORRECCIÓN) K	2.704

OBSERVACIONES :

LABORATORIO DE SUELOS	
ELABORADO POR :	REVISADO POR:
TECNICO : 	
	SUP. DE LABORATORIO : RAUL KENSEL VARGAS VILLEGAS INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 201537

C.G.&M.
PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES S.A.C
RAUL ALARTE QUISPE
JEFE DE LABORATORIO



● **ANEXO 8: RESULTADOS DE ENSAYOS DEL LABORATORIO DE SUELOS DE LA C-2.**

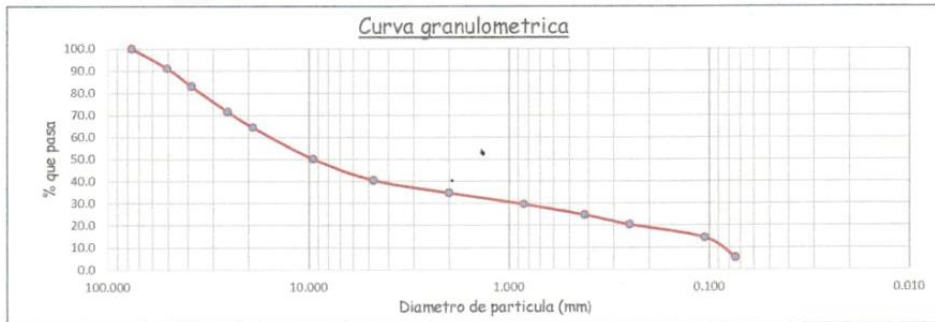


**METODO DE ENSAYO PARA EL ANALISIS GRANULOMETRICO
NTP 339.128**

PROYECTO:	"Diseño de Pavimento Permeable Empleando Residuos de Concreto como Mejora a la Resistencia, Avenida Prolongación, Huarochiri 2023"		
UBICACIÓN:	Avenida Prolongación, Huarochiri		
COORDENADAS:	284003.00 m E - 8682573.00 m S		
UBICACIÓN PROYECTO:	Localidad: Huarochiri	Distrito: Jicamarca	Provincia: Huarochiri Dpto: Lima
FECHA RECEPCIÓN:	18/10/2022	FECHA EMISIÓN:	15/11/2022

DATOS DE LABORATORIO			
CALICATA:	C-02	CÓDIGO PROY.:	001-Colliquo/EMS-027
MUESTRA:	Estrato 01	N° DE SOLICITUD:	125
PROF.:	1.20 m	FECHA DE ENSAYO:	20/10/2022

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET. (g)	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
3 in	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO TOTAL	35822.6 gr
2 in	50.800	3200.0	8.9	8.9	91.1	FRACCION	0.002792 gr
1 1/2 in	38.500	2869.4	8.0	16.9	83.1	PESO FRACCION	507.8 gr
1 in	25.400	4121.6	11.5	28.4	71.6	FRACCION 2	0.079600 %
3/4 in	19.050	2562.7	7.2	35.6	64.4	GRAVA	59.6 %
3/8 in	9.525	5141.7	14.4	50.0	50.0	ARENA	35.1 %
No. 4	4.750	3447.4	9.6	59.6	40.4	FINOS	5.3 %
No. 10	2.000	71.0	5.7	65.2	34.8	Tam. Máx. Partícula	1 1/2 in
No. 20	0.841	65.20	5.2	70.4	29.6	D10	0.094
No. 40	0.419	60.80	4.8	75.3	24.7	D30	0.902
No. 60	0.250	55.40	4.4	79.7	20.3	D60	15.405
No. 140	0.105	73.90	5.9	85.6	14.4	Coef. Uniformidad	163.49
No. 200	0.074	114.40	9.1	94.7	5.3	Coef. Curvatura	0.56
< No. 200	0.074	67.1	5.3	100.0	0.0		



DISTRIBUCIÓN DEL TAMAÑO DE PARTÍCULAS (mm)			
Bolones < 300 mm (12") y > 75 mm (3"):	0.0 %	Arena Mediana < 2.00 mm y > 0.425 mm (#40):	10.0 %
Grava < 75 mm y > 4.75 mm (#4) :	59.6 %	Arena Fina < 0.425 mm y > 0.075 mm (#200):	19.4 %
Arena Gruesa < 4.75 mm y > 2.00 mm (#10):	5.7 %	% Limo y Arcilla < 0.074 mm :	5.3 %

LABORATORIO DE SUELOS	
ELABORADO POR:	REVISADO POR:
TECNICO:	SUP. DE LABORATORIO:

C.G.M.
 PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES S.A.C.
RAUL ALARTE QUISPE
 JEFE DE LABORATORIO

RAUL KENSEL
VARGAS VILLEGAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 201537



METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS
NTP 339.129

NOMBRE CLIENTE :	"Diseño de Pavimento Permeable Empleando Residuos de Concreto como Mejora a la Resistencia, Avenida Prolongación, Huarochiri 2023"		
DIRECCIÓN CLIENTE :	Avenida Prolongación, Huarochiri		
NOMBRE PROYECTO :	284003.00 m E - 8682573.00 m S		
UBICACIÓN PROYECTO :	Localidad: Huarochiri	Distrito: Jicamarca	Provincia: Huarochiri Dpto: Lima
FECHA RECEPCIÓN :	18/10/2022	FECHA EMISIÓN :	15/11/2022

DATOS DE LABORATORIO			
CALICATA :	C-02	CÓDIGO PROY.:	001-Colliquo/EMS-027
MUESTRA :	Estrato 01	N° DE SOLICITUD:	125
PROF.:	1.20 m	FECHA DE ENSAYO:	20/10/2022

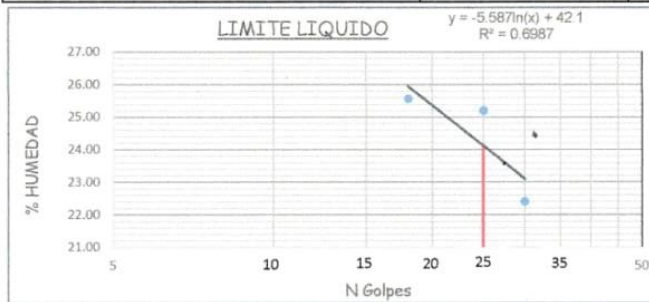
LIMITE LIQUIDO

MÉTODO MULTIPUNTO

N° TARRO	1	2	3
TARRO + SUELO HUMEDO (g)	39.90	40.30	41.10
TARRO + SUELO SECO (g)	37.10	37.10	37.70
AGUA (g)	2.80	3.20	3.40
PESO DEL TARRO (g)	24.60	24.40	24.40
PESO DEL SUELO SECO (g)	12.50	12.70	13.30
% DE HUMEDAD	22.40	25.20	25.56
N° DE GOLPES	30	25	18

LIMITE PLÁSTICO

N° TARRO	1	2	3
TARRO + SUELO HUMEDO (g)	17.90	18.00	17.40
TARRO + SUELO SECO (g)	17.10	17.10	16.60
AGUA (g)	0.80	0.90	0.80
PESO DEL TARRO (g)	13.00	13.00	13.10
PESO DEL SUELO SECO (g)	4.10	4.10	3.50
% DE HUMEDAD	19.51	21.95	22.86



DETERMINACION DE LIMITE LIQUIDO

LL : 24

DETERMINACION DE LIMITE PLASTICO

LP : 21

DETERMINACION DE INDICE DE PLASTICIDAD

IP : 3

LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD

LABORATORIO DE SUELOS	
ELABORADO POR :	REVISADO POR:
TECNICO :	SUP. DE LABORATORIO :
	RAUL KENSEL VARGAS VILLEGAS INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 201537

C.G.&M.
PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES S.A.C.
RAUL ALARTE QUISPE
JEFE DE LABORATORIO



**METODO PARA LA CLASIFICACION DE SUELOS CON PROPOSITOS DE INGENIERIA (Sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS).
NTP 339.134**

NOMBRE CLIENTE :	"Diseño de Pavimento Permeable Empleando Residuos de Concreto como Mejora a la Resistencia, Avenida Prolongación, Huarochiri 2023"		
DIRECCIÓN CLIENTE :	Avenida Prolongación, Huarochiri		
NOMBRE PROYECTO :	284003.00 m E - 8682573.00 m S		
UBICACIÓN PROYECTO :	Localidad: Huarochiri	Distrito: Jicamarca	Provincia: Huarochiri Dpto: Lima
FECHA RECEPCIÓN :	18/10/2022	FECHA EMISIÓN :	15/11/2022

DATOS DE LABORATORIO			
CALICATA :	C-02	CÓDIGO PROJ.:	001-Collique/EMS-027
MUESTRA :	Estrato 01	N° DE SOLICITUD:	125
PROF.:	1.20 m	FECHA DE ENSAYO:	20/10/2022

Sistema unificado de clasificación de suelos SUCS

**METODO DE ENSAYO PARA EL ANALISIS GRANULOMETRICO
NTP 339.128**

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET. (g)	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q PASA	Composicion granulometrica		
3 in	76.200	0.0	0.00	0.00	100.0	GRAVAS	Gravas Gruesa %	35.60
2 in	50.800	3200.0	8.93	8.93	91.1		Gravas Fina %	23.98
1 1/2 in	38.500	2869.4	8.01	16.94	83.1	ARENAS	Arenas Gruesa %	10.84
1 in	25.400	4121.6	11.51	28.45	71.6		Arenas Media %	9.25
3/4 in	19.050	2562.7	7.15	35.60	64.4		Arenas Fina %	14.99
3/8 in	9.525	5141.7	14.35	49.96	50.0	FINOS	Limos y Arcillas %	5.3
No. 4	4.750	3447.4	9.62	59.58	40.4			
No. 10	2.000	71.00	5.65	65.23	34.8			
No. 20	0.841	65.20	5.19	70.42	29.6		GRAVAS	59.6 %
No. 40	0.419	60.80	4.84	75.26	24.7	ARENAS	35.1 %	
No. 60	0.250	55.40	4.41	79.67	20.3			
No. 140	0.105	73.90	5.88	85.55	14.4			
No. 200	0.074	114.40	9.11	94.66	5.3	FINOS	5.3 %	
< No. 200	0.074	67.10	5.34	100.00	0.0			

**METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS
NTP 339.129**

LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLASTICO	
LL:	24	LP:	21
INDICE DE PLASTICIDAD			
IP:	3		

CLASIFICACION DE SUELOS SUCS

GP GM Grava pobremente graduada con limo con arena

LABORATORIO DE SUELOS	
ELABORADO POR :	REVISADO POR:
TECNICO :	SUP. DE LABORATORIO :

C.G.&M.
 PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES S.A.C.
RAÚL ALARTE QUISPE
 JEFE DE LABORATORIO

RAÚL KENSEL
VARGAS VILLEGAS
INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 201537





**METODO DE ENSAYO PARA EL ANALISIS DE GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO
NTP 400.021**

PROYECTO:	"Diseño de Pavimento Permeable Empleando Residuos de Concreto como Mejora a la Resistencia, Avenida Prolongación, Huarochiri 2023"		
UBICACIÓN:	Avenida Prolongación, Huarochiri		
COORDENADAS:	284003.00 m E - 8682573.00 m S		
UBICACIÓN PROYECTO:	Localidad: Huarochiri	Distrito: Jicamarca	Provincia: Huarochiri Dpto: Lima
FECHA RECEPCIÓN:	18/10/2022	FECHA EMISIÓN:	15/11/2022

DATOS DE LABORATORIO			
CALICATA:	C-02	CÓDIGO PROY.:	001-Collique/EMS-027
MUESTRA:	Estrato 01	N° DE SOLICITUD:	125
PROF.:	1.20 m	FECHA DE ENSAYO:	20/10/2022

DESCRIPCION DE LA MUESTRA

CLASIFICACION SUCS:	GP GM	Grava pobremente graduada con limo con arena	TAMAÑO MAXIMO:	1 1/2 in
COLOR DE LA MUESTRA:			% RETENIDO MALLA No. 4:	59.58
METODO UTILIZADO	A <input checked="" type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/>	PREPARACION:	Humedo	

A	MASA DEL AGREGADO SECO (g)	3725.7
B	MASA DEL AGREGADO HUMEDO 24hrs Y SUPERFICIAL SECO (g)	3758.1
C	MASA DEL AGREGADO SUMERGIDO (g)	2785.0
D	MASA DE LA CANASTILLA SUMERGIDO (g)	465.0
E	GRAVEDAD ESPECIFICA BULK (g/cm3)	2.591
F	GRAVEDAD ESPECIFICA SATURADA SUPERFICIE SECA (g/cm3)	2.613
G	GRAVEDAD ESPECIFICA APARENTE (g/cm3)	2.650
H	ABSORCION (%)	0.87
I	TEMPERATURA DEL AGUA (°C)	20.0

OBSERVACIONES:

LABORATORIO DE SUELOS	
ELABORADO POR:	REVISADO POR:
TECNICO:	SUP. DE LABORATORIO:

C.G.&M.
 PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES S.A.C.
RAUL ALARTE QUISPE
 JEFE DE LABORATORIO

RAUL KENSEL
VARGAS VILLEGAS
INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 201537

**METODO DE ENSAYO PARA EL ANALISIS DE GRAVEDAD ESPECIFICA DE LOS SOLIDOS
NTP 339.131**

PROYECTO:	"Diseño de Pavimento Permeable Empleando Residuos de Concreto como Mejora a la Resistencia, Avenida Prolongación, Huarochiri 2023"		
UBICACIÓN:	Avenida Prolongación, Huarochiri		
COORDENADAS:	284003.00 m E - 8682573.00 m S		
UBICACIÓN PROYECTO:	Localidad: Huarochiri	Distrito: Jicamarca	Provincia: Huarochiri Dpto: Lima
FECHA RECEPCIÓN:	18/10/2022	FECHA EMISIÓN:	15/11/2022

DATOS DE LABORATORIO			
CALICATA:	C-02	CÓDIGO PROY.:	001-Collique/EMS-027
MUESTRA:	Estrato 01	Nº DE SOLICITUD:	125
PROF.:	1.20 m	FECHA DE ENSAYO:	20/10/2022

DESCRIPCION DE LA MUESTRA			
CLASIFICACION SUCS:	GP GM	Grava pobremente graduada con limo con arena	TAMAÑO MAXIMO: 1 1/2 in
COLOR DE LA MUESTRA:			% PASANTE MALLA No. 4: 40.42
METODO UTILIZADO	A <input type="checkbox"/> B <input checked="" type="checkbox"/>	PREPARACION:	Humedo
A	MASA PROMEDIO DE PICNÓMETRO SECO (g)		198.00
B	VOLUMEN CALIBRADO PROMEDIO DE PICNÓMETRO (CC)		449.47
C	TEMP. DE AGUA DE ENSAYO (°C)		18.40
D	DENSIDAD DEL AGUA A TEMPERATURA DE ENSAYO		0.99852
E	MASA DE PICNÓMETRO + AGUA A TEMP. DE ENSAYO (g)		646.80
F	MASA PICNÓMETRO + MUESTRA + AGUA A TEMP. DE ENSAYO (g)		710.40
G	MASA DEL SUELO (g)		100.00
H	COEFICIENTE (K) PARA REFERIR ENSAYO		1.00032
I	GRAVEDAD ESPECÍFICA 20 °C (TEMP. DE CORRECCIÓN) K		2.748
OBSERVACIONES:			

LABORATORIO DE SUELOS	
ELABORADO POR:	REVISADO POR:
TECNICO:	SUP. DE LABORATORIO:

C.G.&M.
PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES S.A.C.
RAUL ALARTE QUISPE
JEFE DE LABORATORIO

RAUL KENSEL
VARGAS VILLEGAS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 201537



• **ANEXO 9: RESULTADOS DE ENSAYOS DEL LABORATORIO DE SUELOS DE LA C-3.**

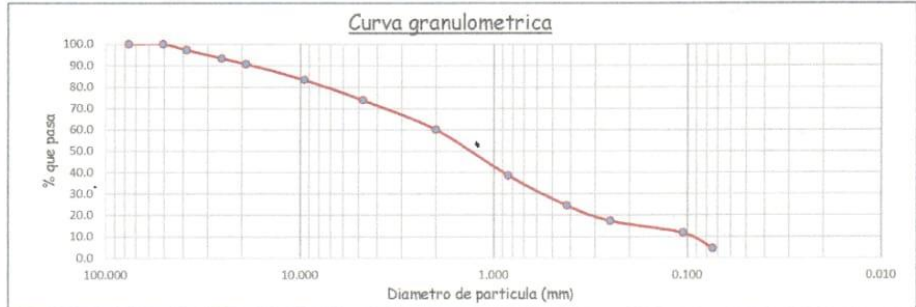


**METODO DE ENSAYO PARA EL ANALISIS GRANULOMETRICO
NTP 339.128**

PROYECTO:	"Diseño de Pavimento Permeable Empleando Residuos de Concreto como Mejora a la Resistencia, Avenida Prolongación, Huarochiri 2023"			
UBICACIÓN:	Avenida Prolongación, Huarochiri			
COORDENADAS:				
UBICACIÓN PROYECTO:	Localidad: Huarochiri	Distrito: Jicamarca	Provincia: Huarochiri	Dpto: Lima
FECHA RECEPCIÓN:	18/10/2022		FECHA EMISIÓN: 15/11/2022	

DATOS DE LABORATORIO			
CALICATA:	C-03	CÓDIGO PROJ.:	001-Collique/EMS-025
MUESTRA:	Etrato 01	N° DE SOLICITUD:	125
PROF.:	1.45 m	FECHA DE ENSAYO:	20/10/2022

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET. (g)	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
3 in	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO TOTAL	26564.5 gr
2 in	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0	FRACCION	0.003764 gr
1 1/2 in	38.500	744.5	2.8	2.8	97.2	PESO FRACCION	573.3 gr
1 in	25.400	1042.0	3.9	6.7	93.3	FRACCION 2	0.128803 %
3/4 in	19.050	723.5	2.7	9.4	90.6	GRAVA	26.2 %
3/8 in	9.525	1926.6	7.3	16.7	83.3	ARENA	69.5 %
No. 4	4.750	2511.9	9.5	26.2	73.8	FINOS	4.4 %
No. 10	2.000	106.9	13.8	39.9	60.1	Tam. Máx. Partícula	1 1/2 in
No. 20	0.841	166.40	21.4	61.4	38.6	D10	0.100
No. 40	0.419	109.60	14.1	75.5	24.5	D30	0.549
No. 60	0.250	56.10	7.2	82.7	17.3	D60	1.994
No. 140	0.105	43.20	5.6	88.3	11.7	Coef. Uniformidad	20.01
No. 200	0.074	57.20	7.4	95.6	4.4	Coef. Curvatura	1.52
< No. 200	0.074	33.9	4.4	100.0	0.0		



DISTRIBUCIÓN DEL TAMAÑO DE PARTÍCULAS (mm)		
Bolones < 300 mm (12") y > 75 mm (3") :	0.0 %	Arena Mediana < 2.00 mm y > 0.425 mm (#40): 35.5 %
Grava < 75 mm y > 4.75 mm (#4) :	26.2 %	Arena Fina < 0.425 mm y > 0.075 mm (#200): 20.2 %
Arena Gruesa < 4.75 mm y > 2.00 mm (#10):	13.8 %	% Limo y Arcilla < 0.074 mm :
		4.4 %

ELABORADO POR:		REVISADO POR:	
TECNICO:		SUP. DE LABORATORIO:	

C.G.M.
PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES S.A.C.
RAUL ALARTE QUISPE
JEFE DE LABORATORIO

RAUL KENSEL
VARGAS VILLEGAS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 201537



**METODO PARA LA CLASIFICACION DE SUELOS CON PROPOSITOS DE INGENIERIA (Sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS).
NTP 339.134**

NOMBRE CLIENTE : "Diseño de Pavimento Permeable Empleando Residuos de Concreto como Mejora a la Resistencia, Avenida Prolongación, Huarochiri 2023"
 DIRECCIÓN CLIENTE : Avenida Prolongación, Huarochiri
 NOMBRE PROYECTO : 0
 UBICACIÓN PROYECTO : Localidad: Huarochiri Distrito: Jicamarca Provincia: Huarochiri Dpto: Lima
 FECHA RECEPCIÓN : 18/10/2022 FECHA EMISIÓN : 15/11/2022

DATOS DE LABORATORIO

CALICATA : C-03 CÓDIGO PROJ.: 001-Collique/EMS-025
 MUESTRA : Estrato 01 N° DE SOLICITUD: 125
 PROF.: 1.45 m FECHA DE ENSAYO: 20/10/2022

Sistema unificado de clasificación de suelos SUCS

METODO DE ENSAYO PARA EL ANALISIS GRANULOMETRICO

NTP 339.128

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET. (g)	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q PASA	Composicion granulometrica			
3 in	76.200	0.0	0.00	0.00	100.0	GRAVAS	Gravas Gruesa %	9.45	
2 in	50.800	0.0	0.00	0.00	100.0		Gravas Fina %	16.71	
1 1/2 in	38.500	744.5	2.80	2.80	97.2		Arenas Gruesa %	35.20	
1 in	25.400	1042.0	3.92	6.73	93.3	ARENAS	Arenas Media %	21.34	
3/4 in	19.050	723.5	2.72	9.45	90.6		Arenas Fina %	12.93	
3/8 in	9.525	1926.6	7.25	16.70	83.3		FINOS	Limos y Arcillas %	4.4
No. 4	4.750	2511.9	9.46	26.16	73.8	GRAVAS			
No. 10	2.000	106.90	13.77	39.93	60.1				26.2 %
No. 20	0.841	166.40	21.43	61.36	38.6	ARENAS			
No. 40	0.419	109.60	14.12	75.48	24.5			69.5 %	
No. 60	0.250	56.10	7.23	82.70	17.3				
No. 140	0.105	43.20	5.56	88.27	11.7	FINOS			
No. 200	0.074	57.20	7.37	95.63	4.4			4.4 %	
< No. 200	0.074	33.90	4.37	100.00	0.0				

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

NTP 339.129

LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLASTICO	
LL:	NP	LP:	NP
INDICE DE PLASTICIDAD			
IP: NP			

CLASIFICACION DE SUELOS SUCS

SW Arena bien graduada con grava

LABORATORIO DE SUELOS	
ELABORADO POR : TECNICO :	REVISADO POR : SUP. DE LABORATORIO : RAUL KENSEL VARGAS VILLEGAS INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 201537

RAUL ALARTE QUISPE
JEFE DE LABORATORIO



**METODO DE ENSAYO PARA EL ANALISIS DE GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO
NTP 400.021**

PROYECTO:	"Diseño de Pavimento Permeable Empleando Residuos de Concreto como Mejora a la Resistencia, Avenida Prolongación, Huarochiri 2023"		
UBICACIÓN:	Avenida Prolongación, Huarochiri		
COORDENADAS:	0		
UBICACIÓN PROYECTO:	Localidad: Huarochiri	Distrito: Jicamarca	Provincia: Huarochiri Dpto: Lima
FECHA RECEPCIÓN:	18/10/2022	FECHA EMISIÓN:	15/11/2022


DATOS DE LABORATORIO			
CALICATA:	C-03	CÓDIGO PROY.:	001-Collique/EMS-025
MUESTRA:	Estrato 01	Nº DE SOLICITUD:	125
PROF.:	1.45 m	FECHA DE ENSAYO:	20/10/2022

DESCRIPCION DE LA MUESTRA			
CLASIFICACION SUCS:	SW	Arena bien graduada con grava	TAMAÑO MAXIMO: 1 1/2 in
COLOR DE LA MUESTRA:			% RETENIDO MALLA No. 4: 26.16
METODO UTILIZADO	A <input type="checkbox"/> B <input checked="" type="checkbox"/>	PREPARACION:	Humedo
A	MASA DEL AGREGADO SECO (g)		2495.2
B	MASA DEL AGREGADO HUMEDO 24hrs Y SUPERFICIAL SECO (g)		2517.2
C	MASA DEL AGREGADO SUMERGIDO (g)		2085.0
D	MASA DE LA CANASTILLA SUMERGIDO (g)		465.0
E	GRAVEDAD ESPECIFICA BULK (g/cm3)		2.781
F	GRAVEDAD ESPECIFICA SATURADA SUPERFICIE SECA (g/cm3)		2.806
G	GRAVEDAD ESPECIFICA APARENTE (g/cm3)		2.851
H	ABSORCION (%)		0.88
I	TEMPERATURA DEL AGUA (°C)		20.0

OBSERVACIONES:

LABORATORIO DE SUELOS	
ELABORADO POR:	REVISADO POR:
TECNICO:	SUP. DE LABORATORIO:


C.G.M.
 PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES S.A.C.
RAUL ALARTE QUISPE
 JEFE DE LABORATORIO


RAUL KENSEL
VARGAS VILLEGAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP Nº 201537

METODO DE ENSAYO PARA EL ANALISIS DE GRAVEDAD ESPECIFICA DE LOS SOLIDOS
NTP 339.131

PROYECTO :	"Diseño de Pavimento Permeable Empleando Residuos de Concreto como Mejora a la Resistencia, Avenida Prolongación, Huachipa 2023"		
UBICACIÓN:	Avenida Prolongación, Huachipa		
COORDENADAS:	0		
UBICACIÓN PROYECTO :	Localidad: Huachipa	Distrito: Jicamarca	Provincia: Huachipa Dpto: Lima
FECHA RECEPCIÓN :	18/10/2022	FECHA EMISIÓN :	15/11/2022

DATOS DE LABORATORIO			
CALICATA :	C-03	CÓDIGO PROY.:	001-Colliquo/EMS-025
MUESTRA :	Estrato 01	N° DE SOLICITUD:	125
PROF.:	1.45 m	FECHA DE ENSAYO:	20/10/2022

DESCRIPCION DE LA MUESTRA		
CLASIFICACION SUCS :	SW	Arena bien graduada con grava
COLOR DE LA MUESTRA:		TAMAÑO MAXIMO : 1 1/2 in
METODO UTILIZADO	A <input type="checkbox"/> B <input checked="" type="checkbox"/>	% PASANTE MALLA No. 4 : 73.84
	PREPARACION:	Humedo
A	MASA PROMEDIO DE PICNÓMETRO SECO (g)	171.70
B	VOLUMEN CALIBRADO PROMEDIO DE PICNÓMETRO (CC)	500.42
C	TEMP. DE AGUA DE ENSAYO (°C)	23.70
D	DENSIDAD DEL AGUA A TEMPERATURA DE ENSAYO	0.99737
E	MASA DE PICNÓMETRO + AGUA A TEMP. DE ENSAYO (g)	670.80
F	MASA PICNÓMETRO + MUESTRA + AGUA A TEMP. DE ENSAYO (g)	734.40
G	MASA DEL SUELO (g)	100.00
H	COEFICIENTE (K) PARA REFERIR ENSAYO	0.99917
I	GRAVEDAD ESPECÍFICA 20 °C (TEMP. DE CORRECCIÓN) K	2.745

OBSERVACIONES :

LABORATORIO DE SUELOS	
ELABORADO POR :	REVISADO POR:
TECNICO:	SUP. DE LABORATORIO:

[Signature]
C.G.&M.
PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES S.A.C
RAUL ALARTE QUISPE
JEFE DE LABORATORIO

[Signature]
RAUL KENSEL
VARGAS VILLEGAS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 201537



• ANEXO 10: RESULTADOS DEL ENSAYO DE CBR



N° DE INFORME LEM22001/001

DISEÑO DE PAVIMENTOS PERMEABLE EMPLEANDO RESIDUOS DE CONCRETOS COMO MEJORA ALA RESISTENCIA, AVENIDA PROLONGACIÓN REVOLUCIÓN, HUARACHIRÍ 2022		SOLICITANTE: S.C.M
CONTROL TECNOLÓGICO	CBR de suelos (Laboratorio) - MTC E 132	

CALICATA: C-03	MUESTRA: M-01	PROFUNDIDAD: 0.20 - 3.00 m	PROCEDENCIA: DE SITIO
UBICACIÓN: AVENIDA PROLONGACIÓN REVOLUCIÓN, HUARACHIRÍ	PROGRESIVA:	FECHA DE INGRESO: 4/10/2022	
PROYECTO: ING. RAUL VARGAS		FECHA DE ENSAYO: 19/10/2022	
TÉCNICO: JIMY BUENDIA		FECHA DE EMISIÓN: 22/10/2022	

Molde N°	10		11		12	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
N° Capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	55		26		12	
Cond. de la muestra						
Peso molde + Suelo húmedo	11231	11692	11562	12015	11363	11892
Peso de molde (gr)	6597	6597	7039	7039	7095	7095
Peso del suelo húmedo (gr)	4634	5095	4523	4976	4268	4787
Volumen del molde (cc)	2113	2113	2124	2124	2116	2116
Densidad húmeda (gr/cc)	2.193	2.411	2.129	2.343	2.017	2.262
% de humedad	5.11	16.07	5.24	15.97	5.23	17.76
Densidad seca (gr/cc)	2.086	2.077	2.023	2.020	1.917	1.921
Densidad Máxima Laboratorio (grs/cc)	2.089	2.089	2.089	2.089	2.089	2.089
Tarro N°	99.9	99.4	96.8	96.7	91.8	92.0
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	568.90	942.00	845.10	1013.20	955.30	986.30
Tarro + Suelo seco (gr.)	552.30	839.10	811.00	904.30	921.00	870.80
Peso del Agua (gr.)	16.60	102.90	34.10	108.90	34.30	115.50
Peso del tarro (gr.)	227.30	198.60	168.30	222.50	264.70	229.40
Peso del suelo seco (gr.)	325.00	640.50	650.70	681.80	656.30	650.40
% de humedad	5.1	16.1	5.2	16.0	5.2	17.8

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL (0.001")	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
19-Oct-22	17:00:00	0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
20-Oct-22	17:00:00	24	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
21-Oct-22	17:00:00	48	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
22-Oct-22	17:00:00	72	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
23-Oct-22	17:00:00	96	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
% Expansión:				0.0			0.0			0.0	

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN pulg	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 10				MOLDE N° 11				MOLDE N° 12			
		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
		Kgf	kg/cm2	kg/cm2	%	Kgf	kg/cm2	kg/cm2	%	Kgf	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.025		773.4	39.9			336.6	17.4			219.0	11.3		
0.050		1189.5	61.4			598.3	30.9			326.6	16.9		
0.075		1464.3	75.5			791.5	40.8			440.2	22.7		
0.100	70.36	1685.9	87.0	87.0	123.6	949.2	48.5	48.5	68.9	543.1	28.0	28.0	39.8
0.125		1876.5	96.8			1063.1	54.9			631.2	32.6		
0.150		2042.9	105.4			1186.1	61.2			707.0	36.5		
0.175		2236.3	115.4			1297.6	67.0			774.7	40.0		
0.200	101.97	2381.6	122.9	122.9	120.5	1407.5	72.6	72.6	71.2	829.8	42.8	42.8	42.0
0.300		2850.1	147.1			1754.6	90.5			1050.2	54.2		
0.400		3168.4	163.5			2043.5	105.4			1225.6	63.2		
0.500		3428.7	176.9			2328.8	120.2			1380.4	71.2		


EQUIPO: MULTIFLEX 50

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN:

LFP - 186 - 2022

ÁREA DE PISTÓN: 19.30 cm2

EX K VAR S.A.C
Jr Argentina 699. Urb. el Parral Comas.


RAÚL KENSEL
VARGAS VILLEGAS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 201537

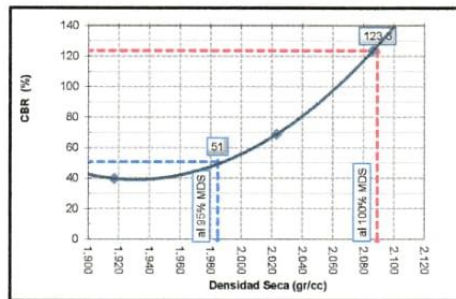


N° DE INFORME LEM22001/001

DISEÑO DE PAVIMENTOS PERMEABLE EMPLEANDO RESIDUOS DE CONCRETOS COMO MEJORA ALA RESISTENCIA, AVENIDA PROLONGACIÓN REVOLUCIÓN, HUAROCHIRÍ 2022		SOLICITANTE: S.C.M
CONTROL TECNOLÓGICO	CBR de suelos (Laboratorio) - MTC E 132	

CALICATA: C-03	MUESTRA: M-01	PROFUNDIDAD: 0.20 - 3.00 m	PROCEDENCIA: DE SITIO
UBICACIÓN: AVENIDA PROLONGACIÓN REVOLUCIÓN, HUAROCHIRÍ	PROGRESIVA:	FECHA DE INGRESO: 4/10/2022	
ESPECIALISTA: ING. RAUL VARGAS		FECHA DE ENSAYO: 19/10/2022	
TÉCNICO: IMY BUENDIA		FECHA DE EMISIÓN: 22/10/2022	

GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR

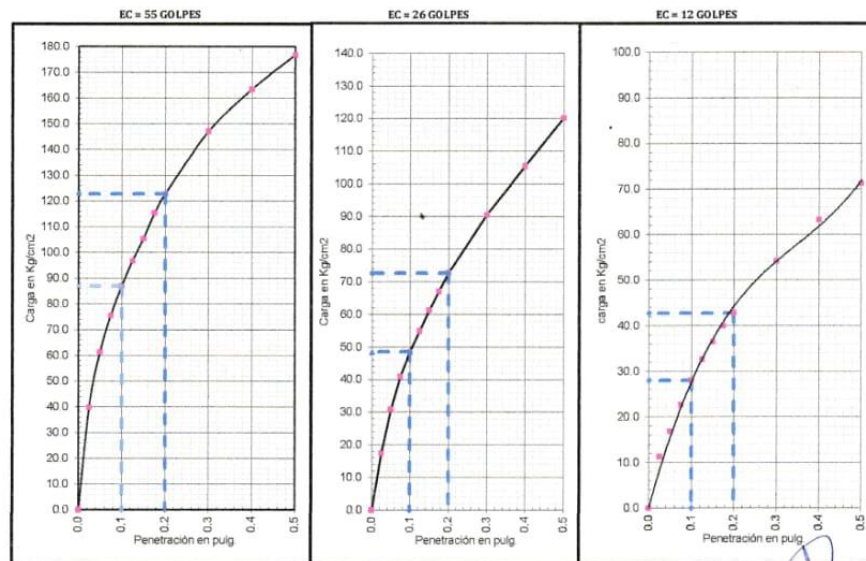


Datos del Proctor	
Densidad Seca	2.089 gr/cc
Óptimo Humedad	5.6 %

RESULTADOS DE CBR al 0,1"	
CBR al 100 %	123.6 %
CBR al 95 %	51.0 %

DENSIDAD	
Densidad al 100 %	2.089 gr/cc
Densidad al 95 %	1.985 gr/cc



EXPANSIÓN	
Expansión promedio:	0.0 %



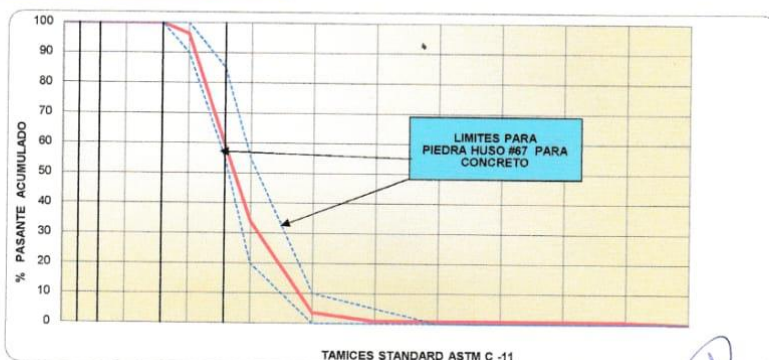
EX K VAR S.A.C
Jr Argentina 699. Urb. el Parral Comas.



RAUL KENSEL
VARGAS VILLEGAS
INGENIERO CIVIL
Re. CIP N° 201537

- **ANEXO 11: RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE AGREGADO GRUESO CANTERA CHILLON.**

 <small>PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES S.A.C.</small>		CG & M PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES S.A.C. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES (LEM) CELDA EIRL				
SOLICITANTE : Cusimayta Morales Sthefany Isabel TESIS : "Diseño de Pavimento Permeable Empleando Residuos de Concreto como Mejora a la Resistencia, Avenida Prolongación Revolución, Huarochiri 2023" PROCEDENCIA : Cantera Chillón / Empresa DH&MONT FECHA DE ENSAYO : 10/02/2023 FECHA DE EMISIÓN : 25/04/2023						
GRANULOMETRIA AGREGADO GRUESO						
Tamiz	Abertura (mm)	Material Retenido		Retenido Acumulado (%)	Pasa (%)	Especificaciones HUSO N°67
		(g)	(%)			
2"	50.80	0.0	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.10	0.0	0.00	0.00	100.00	
1"	25.40	0.0	0.00	0.00	100.00	100
3/4"	19.05	18.7	3.74	3.74	96.26	90-100
1/2"	12.50	187.7	37.54	41.28	58.72	-
3/8"	9.50	125.5	25.10	66.38	33.62	20-55
N° 4	4.75	149.8	29.95	96.33	3.67	0-10
N° 8	2.36	14.6	2.93	99.26	0.74	0-5
N° 16	1.18	0.0	0.00	99.26	0.74	
N° 30	0.60	0.0	0.00	99.26	0.74	
N° 50	0.30	0.0	0.00	99.26	0.74	
N° 100	0.15	0.0	0.00	99.26	0.74	
Fondo		3.7	0.74	100.00	0.00	
Total		500.0	100.00			

Modulo de Fineza	6.63
-------------------------	-------------



REALIZADO POR  JEFE DEL LABORATORIO	REVISADO POR  RAUL KENSEL VARGAS VILLEGAS INGENIERO CIVIL <small>Reg. CIP N° 201537</small> ING RESPONSABLE
---	--

PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES S.A.C.
RAUL ALARTE QUISPE
 JEFE DE LABORATORIO



SOLICITANTE : Cusimayta Morales Sthefany Isabel
 TESIS : "Diseño de Pavimento Permeable Empleando Residuos de Concreto como Mejora a la Resistencia, Avenida Prolongación Revolución, Huarochiri 2023"
 PROCEDENCIA : Agregado Grueso Huso #67 - Cantera Chillón / Empresa DH&MONT
 FECHA DE ENSAYO : 08/03/2023
 FECHA DE EMISIÓN : 25/04/2023

PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADO GRUESO

Id	Descripción	Muestra A	Muestra B	Promedio
1	Peso tara (g)	0.643	0.34	-
2	Peso tara + muestra (SSS)-(g)	5.64	5.34	-
3	Peso muestra SSS-(g)	5.00	5.00	-
4	Peso de canastilla sumergida (g)	0.47	0.47	-
5	Peso de canastilla + muestra SSS sumergida (g)	3.61	3.6	-
6	Peso de muestra SSS sumergida (g) (5-4)	3.14	3.15	-
7	Peso de muestra seca + tara (g)	5.586	5.284	-
8	Peso tara (g)	0.643	0.34	-
9	Peso muestra seca (g)	4.943	4.944	-
10	Peso Especifico de masa(g/cm ³) (9/(3+4-5))	2.66	2.67	2.66
11	Peso Especifico de masa SSS (g/cm ³) (3/(3+4-5))	2.69	2.70	2.70
12	Peso Especifico aparente (g/cm ³) (9/(9-6))	2.74	2.76	2.75
13	Porcentaje de absorción (%) ((3-9/9)*100)	1.15	1.13	1.14

REALIZADO POR

JEFE DE LABORATORIO
 RAUL ALARTE QUISPE
 JEFE DE LABORATORIO

REVISADO POR

RAUL KENSEL
 VARGAS VILLEGAS
 INGENIERO CIVIL
 INSCRIPCIÓN 201537



SOLICITANTE : Cusimayta Morales Sthefany Isabel
 TESIS : "Diseño de Pavimento Permeable Empleando Residuos de Concreto como Mejora a la Resistencia, Avenida Prolongación Revolución, Huarochiri 2023"
 PROCEDENCIA : Agregado Grueso Huso #67 - Cantera Chillón / Empresa DH&MONT
 FECHA DE ENSAYO : 08/03/2023
 FECHA DE EMISIÓN : 25/04/2023

PESO UNITARIO SUELTO AGREGADO GRUESO

MUESTRA N°	M-1	M-2
1 PESO MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE (KG)	25.660	25.68
2 PESO RECIPIENTE (KG)	6.278	6.278
3 PESO MUESTRA SUELTO (KG) (1)-(2)	19.382	19.402
4 VOLUMEN DEL RECIPIENTE (M3)	0.0136	0.0136
5 PESO UNITARIO SUELTO (KG/M3) ((3)/(4))	1425.15	1426.62

PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO (KG/M3) **1426**

PESO UNITARIO COMPACTADO AGREGADO GRUESO

MUESTRA N°	M-1	M-2
1 PESO MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE (KG)	27.710	27.73
2 PESO RECIPIENTE (KG)	6.278	6.278
3 PESO MUESTRA SUELTO (KG) (1)-(2)	21.432	21.452
4 VOLUMEN DEL RECIPIENTE (M3)	0.0136	0.0136
5 PESO UNITARIO SUELTO (KG/M3) ((3)/(4))	1575.88	1577.35

PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO (KG/M3) **1577**

REALIZADO POR

JEFE DE LABORATORIO



RAUL ALARTE QUISPE
JEFE DE LABORATORIO

REVISADO POR

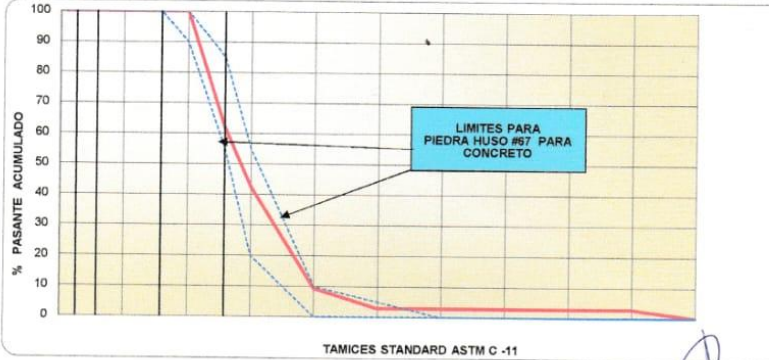
ING. RESPONSABLE

RAUL KENSEL
VARGAS VILLEGAS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 201537

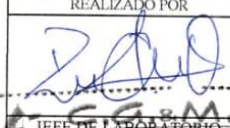

- **ANEXO 12: RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE AGREGADO RESIDUOS DE CONCRETO.**

		CG & M PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES S.A.C. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES (LEM)				
CELDA EIRL						
SOLICITANTE : Cusimayta Morales Sthefany Isabel TESIS : "Diseño de Pavimento Permeable Empleando Residuos de Concreto como Mejora a la Resistencia, Avenida Prolongación Revolución, Huarochiri 2023" PROCEDENCIA : Residuos de Concreto / Construcciones Ecologicas FECHA DE ENSAYO : 08/03/2023 FECHA DE EMISIÓN : 25/04/2023						
GRANULOMETRIA AGREGADO GRUESO						
Tamiz	Abertura (mm)	Material Retenido		Retenido Acumulado (%)	Pasa (%)	Especificaciones HUSO N°67
		(g)	(%)			
2"	50.80	0.0	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.10	0.0	0.00	0.00	100.00	
1"	25.40	0.0	0.00	0.00	100.00	100
3/4"	19.05	0.0	0.00	0.00	100.00	90-100
1/2"	12.50	190.0	38.00	38.00	62.00	-
3/8"	9.50	97.0	19.40	57.40	42.60	20-55
N° 4	4.75	166.0	33.20	90.60	9.40	0-10
N° 8	2.36	33.0	6.60	97.20	2.80	0-5
N° 16	1.18	0.0	0.00	97.20	2.80	
N° 30	0.60	0.0	0.00	97.20	2.80	
N° 50	0.30	0.0	0.00	97.20	2.80	
N° 100	0.15	0.0	0.00	97.20	2.80	
Fondo		14.0	2.80	100.00	0.00	
Total		500.0	100.00			

Modulo de Fineza	6.34
------------------	------



TAMICES STANDARD ASTM C-11

REALIZADO POR  RAUL ALARTE QUISPE JEFE DE LABORATORIO	REVISADO POR  RAUL KENSEL VARGAS VILLEGAS INGENIERO CIVIL INGENIERO N° 201537
--	---



SOLICITANTE : Cusimayta Morales Sthefany Isabel
 TESIS : "Diseño de Pavimento Permeable Empleando Residuos de Concreto como Mejora a la Resistencia, Avenida Prolongación Revolución, Huarochiri 2023"
 PROCEDENCIA : Residuos de Concreto / Construcciones Ecologicas
 FECHA DE ENSAYO : 08/03/2023
 FECHA DE EMISIÓN : 25/04/2023

PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADO GRUESO

Id	Descripción	Muestra A	Muestra B	Promedio
1	Peso tara (g)	0.63	0.57	-
2	Peso tara + muestra (SSS)-(g)	5.63	5.57	-
3	Peso muestra SSS-(g)	5.00	5.00	-
4	Peso de canastilla sumergida (g)	0.47	0.47	-
5	Peso de canastilla + muestra SSS sumergida (g)	3.46	3.46	-
6	Peso de muestra SSS sumergida (g) (5-4)	2.99	2.99	-
7	Peso de muestra seca + tara (g)	5.37	5.32	-
8	Peso tara (g)	0.63	0.57	-
9	Peso muestra seca (g)	4.73	4.75	-
10	Peso Especifico de masa(g/cm ³) (9/(3+4-5))	2.36	2.36	2.36
11	Peso Especifico de masa SSS (g/cm ³) (3/(3+4-5))	2.49	2.49	2.49
12	Peso Especifico aparente (g/cm ³)(9/(9-6))	2.71	2.70	2.71
13	Porcentaje de absorción (%) ((3-9/9)*100)	5.62	5.26	5.44

REALIZADO POR

JEFE DE LABORATORIO

RAUL ALARTE QUISPE
JEFE DE LABORATORIO

REVISADO POR

RAUL KENSEL
VARGAS VILLEGAS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 201537
ING. RESPONSABLE





SOLICITANTE : Cusimayta Morales Sthefany Isabel
 TESIS : "Diseño de Pavimento Permeable Empleando Residuos de Concreto como Mejora a la Resistencia, Avenida Prolongación Revolución, Huarochiri 2023"
 PROCEDENCIA : Residuos de Concreto / Construcciones Ecologicas
 FECHA DE ENSAYO : 08/03/2023
 FECHA DE EMISIÓN : 25/04/2023

PESO UNITARIO SUELTO AGREGADO GRUESO

MUESTRA N°	M-1	M-2
1 PESO MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE (KG)	23.480	24.58
2 PESO RECIPIENTE (KG)	6.278	6.278
3 PESO MUESTRA SUELTO (KG) (1)-(2)	17.202	18.302
4 VOLUMEN DEL RECIPIENTE (M3)	0.0136	0.0136
5 PESO UNITARIO SUELTO (KG/M3) ((3)/(4))	1264.85	1345.74
PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO (KG/M3)	1305	

PESO UNITARIO COMPACTADO AGREGADO GRUESO

MUESTRA N°	M-1	M-2
1 PESO MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE (KG)	25.630	25.83
2 PESO RECIPIENTE (KG)	6.278	6.278
3 PESO MUESTRA SUELTO (KG) (1)-(2)	19.352	19.552
4 VOLUMEN DEL RECIPIENTE (M3)	0.0136	0.0136
5 PESO UNITARIO SUELTO (KG/M3) ((3)/(4))	1422.94	1437.65
PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO (KG/M3)	1430	

REALIZADO POR  JEFE DE LABORATORIO <small>PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES S.A.C.</small>	REVISADO POR  RAUL KENSEL VARGAS VILLEGAS INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 201537 ING. RESPONSABLE
--	--

RAUL ALARTE QUISPI
JEFE DE LABORATORIO

• **ANEXO 13: RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE RESISTENCIA DISEÑO PATRON.**



CG & M PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES S.A.C.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES (LEM)

CELDA EIRL

INFORME

pag. 1 de 2

DEL SOLICITANTE : LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
: Cusimayta Morales Sthefany Isabel

TESIS : "Diseño de Pavimento Permeable Empleando Residuos de Concreto como Mejora a la Resistencia, Avenida Prolongación Revolución, Huarochiri 2023"

UBICACIÓN : LIMA

ASUNTO : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

FECHA DE EMISION : 01/07/2023

1. DE LA MUESTRA : Consiste en **9** Probetas cilíndricas de concreto

2. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial JINAN ZHONGZHENG
Certificado de calibración CMC-011-2022

3. METODO DE ENSAYO : Norma de referencia NTP 339.034:2015

4. RESULTADOS :

N°	IDENTIFICACION DE MUESTRAS	FECHA DE OBTENCION	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	AREA (cm ²)	CARGA MAXIMA (kn)	CARGA MAXIMA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (kg/cm ²)	TIPO DE fractura
1	PATRON f'c= 210 kg/cm	17/05/2023	24/05/2023	7	180.36	276.01	28,144.74	156.05	5
2	PATRON f'c= 210 kg/cm	17/05/2023	24/05/2023	7	180.36	216.69	22,095.88	122.51	5
3	PATRON f'c= 210 kg/cm	17/05/2023	24/05/2023	7	180.36	254.15	25,915.68	143.69	5
4	PATRON f'c= 210 kg/cm	17/05/2023	31/05/2023	14	180.36	345.77	35,258.17	195.49	5
5	PATRON f'c= 210 kg/cm	17/05/2023	31/05/2023	14	180.36	337.25	34,389.38	190.67	5
6	PATRON f'c= 210 kg/cm	17/05/2023	31/05/2023	14	180.36	254.15	25,915.68	143.69	5
7	PATRON f'c= 210 kg/cm	17/05/2023	14/06/2023	28	180.36	401.12	40,902.21	226.78	5
8	PATRON f'c= 210 kg/cm	17/05/2023	14/06/2023	28	180.36	396.05	40,385.22	223.91	5
9	PATRON f'c= 210 kg/cm	17/05/2023	14/06/2023	28	180.36	486.90	49,649.19	275.28	5

5. OBSERVACIONES : La informacion referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtencion e identificacion han sido proporcionados por el solicitante.

Hecho por : Raul Alarte
Tecnico : Raul Alarte

RAUL KENSEL
VARGAS VILLEGAS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 201537

Ing. Responsable
Laboratorio

1) Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio.

2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

Calibrado por CELDA EIRL (Ing. Jorge Ramirez Japaja)

CG & M PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES S.A.C. Telefono
Av. Angamos Este Nro. 1648 Int. 406 (Fte. a Colegio (01) 4341371
Gran Unidad Ricardo Palma)



- **ANEXO 14: RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE RESISTENCIA DISEÑO CON 50% DE RESIDUOS DE CONCRETO.**



CG & M PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES S.A.C.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES (LEM)

CELDA EIRL

INFORME

pág. 1 de 2

DEL SOLICITANTE : LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 : Cusimayta Morales Sthefany Isabel

TESIS : "Diseño de Pavimento Permeable Empleando Residuos de Concreto como Mejora a la Resistencia, Avenida Prolongación Revolución, Huachirí 2023"

UBICACIÓN : LIMA
 ASUNTO : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION
 FECHA DE EMISION : 01/07/2023

1. DE LA MUESTRA : Consiste en **9** Probetas cilíndricas de concreto

2. DEL EQUIPO : Maquina de ensayo uniaxial JINAN ZHONGZHENG
 Certificado de calibración CMC-011-2022

3. METODO DE ENSAYO : Norma de referencia NTP 339.034:2015

4. RESULTADOS :

N°	IDENTIFICACION DE MUESTRAS	FECHA DE OBTENCION	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	AREA (cm ²)	CARGA MAXIMA (kn)	CARGA MAXIMA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (kg/cm ²)	TIPO DE fractura
1	Fc= 210 kg/cm Concreto Permeable con 50% de Residuos de Concreto	23/05/2023	30/05/2023	7	180.36	225.51	22,995.25	127.50	5
2	Fc= 210 kg/cm Concreto Permeable con 50% de Residuos de Concreto	23/05/2023	30/05/2023	7	180.36	208.70	21,281.14	117.99	5
3	Fc= 210 kg/cm Concreto Permeable con 50% de Residuos de Concreto	23/05/2023	30/05/2023	7	180.36	238.49	24,318.83	134.83	5
4	Fc= 210 kg/cm Concreto Permeable con 50% de Residuos de Concreto	23/05/2023	06/06/2023	14	180.36	355.00	36,199.35	200.71	5
5	Fc= 210 kg/cm Concreto Permeable con 50% de Residuos de Concreto	23/05/2023	06/06/2023	14	180.36	328.50	33,497.15	185.72	5
6	Fc= 210 kg/cm Concreto Permeable con 50% de Residuos de Concreto	23/05/2023	06/06/2023	14	180.36	367.28	37,451.54	207.65	5
7	Fc= 210 kg/cm Concreto Permeable con 50% de Residuos de Concreto	23/05/2023	20/06/2023	28	180.36	461.39	47,047.94	260.86	5
8	Fc= 210 kg/cm Concreto Permeable con 50% de Residuos de Concreto	23/05/2023	20/06/2023	28	180.36	370.83	37,813.54	209.66	5
9	Fc= 210 kg/cm Concreto Permeable con 50% de Residuos de Concreto	23/05/2023	20/06/2023	28	180.36	417.94	42,617.34	236.29	5

5. OBSERVACIONES : La informacion referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtencion e identificacion han sido proporcionados por el solicitante.

Hecho por : Raul Alarte
 Técnico : Raul Alarte


RAÚL KENSEL VARGAS VILLEGAS
INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 201537
 Ing. Responsable
 Laboratorio

1) Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio.

2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

Calibrado por CELDA EIRL (Ing. Jorge Ramirez Japaja)

CG & M PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES S.A.C. Telefono
 Av. Angamos Este Nro. 1648 Int. 406 (Fte. a Colegio Gran Unidad Ricardo Palma) (01) 4341371



• **ANEXO 15: RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE RESISTENCIA DISEÑO CON 75% DE RESIDUOS DE CONCRETO.**



CG & M PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES S.A.C.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES (LEM)

CELDA EIRL

INFORME

pag. 1 de 2

DEL SOLICITANTE : LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 : Cusimayta Morales Sthefany Isabel
 TESIS : "Diseño de Pavimento Permeable Empleando Residuos de Concreto como Mejora a la Resistencia, Avenida Prolongación Revolución, Huarochiri 2023"
 UBICACIÓN : LIMA
 ASUNTO : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION
 FECHA DE EMISION : 01/07/2023

1. DE LA MUESTRA : Consiste en **9** Probetas cilindricas de concreto
2. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial JINAN ZHONGZHENG
 Certificado de calibración CMC-011-2022
3. METODO DE ENSAYO : Norma de referencia NTP 339.034:2015

4. RESULTADOS

N°	IDENTIFICACION DE MUESTRAS	FECHA DE OBTENCION	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	AREA (cm ²)	CARGA MAXIMA (kn)	CARGA MAXIMA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (kg/cm ²)	TIPO DE fractura
1	f'c= 210 kg/cm ² Concreto Permeable con 75% de Residuos de Concreto	25/05/2023	01/06/2023	7	180.36	206.29	21,035.39	116.63	5
2	f'c= 210 kg/cm ² Concreto Permeable con 75% de Residuos de Concreto	25/05/2023	01/06/2023	7	180.36	148.57	15,149.68	84.00	5
3	f'c= 210 kg/cm ² Concreto Permeable con 75% de Residuos de Concreto	25/05/2023	01/06/2023	7	180.36	163.70	16,692.49	92.55	5
4	f'c= 210 kg/cm ² Concreto Permeable con 75% de Residuos de Concreto	25/05/2023	08/06/2023	14	180.36	310.80	31,692.28	175.72	5
5	f'c= 210 kg/cm ² Concreto Permeable con 75% de Residuos de Concreto	25/05/2023	08/06/2023	14	180.36	300.81	30,673.60	170.07	5
6	f'c= 210 kg/cm ² Concreto Permeable con 75% de Residuos de Concreto	25/05/2023	08/06/2023	14	180.36	328.99	33,547.11	186.00	5
7	f'c= 210 kg/cm ² Concreto Permeable con 75% de Residuos de Concreto	25/05/2023	22/06/2023	28	180.36	445.35	45,412.34	251.79	5
8	f'c= 210 kg/cm ² Concreto Permeable con 75% de Residuos de Concreto	25/05/2023	22/06/2023	28	180.36	412.51	42,063.64	233.22	5
9	f'c= 210 kg/cm ² Concreto Permeable con 75% de Residuos de Concreto	25/05/2023	22/06/2023	28	180.36	407.38	41,540.54	230.32	5

5. OBSERVACIONES : La informacion referente al muestreo,procedencia, cantidad,fecha de obtencion e identificacion han sido proporcionados por el solicitante.

Hecho por : Raul Alarte
 Tecnico : Raul Alarte

RAUL KENSEL
VARGAS VILLEGAS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 201537
 Ing. Responsable
 Laboratorio

1)Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio.

2)Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

Calibrado por CELDA EIRL (Ing. Jorge Ramirez Japaja)



• **ANEXO 16: RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE RESISTENCIA DISEÑO CON 100% DE RESIDUOS DE CONCRETO.**



CG & M PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES S.A.C.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES (LEM)

CELDA EIRL

INFORME

pag. 1 de 2

DEL SOLICITANTE : LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 : Cusimayta Morales Sthefany Isabel
 TESIS : "Diseño de Pavimento Permeable Empleando Residuos de Concreto como Mejora a la Resistencia, Avenida Prolongación Revolución, Huarochiri 2023"
 UBICACIÓN : LIMA
 ASUNTO : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION
 FECHA DE EMISION : 01/07/2023

1. DE LA MUESTRA : Consiste en Probetas cilíndricas de concreto
 2. DEL EQUIPO : Maquina de ensayo uniaxial JINAN ZHONGZHENG
 Certificado de calibración CMC-011-2022
 3. METODO DE ENSAYO : Norma de referencia NTP 339.034:2015

4. RESULTADOS

N°	IDENTIFICACION DE MUESTRAS	FECHA DE OBTENCION	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	AREA (cm2)	CARGA MAXIMA (kn)	CARGA MAXIMA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (kg/cm2)	TIPO DE fractura
1	f _c = 210 kg/cm Concreto Permeable con 50% de Residuos de Concreto	23/05/2023	30/05/2023	7	180.36	225.51	22,995.25	127.50	5
2	f _c = 210 kg/cm Concreto Permeable con 50% de Residuos de Concreto	23/05/2023	30/05/2023	7	180.36	208.70	21,281.14	117.99	5
3	f _c = 210 kg/cm Concreto Permeable con 50% de Residuos de Concreto	23/05/2023	30/05/2023	7	180.36	238.49	24,318.83	134.88	5
4	f _c = 210 kg/cm Concreto Permeable con 50% de Residuos de Concreto	23/05/2023	06/06/2023	14	180.36	355.00	36,199.35	200.71	5
5	f _c = 210 kg/cm Concreto Permeable con 50% de Residuos de Concreto	23/05/2023	06/06/2023	14	180.36	328.50	33,497.15	185.72	5
6	f _c = 210 kg/cm Concreto Permeable con 50% de Residuos de Concreto	23/05/2023	06/06/2023	14	180.36	367.28	37,451.54	207.65	5
7	f _c = 210 kg/cm Concreto Permeable con 50% de Residuos de Concreto	23/05/2023	20/06/2023	28	180.36	461.39	47,047.94	260.86	5
8	f _c = 210 kg/cm Concreto Permeable con 50% de Residuos de Concreto	23/05/2023	20/06/2023	28	180.36	370.83	37,813.54	209.66	5
9	f _c = 210 kg/cm Concreto Permeable con 50% de Residuos de Concreto	23/05/2023	20/06/2023	28	180.36	417.94	42,617.34	236.29	5

5. OBSERVACIONES : La informacion referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtencion e identificacion han sido proporcionados por el solicitante.

Hecho por : Raul Alarte
 Tecnico : Raul Alarte

RAUL KENSEL
 VARGAS VILLEGAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 201837
 Ing. Responsable
 Laboratorio

1) Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio.

2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

Calibrado por CELDA EIRL (Ing. Jorge Ramirez Japaja)

CG & M PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES S.A.C. Telefono
 Av. Angamos Este Nro. 1648 Int. 406 (Pte. a Colegio Gran (01) 4341371
 Unidad Ricardo Palma)



- **ANEXO 17: ENSAYOS DE AGREGADOS REALIZADOS EN EL LABORATORIO DE SUELO**

ENSAYO DE GRANULOMETRIA



ENSAYOS DE ABSORCIÓN



ENSAYOS DE PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO

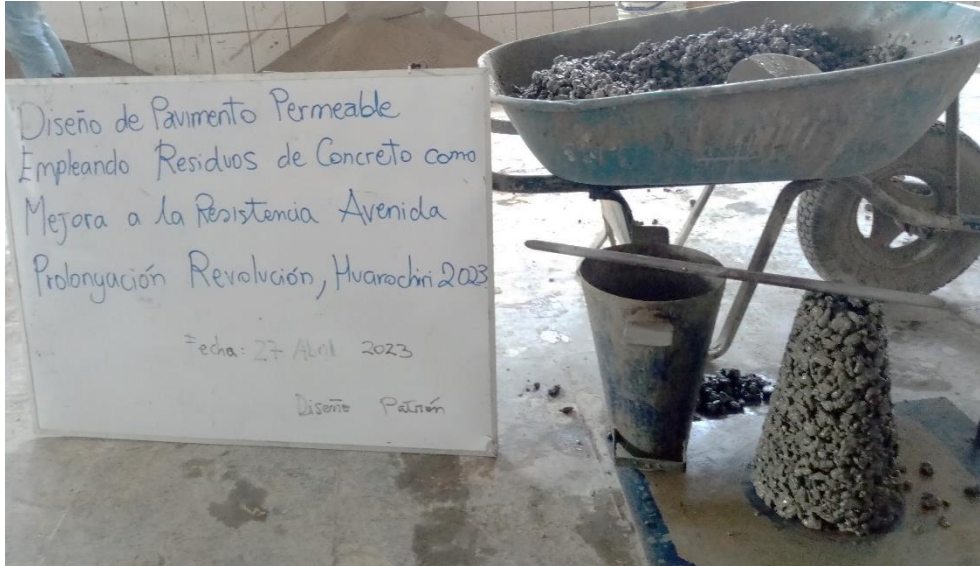


ENSAYO DE % MALLA 200



- **ANEXO 18: ENSAYOS EN CONCRETO FRESCO**

ENSAYO DE TRABAJABILIDAD – SLUMP / DISEÑO PATRÓN



VERIFICACIÓN DE LA PASTOSIDAD DEL DISEÑO PATRÓN



ENSAYO PARA EL CALCULO DEL PESO UNITARIO REAL DEL CONCRETO



ELABORACIÓN DE PROBETAS / COMPACTADO



PROBETAS DE CONCRETO PERMEABLE



CURADO CON FILL PARA EVITAR EXUDACIÓN HASTA SU FRAGUADO



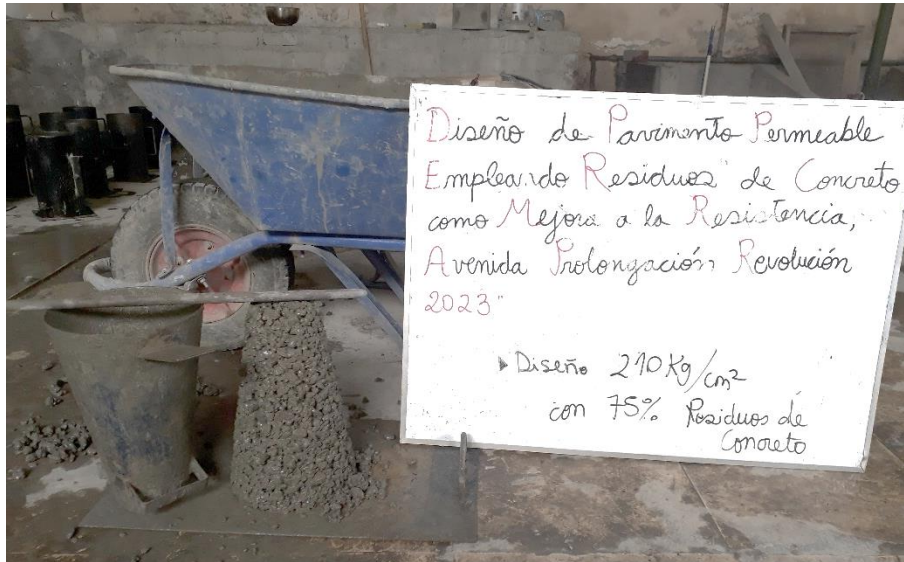
CURADO EN LA POZA HASTA LOS 7, 14 y 28 DIAS



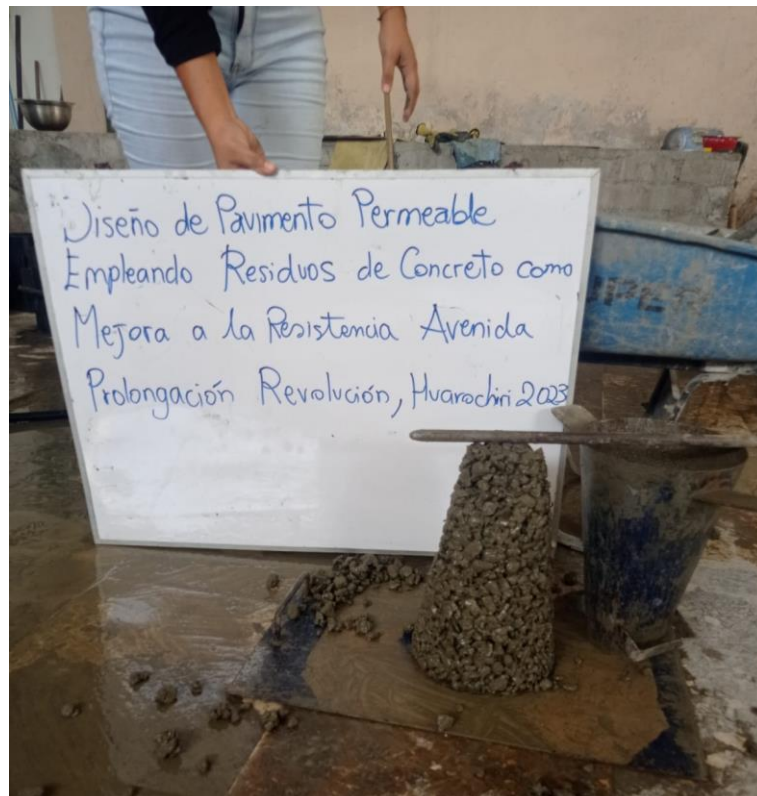
RESULTADOS DEL DISEÑO CON 50% DE RESIDUOS DE CONCRETO



RESULTADOS DEL DISEÑO CON 75% DE RESIDUOS DE CONCRETO



RESULTADOS DEL DISEÑO CON 100% DE RESIDUOS DE CONCRETO



- **ANEXO 19: ENSAYOS EN CONCRETO ENDURECIDO**

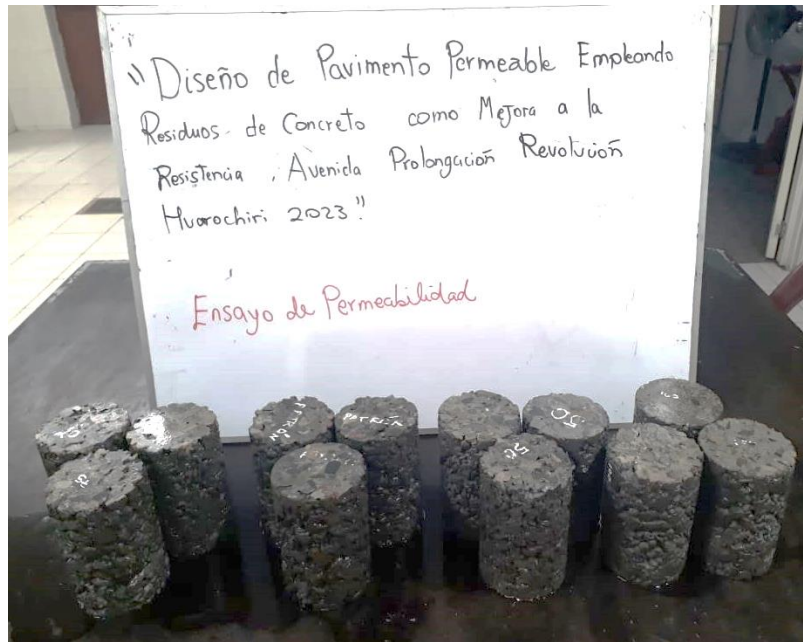
CAPEADO DE LAS PROBETAS PARA SU UNIFORMIDAD EN LA PRESIÓN DE RUPTURA



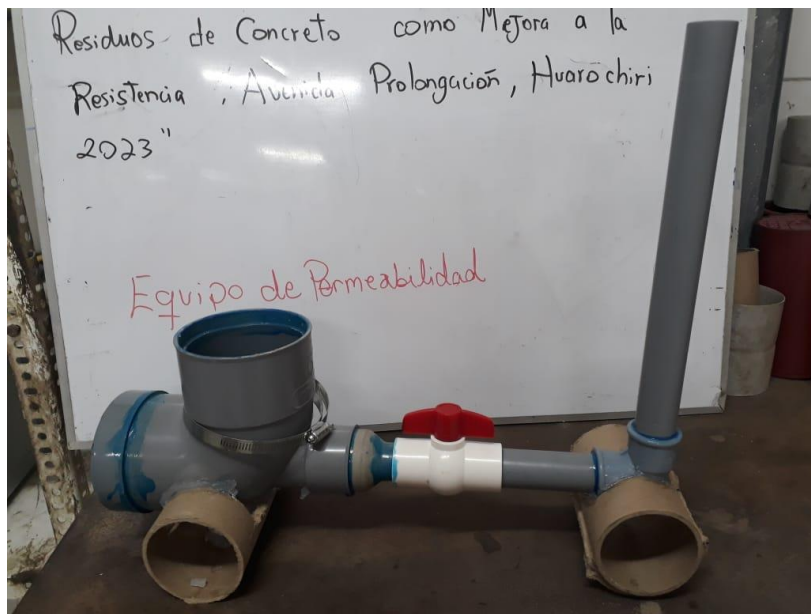
ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



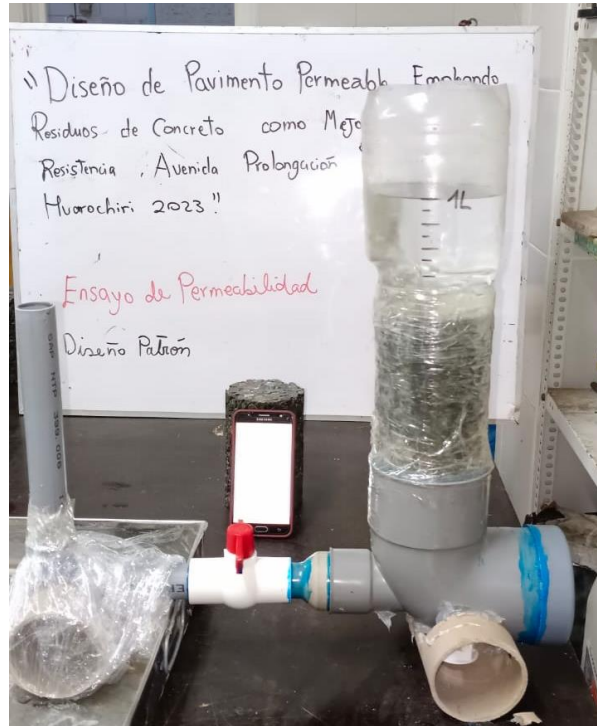
ENSAYOS DE PERMEABILIDAD



EQUIPO DE PERMEABILIDAD



LECTURA DE TIEMPO DEL ENSAYO



- **ANEXO 20: CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DEL LABORATORIO**

CALIBRACIÓN DE PRENSA DE COMPRESIÓN



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LF-B-44-2023

Página 1 de 3

Solicitante	:	CONSORCIO DHMONT & CG & M S.A.C.	<p>Este certificado de calibración es trazable a patrones internacionales y/o nacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.</p> <p>Celda EIRL recomienda interpretar correctamente el presente documento a fin de evitar resultados o acciones erróneas.</p> <p>Este certificado de calibración no debe ser reproducido en forma parcial ni modificado sin la autorización de CELDA EIRL.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p> <p>Los resultados del certificado de calibración sólo son válidos para el objeto calibrado.</p>
Dirección	:	Av. Angamos Este N° 1648 Dpto. 405 Lima - Lima - Surquillo	
Instrumento de Medición	:	Máquina de Ensayo Uniaxial	
Marca	:	JINAN ZHONGZHENG	
Serie	:	101018-1	
Identificación	:	LEM-Prensa-001-0.23	
Capacidad Máxima	:	2000 kN	
Resolución	:	0,01 kN (0 kN a 999,99 kN) 0,1 kN (1000,0 kN a 2000,0 kN)	
Procedencia	:	China	
Tipo del Indicación	:	Digital	
Fecha de Calibración	:	2023-04-05	
Fecha de Emisión	:	2023-04-10	

Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	29,8	30,8


John Oros Fuerte
 Laboratorio de Calibración



Método de Calibración

La calibración se realizó, según la PC-032 ed. 01 "Procedimiento para la calibración de máquinas de ensayos uniaxiales" del INACAL.

Trazabilidad

Los resultados de la calibración tienen trazabilidad a los patrones de HBK (Alemania), en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI).

Código	Instrumento patrón	Certificado de Calibración
TF-C05	Transductor de Fuerza Clase 0,5	106062 D-K-12029-01-00 2022-08

Lugar de Calibración

Laboratorio de Estudio de Materiales CG & M - LEM
Av. Micaela Bastidas s/n Ex. Aeródromo de Collique

Observaciones

La incertidumbre de medición reportada se denomina Incertidumbre Expandida (U), la que se obtiene a partir de la multiplicación de la Incertidumbre Estándar Combinada (u) por el Factor de Cobertura (k) igual a 2, de modo que la Probabilidad de Cobertura (p) corresponde a un Nivel de Confianza de aproximadamente 95 %.



Resultados de Medición

Dirección de carga: Compresión

Indicación del instrumento a calibrar		Indicación en el transductor de fuerza patrón				Error
		Serie 1	Serie 2	Serie 3	Promedio	
(%)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
10	200,00	200,61	201,40	201,25	201,09	-1,09
15	300,00	300,78	301,00	301,76	301,18	-1,18
20	400,00	400,85	400,84	402,20	401,30	-1,30
25	500,00	501,34	501,13	502,98	501,82	-1,82
30	600,00	601,88	601,47	603,87	602,41	-2,41
40	800,00	801,71	801,37	804,01	802,36	-2,36
50	1 000,0	1 002,6	1 001,5	1 004,0	1 002,7	-2,7
60	1 200,0	1 200,9	1 200,1	1 202,1	1 201,1	-1,1
70	1 400,0	1 401,7	1 401,0	1 402,2	1 401,6	-1,6
80	1 600,0	1 602,3	1 599,9	1 601,3	1 601,1	-1,1

Indicación del instrumento a calibrar		Errores de medición relativos de				Incertidumbre U (k=2)
		Exactitud	Repetibilidad	Reversibilidad	Resolución Relativa	
(%)	(kN)	q (%)	b (%)	v (%)	a (%)	(%)
10	200,00	-0,54	0,39	---	0,00	0,24
15	300,00	-0,39	0,33	---	0,00	0,20
20	400,00	-0,32	0,34	---	0,00	0,23
25	500,00	-0,36	0,37	---	0,00	0,23
30	600,00	-0,40	0,40	---	0,00	0,25
40	800,00	-0,29	0,33	---	0,00	0,21
50	1 000,0	-0,27	0,25	---	0,01	0,15
60	1 200,0	-0,09	0,17	---	0,01	0,10
70	1 400,0	-0,12	0,09	---	0,01	0,06
80	1 600,0	-0,07	0,15	---	0,01	0,09
Error relativo de cero f_0		0,00				

Clase de la escala de la máquina	Valor máximo permitido %				
	Error relativo de				Resolución Relativa
	Exactitud q	Repetibilidad b	Reversibilidad v	Cero f_0	
0,5	± 0,5	0,5	± 0,75	± 0,05	0,25
1	± 1,0	1,0	± 1,5	± 0,1	0,5
2	± 2,0	2,0	± 3,0	± 0,2	1,0
3	± 3,0	3,0	± 4,5	± 0,3	1,5



FIN DEL DOCUMENTO

CALIBRACIÓN DE BALANZA DE 30KG

METROTEC**METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C.**

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**MT - LM - 142 - 2023***Área de Metrología*
Laboratorio de Masa

Página 1 de 4

1. Orden de trabajo	OT 0189-23	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).
2. Solicitante	CONSORCIO DHMONT & C,G & M SOCIEDAD ANONIMA CERRADA	
3. Dirección	Av. Angamos Este Nro. 1648 Dpto. 405, Surquillo - Lima - LIMA.	
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	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.
Capacidad Máxima	30 kg	
División de escala (d)	0,001 kg	
Div. de verificación (e)	0,01 kg	
Clase de exactitud	III	
Marca	OHAUS	METROLOGÍA & TÉCNICAS 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.
Modelo	EB30	
Número de Serie	NO INDICA	
Capacidad mínima	0,2 kg	
Procedencia	U.S.A.	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Identificación	LEM-003-227	
Ubicación	LABORATORIO C,G & M SUELOS Y CONCRETO	
5. Fecha de Calibración	2023-06-05	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2023-06-06

Firmado digitalmente por
Williams Pérez
Fecha: 2023.06.06 17:06:12
-05'00'



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 142 - 2023

Área de Metrología

Laboratorio de Masa

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación directa, según el PC-001 "Procedimiento para la calibración de instrumentos de pesaje de funcionamiento automático clase III y IIII (1ra Ed. Mayo 2019)"

7. Lugar de calibración

LABORATORIO C,G & M SUELOS Y CONCRETO

Av. Micaela Bastidas, Mz G, Block 16, Dpto 206, Comas 15314

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	24,0	24,1
Humedad Relativa (%)	69	70

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESAS (Clase de exactitud E2) LM-C-318-2022 / LM-C-075-2022 / LM-C-294-2021	Pesas (exactitud F1)	E217-L-400A-2022-2
PESA (Clase de exactitud E2) DM-INACAL: LM-273-2019	Pesa (exactitud F1)	E239-L-504B-2022-1
PESA (Clase de exactitud M1) SG NORTEC: SGM-A-1972-2020	Pesa (exactitud M2)	SGM-A-2383-2022
PESA (Clase de exactitud M1) SG NORTEC: SGM-A-1973-2020	Pesa (exactitud M2)	SGM-A-2384-2022
PESAS (Clase de exactitud M1) METROIL : M-1568-2019	Pesas (exactitud M2)	CM-4238-2022

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 142 - 2023

Área de Metrología

Laboratorio de Masa

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	24 °C	24,1 °C

Medición Nº	Carga L1 = 15,0000 kg			Carga L2 = 30,0000 kg		
	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)
1	15,000	0,5	0,0	30,001	0,6	0,9
2	15,000	0,5	0,0	30,000	0,5	0,0
3	15,000	0,5	0,0	30,000	0,5	0,0
4	15,000	0,5	0,0	30,000	0,5	0,0
5	15,000	0,5	0,0	30,001	0,6	0,9
6	15,000	0,5	0,0	30,001	0,6	0,9
7	15,000	0,5	0,0	30,000	0,5	0,0
8	15,000	0,5	0,0	30,001	0,6	0,9
9	15,000	0,5	0,0	30,001	0,6	0,9
10	15,000	0,5	0,0	30,001	0,6	0,9
Diferencia Máxima			0,0	Diferencia Máxima		0,9
Error Máximo Permissible			± 20,0	Error Máximo Permissible		± 30,0

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

2	5
1	
3	4

Posición
de las
cargas

	Inicial	Final
Temperatura	24,1 °C	24 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	I (kg)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga (L)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1		0,100	0,5	0,0		9,999	0,4	-0,9	-0,9
2		0,100	0,5	0,0		9,998	0,3	-1,8	-1,8
3	0,1000 kg	0,100	0,5	0,0	10,0000 kg	9,999	0,4	-0,9	-0,9
4		0,100	0,5	0,0		10,001	0,6	0,9	0,9
5		0,100	0,5	0,0		9,997	0,2	-2,7	-2,7
Error máximo permisible								± 20,0	

* Valor entre 0 y 10e



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 142 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masa

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temperatura	24 °C	24 °C

Carga L (kg)	CARGA CRECIENTE				CARGA DECRECIENTE				± e.m.p (g)**
	l (kg)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	l (kg)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
0,1000	0,100	0,5	0,0						
0,2000	0,200	0,5	0,0	0,0	0,200	0,5	0,0	0,0	10,0
1,0000	0,999	0,4	-0,9	-0,9	0,999	0,4	-0,9	-0,9	10,0
5,0001	5,000	0,5	-0,1	-0,1	5,000	0,5	-0,1	-0,1	10,0
7,0001	7,000	0,5	-0,1	-0,1	7,000	0,5	-0,1	-0,1	20,0
10,0001	10,001	0,6	0,8	0,8	10,001	0,6	0,8	0,8	20,0
15,0002	15,001	0,6	0,7	0,7	15,001	0,6	0,7	0,7	20,0
20,0000	19,999	0,4	-0,9	-0,9	19,999	0,4	-0,9	-0,9	20,0
22,0000	21,999	0,4	-0,9	-0,9	21,999	0,4	-0,9	-0,9	30,0
25,0001	25,000	0,5	-0,1	-0,1	25,000	0,5	-0,1	-0,1	30,0
27,0001	27,000	0,5	-0,1	-0,1	27,000	0,5	-0,1	-0,1	30,0
30,0000	30,000	0,5	-0,1	-0,1	30,000	0,5	-0,1	-0,1	30,0

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.

ΔL: Carga adicional.

E₀: Error en cero.

l: Indicación de la balanza.

E: Error encontrado

E_c: Error corregido.

LECTURA CORREGIDA

$$: R_{CORREGIDA} = R + 2,63 \times 10^{-6} \times R$$

INCERTIDUMBRE

$$: U = 2 \times \sqrt{1,67 \times 10^{-7} \text{ kg}^2 + 3,20 \times 10^{-9} \times R^2}$$

12. Incertidumbre

La incertidumbre U 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.