



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Implementación de los residuos de construcción y demolición en
las propiedades del concreto poroso en pavimentos expuestos a
lluvias Piura, 2021**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

AUTOR:

Zapata Hidalgo, Jhonn Jairo (<https://orcid.org/0000-0003-3477-0866>)

ASESOR:

Dr. Benites Zuñiga, Jose Luis (<https://orcid.org/0000-0003-4459-494X>)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA - PERÚ

2021

Dedicatoria

La presente tesis está dedicado en primer lugar a Dios y por consiguiente a mis padres, familiares y personas especiales que me han apoyado e hicieron que sea posible la elaboración de esta tesis brindándome consejos, guiándome y haciendo de mí una mejor persona día a día.

A mi asesor por apoyarme en todo momento y brindarme su atención y supervisión inmediata para lograr en mí un mejor profesional.

Agradecimiento

Agradecer a Dios por bendecir cada paso que doy a diario y así lograr culminar esta tesis teniendo éxito en todas las tareas diarias realizadas por mi persona. También agradecer al docente y asesor por hacer de sus consejos y dedicación las mas certeras y precisas para la elaboración de esta tesis.

Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	23
3.1. Tipo y Diseño de Investigación.....	23
3.2. Variables y operacionalización.....	24
3.3. Población, Muestra y Muestreo.....	24
3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.....	25
3.5. Procedimientos.....	26
3.6. Métodos de Análisis de datos.....	29
3.7. Aspectos Éticos.....	30
IV. RESULTADOS.....	31
V. DISCUSIÓN.....	39
VI. CONCLUSIONES.....	44
VII. RECOMENDACIONES.....	45
REFERENCIAS.....	47
ANEXOS.....	52

Índice de tablas

Tabla 1. Categorías de los RCD.....	13
Tabla 2. Componentes de desechos peruanos.....	16
Tabla 3. Alternativa de gestión de uso de residuos.....	18
Tabla 4. Características del hormigón permeable.....	19
Tabla 5. Caracterización de los agregados.....	28
Tabla 6. Caracterización del cemento.....	28
Tabla 7. Caracterización del agua.....	28
Tabla 8. Dosificación de concreto poroso.....	29
Tabla 9. Resistencia a la compresión implementando 20%, 30% y 40% de agregado reciclado.....	33
Tabla 10. Resistencia a la flexión implementando 20%, 30% y 40% de agregado reciclado.....	35
Tabla 11. Permeabilidad en probetas implementando 20%, 30% y 40% de agregado reciclado.....	37

Índice de figuras

Figura 1. Principio de Jerarquía de RCD.....	14
Figura 2. Esquematación del equipo óptimo para realizar el ensayo de flexión del hormigón.....	21
Figura 3. Permeámetro L.C.S.....	22
Figura 4. Concreto y ladrillo reciclado.....	27
Figura 5. Peso unitario del agregado reciclado.....	27
Figura 6. Granulometría del agregado reciclado.....	27
Figura 7. Mapa político del Perú.....	31
Figura 8. Mapa político del departamento de Piura.....	31
Figura 9. Mapa de la provincia de Piura.....	32
Figura 10. Mapa del distrito de Piura.....	32
Figura 11. Ensayo de resistencia a la compresión en probeta de concreto poroso a los 7 días de edad.....	33
Figura 12. Probeta de concreto poroso ensayada por resistencia a la compresión con 7 días de edad.....	33
Figura 13. Valores de esfuerzo en diseño patrón, dosificación 20%, 30% y 40% de material reciclado a las edades de 7, 14 y 28 días.....	34
Figura 14. Ensayo de resistencia a la flexión en secciones de vigas de concreto poroso a los 7 días de edad.....	35
Figura 15. Sección de viga de concreto poroso ensayada por resistencia a la flexión con 7 días de edad.....	35
Figura 16. Valores de módulo de rotura en diseño patrón, dosificación 20%, 30% y 40% de material reciclado a las edades de 7, 14 y 28 días.....	36
Figura 17. Ensayo de permeabilidad en probetas de concreto poroso a los 28 días de edad.....	37
Figura 18. Probetas en concreto poroso ensayadas por permeabilidad con 28 días de edad.....	37
Figura 19. Valores de relación de permeabilidad vs. resistencia a la compresión a los 28 días de edad con las dosificaciones del diseño patrón, agregado reciclado de 20%, 30% y 40%.....	38
Figura 20. Valores de resistencia a la compresión comparando resultados de antecedente con el presente proyecto de investigación.....	39

Figura 21. Valores de resistencia a la compresión a los 28 días del antecedente vs. presente proyecto de investigación.....	40
Figura 22. Valores de resistencia a la flexión a los 28 días del antecedente vs. presente proyecto de investigación.....	41
Figura 23. Valores de resistencia a la flexión a los 28 días de edad, antecedente vs. proyecto de investigación.....	42
Figura 24. Valores de permeabilidad a los 28 días de edad, antecedente vs. proyecto de investigación.....	43

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo general determinar la influencia de los residuos de construcción y demolición en las propiedades del concreto poroso en pavimentos expuestos a lluvias Piura, 2021. El tipo de investigación es aplicada de nivel descriptiva, por lo que el diseño es experimental con un enfoque cuantitativo. Como población y muestra se tuvo 40 probetas cilíndricas y 24 secciones de vigas, por lo que el muestreo serán todos los ensayos realizados en el laboratorio.

El resultado de resistencia a la compresión a los 28 días de edad de los diseños de mezcla patrón, diseño con agregado reciclado del 20%, 30% y 40% fueron 214.8kg/cm², 189.9kg/cm², 220.5kg/cm² y 161.4kg/cm², respectivamente. Por ello, se concluyó que la mayor resistencia a la compresión en un concreto poroso se llegó a obtener en el diseño de mezcla con el 30% de agregado reciclado en reemplazo del agregado grueso, el cual influye aumentando favorablemente la resistencia a la compresión en un concreto poroso.

Palabras clave: Residuos de construcción, concreto poroso, resistencia.

Abstract

The general objective of this research was to determine the influence of construction and demolition waste on the properties of porous concrete in pavements exposed to rain Piura, 2021. The type of research is applied at a descriptive level, so the design is experimental with a quantitative approach. As a population and sample, there were 40 cylindrical specimens and 24 beam sections, so the sampling will be all the tests carried out in the laboratory.

The result of compressive strength at 28 days of age of the standard mixture designs, design with recycled aggregate of 20%, 30% and 40% were 214.8kg /cm², 189.9kg/cm², 220.5kg/cm² and 161.4kg/cm², respectively. Therefore, it was concluded that the greatest compressive strength in porous concrete was obtained in the mix design with 30% recycled aggregate replacing the coarse aggregate, which favorably increases the compressive strength in a porous concrete.

Keywords: Construction waste, porous concrete, strength.

I. INTRODUCCIÓN

Las infraestructuras viales han sido dañadas por diferentes fenómenos naturales, siendo nuestro territorio uno de los países con mas variedad de climas y microclimas, logrando que todo pavimento demuestre fallas y deje en descubierto la falta de mantenimiento que le dan a estas vías. La lluvia es un factor que genera un daño muy importante a las infraestructuras viales debido a la falta de evacuación de estas aguas pluviales y al mal uso de los recursos para contar con un drenaje adecuado. El concreto poroso gracias a su permeabilidad, porosidad, resistencia a la compresión y capacidad de filtración, es un recurso óptimo que contrarresta los daños ocasionados por las aguas pluviales evitando que exista grietas, fisuras, corrosiones y logrando una estabilidad en el pavimento con relación al tránsito de vehículos, haciendo frente a los accidentes automovilísticos, inundaciones y permitiendo que el recurso agua cumpla con su ciclo. Así mismo, una de las actividades con mayor índice de contaminación es el sector construcción, que demanda la mayor contaminación medioambiental, ya que es muy común ver en países de Latinoamérica, como el Perú, que los RCD son desechados, sin reciclaje alguno, en las riveras de los ríos o en algunos descampados provocando una contaminación medioambiental agravante.

En una investigación de México, nos menciona que hay construcciones de obras civiles en demasía y que geográficamente hay un exceso de construcciones en abandono, por lo cual generan residuos de construcción y demolición creando, antes de su ejecución y posterior a su demolición, malas apariencias por la acumulación de estos residuos en algunas calles y terrenos, provocando riesgos a la salud, como también al medioambiente, por otro lado, queda demostrado que la mala gestión de estos residuos hace que no se cuente con un sistema de reciclaje que ayuden a clasificar por origen y característica, por ello, es notorio que a lo largo de calles, carreteras y playas hayan pequeños montículos de estos residuos, por ese motivo, se determinó la reutilización de estos residuos para que sean transformados y considerados materiales constructivos, siguiendo una adecuada selección y considerando las probabilidades de sustitución, evitando y aprovechando cada residuo de una demolición¹.

¹ (DÍAZ Álvarez, 2018 pág. 18)

En la siguiente investigación se menciona la puesta en práctica de un pavimento poroso por lo que es considerado una infraestructura vial opcional para controlar y evitar el estancamiento de aguas a consecuencia de las lluvias en el noreste del territorio peruano, ya que en los años 90 estas provincias y pequeños pueblos de la costa tuvieron inundaciones de sus calles provocada por el fenómeno de El Niño, lo cual dejó en descubierto la falta de un drenaje adecuado y óptimo para esta magnitud de fenómeno, la falta de mantenimiento y la obstrucción con desechos renovables y no renovables de los ya mencionados drenajes, por ello este estudio estuvo en la búsqueda de determinar si el pavimento poroso sería capaz resistir a estas cantidades volumétricas de agua pluvial y por ende tener en consideración la implementación de estas vías en el territorio norteño costero, por lo que es considerado de alto riesgo a sufrir estos cambios climáticos agravantes².

El norte de la costa peruana, en los últimos años ha sido azotada por diferentes cambios climáticos y fenómenos naturales, siendo principal el fenómeno del niño, ocasionando grandes desastres en esta zona de nuestro territorio peruano dañando las infraestructuras viales y dejando incomunicados a los pobladores, comerciantes, familias enteras, agricultores que pierden hectáreas de sembríos, pérdidas de cosechas, daños materiales, pérdidas humanas y enfermedades relacionadas al estancamiento de aguas pluviales y colapsos de sistemas drenantes obstruidos por residuos. Cabe mencionar que estos residuos no cuentan con un reciclaje adecuado, sobre todo, la permanencia de RCD regados en la calle, playas o en pequeños montículos ubicados en algunos espacios vacíos, esto hace que la región Piura se vea afectada por estos desastres y al no contar con un sistema de drenaje adecuado para evitar inundaciones, lo hace más vulnerable. Es por ello que el presente trabajo busca implementar los residuos de construcción y demolición en las propiedades del concreto poroso, para evitar la contaminación causada por estos residuos y darle un valor apropiado a las infraestructuras viales para que cuenten con un drenaje óptimo, evite las afectaciones del pavimento y evite desastres ocasionados por las aguas pluviales, obteniendo como resultado un pavimento que promueva al desarrollo sostenible, resistente a cargas puntuales, roturas o agrietamientos y con infiltración adecuada para evitar futuras inundaciones.

²(GUISADO Barrios, y otros, 2017 pág. 13)

A partir de las consideraciones anteriores, se presentará el problema general el cual sería ¿Cómo influyen los residuos de construcción y demolición en las propiedades del concreto poroso en pavimentos expuestos a lluvias Piura, 2021? Por consiguiente, los problemas específicos son ¿Cómo influyen los residuos de construcción y demolición en la resistencia a la compresión en las propiedades del concreto poroso en pavimentos expuestos a lluvias Piura, 2021?, ¿Qué efecto producen los residuos de construcción y demolición en la resistencia a la flexión en las propiedades del concreto poroso en pavimentos expuestos a lluvias Piura, 2021? y ¿De qué manera influyen los residuos de construcción y demolición en el ensayo de permeabilidad en las propiedades del concreto poroso en pavimentos expuestos a lluvias Piura, 2021?

La investigación a realizar se justifica socialmente y experimentalmente porque gracias a la implementación de los residuos de construcción y demolición en las propiedades del concreto poroso no solo se obtendrá un pavimento rígido y permeable sino que se evitará las fallas de éstas vías por cargas vehiculares y las inundaciones ocasionadas por grandes cantidades de aguas pluviales en una población con drenaje inapropiado. También se considerará el bien al medioambiente, ya que se tendrá en cuenta que es un planteamiento que beneficia al desarrollo sostenible por su capacidad de poder gestionar las aguas pluviales y reutilizar los residuos de construcción en obras civiles. Se verá beneficiada la población del norte del Perú y se verán beneficiadas las investigaciones futuras dando el alcance de algunos conocimientos y ensayos realizados en esta investigación para futuras obras de infraestructuras viales.

Teniendo como finalidad el contestar los problemas mencionados anteriormente es indispensable expresar lo investigado, de tal forma el objetivo general de la investigación es determinar la influencia de los residuos de construcción y demolición en las propiedades del concreto poroso en pavimentos expuestos a lluvias Piura, 2021, planteándose también los objetivos específicos que son determinar la influencia de los residuos de construcción y demolición en la resistencia a la compresión en las propiedades del concreto poroso en pavimentos expuestos a lluvias Piura, 2021, determinar el efecto que producen los residuos de

construcción y demolición en la resistencia a la flexión en las propiedades del concreto poroso en pavimentos expuestos a lluvias Piura, 2021 y por último determinar la influencia de los residuos de construcción y demolición en el ensayo de permeabilidad en las propiedades del concreto poroso en pavimentos expuestos a lluvias Piura, 2021.

Por último, en la presente investigación se planteó una hipótesis general que es los residuos de construcción y demolición influyen favorablemente en las propiedades del concreto poroso en pavimentos expuestos a lluvias Piura, 2021 y tres hipótesis específicas que son los residuos de construcción y demolición influyen en la resistencia a la compresión en las propiedades del concreto poroso en pavimentos expuestos a lluvias Piura, 2021, siguiendo con los residuos de construcción y demolición influyen en la resistencia a la flexión en las propiedades del concreto poroso en pavimentos expuestos a lluvias Piura, 2021 y por último los residuos de construcción y demolición influyen en el ensayo de permeabilidad en las propiedades del concreto poroso en pavimentos expuestos a lluvias Piura, 2021.

II. MARCO TEÓRICO

Como tesis internacional tenemos a Gallo y Posada (2017), que nos mencionan su objetivo general de diseñar un pavimento en concreto poroso con adición de agregados de concreto reciclado para la construcción de un modelo a escala, el cual se definió el tipo de investigación experimental y explicativo porque se quiere diseñar, analizar el comportamiento a la compresión, a la tracción y la tasa de infiltración que tienen los diferentes especímenes de ensayo de concreto poroso, por ende, la población utilizada fue la gradación abierta y los límites granulométricos que requiere un pavimento en concreto poroso, como instrumento se realizó diversos ensayos como el de granulometría, permeabilidad, compresión y flexo tracción, resistencia a la compresión de cilindros de concreto y resistencia a la flexión del concreto, concluyendo que el ensayo de compresión en las mezclas obtenidas con el 25% de material reciclado y 75% de material natural es de 16,41 MPa y con el 50% de material reciclado y natural es de 10,06 MPa, por ello se dice que el diseño en concreto poroso con el 25% de material reciclado tiene valores de alta resistencia a la compresión, cabe resaltar que en el ensayo de permeabilidad el diseño en concreto poroso con el 50% de material reciclado obtuvo 3,76 mm/s en un tiempo de 33,84s el cual permitió ser considerado con una mayor filtración de líquidos³.

Alzate (2018), nos hace mención de su objetivo general el cual es evaluar la problemática y alternativas de solución de los residuos de construcción y la demolición en el municipio de Dosquebradas, Risaralda, por ello se definió el tipo de investigación como descriptiva porque se desarrolla al observar, describir y brindar la propiedad de una materia para recolectar la mayor cantidad de información y así aportar a futuras investigaciones, por ende su población fue el cuantificar los volúmenes per cápita de los RCD provenientes de la municipalidad de Dosquebradas, en su instrumento se utilizaron fichas técnicas para recolectar datos, ficha técnica de volúmenes, cartografía base y GPS, además se tuvo como conclusión que el 86% de RCD son asociados a obras civiles residenciales, mientras que el restante del 14% son obras de construcción comercial, por ende el sector residencial cuenta con mayor índice de residuos de construcción y

³(GALLO Y POSADA, 2017)

demolición viendo una tarea muy importante en el sentido de recolectar o reusar los residuos de construcción en nuevos proyectos de obras civiles⁴.

Velez (2018), nos menciona que su objetivo general es determinar el diseño óptimo de un hormigón poroso con material pétreo de la cantera Vega Rivera, para su aplicación a un parque automotor, por lo tanto se definió el tipo de investigación como experimental porque tiene actividades técnicas, información de investigaciones recopiladas y metodología en distintos datos permitiendo evaluar un diseño de hormigón poroso, por ello su población fue evaluar diversos ensayos en los laboratorios de la universidad de Machala, por ende como instrumento se mencionan sus ensayos de flexión y compresión de especímenes, concluyendo que sus ensayos realizados mostraron la dosificación adecuada, también se obtuvo en el agregado de 3/4 una relación de agua cemento de 0.40 y un alcance de resistencia a la compresión máxima de 161kg/cm² a los 28 días de fraguado, por ende es considerado de una resistencia alta y de permeabilidad deseada para el desarrollo de este proyecto cumpliendo con los parámetros de carga hidráulica⁵.

Como tesis nacional, Flores (2019), como objetivo general tiene proponer la metodología para realizar la disposición final sostenible de los residuos de construcción y demolición del distrito de Huaraz 2016, con su definición del tipo de investigación como aplicada y no experimental porque hay una elaboración de propuestas metodológicas para un reaprovechamiento de los RCD que generan los pobladores huaracinos, por ello su población fueron los pobladores de Huaraz donde se recolectó la información para desarrollar el informe y la muestra son los RCD tomadas de las construcciones de hogares, como instrumento usó fuentes secundarias siendo estas tesis, memorias congresales, recolectados mediante encuestas fichas hemerográficas, recolección de internet, bibliográficas, fichas técnicas y fichas de resumen, concluyendo que a raíz de las encuestas realizadas que el 68% de los pobladores no tienen conocimiento que en Huaraz hay zonas de escombreras que autorizan la eliminación de los RCD, siendo 35% material de concreto y 30% material de ladrillos demostrando que tiene el mayor porcentaje de residuos los materiales de construcción y demolición⁶.

⁴(ALZATE, 2018)

⁵(VELEZ, 2018)

⁶(FLORES, 2019)

Leiva y Palomino (2016), nos mencionan que tienen como objetivo general evaluar comparativamente la Permeabilidad, Resistencia a la Compresión del concreto poroso elaborado con cemento IP y agregado de 1/2", 3/8" y 1/4" de las canteras de Machupicchu, Abril y Huillque, se definió el tipo de investigación como cuantitativa, experimental y nivel descriptivo relacional porque se demostraron hipótesis mediante sus atributos del hormigón poroso siendo del tipo de cemento y agregado en investigación, coeficiente permeable y aguante compresivo, por ende su población fueron las probetas cilíndricas de concreto permeable con diversos agregados y su muestra fueron 270 probetas cilíndricas de concreto poroso las cuales tuvieron como granulometría de 1/2", 1/4" y 3/8" al tiempo de curado de 7 días, 14 días y 28 días elaboradas por el método ACI 21, como instrumento utilizaron fuentes metódicas o recolectoras informáticas, como hoja de cálculo para granulometría de agregados, porcentaje de humedad, peso específico y absorción, pero unitario, prueba de abrasión de los ángeles, revenimiento, permeabilidad, infiltración, características de briquetas, e instrumentos de ingeniería, por ello concluyen logrando demostrar los resultados comparativos del coeficiente permeable y aguante compresivo de los agregados de 1/2, 3/8 y 1/4" del yacimiento Machupicchu, son superiores al de la cantera de Abril y Huillque, teniendo en cuenta que a los 28 días la resistencia a la compresión con los agregados de la cantera Machupicchu son de 106,52 kg/cm², 217,49 kg/cm² y 251,00 kg/cm² respectivamente⁷.

Amorós y Bendezú (2019), tienen como objetivo general establecer un boceto de hormigón permeable aplicado en pavimentos, definiendo el tipo de investigación como cuantitativa porque se realizan ensayos con la aplicación del ASTM y el ACI 522 para el diseño de mezcla para una opción nueva de capa de rodadura obteniendo propiedades diferentes a las convencionales, por ello, cuentan con una población de ensayos en estado fresco y endurecido relacionadas a las normas ASTM y ACI para llegar a diseñar un concreto poroso con un índice elevado de resistencia a la compresión, como instrumento se utilizaron el ensayo de consistencia, densidad, compresibilidad y coeficiente permeable, logrando a concluir que obtuvieron una dosificación adecuada para su aguante compresivo de 283.06 kg/cm² del concreto poroso, los resultados de consistencia y densidad

⁷(LEIVA Y PALOMINO, 2016)

fueron óptimos y están en el rango permitido, siendo así que el concreto poroso diseñado puede ser usado como capa de rodadura en un pavimento⁸.

Por otro lado, como tesis en inglés nos hacen mención de la principal característica de absorción que tiene el concreto poroso y que sería una solución adecuada para generar una calidad de vida favorable y no contar con los problemas de escorrentía urbana. Azad (2017), the present study aimed to use dolomite, vermiculite, silica, and talc absorbents as aggregate and methacholine, zeolite, and pumice absorbents as a powder to enhance structural indices and the ability of porous concrete in order to improve the quality of urban runoff, floods, and wastewater, the type of research was qualitative and quantitative because the parameters were tested and determined independently. The population and sample were the structural behavior of the porous concrete, the capacity of the absorbents, and the capacity of the absorbent porous concrete. As an instrument the test was used permeability and porosity, compressive strength, and urban runoff simulation. The results obtained with the addition of additives increased the compressive strength and permeability but reduced the porosity of the samples, which had an average increase in the compressive strength of the sample containing dolomite, quartz, vermiculite and talc, so it was 42, 36 35 and 36 MPa. The 95% reduction in permeability corresponded to the 30% vermiculite content. Therefore, the samples that contained 25 and 30% vermiculite had the adequate capacity to drain urban runoff⁹.

En el siguiente artículo científico en inglés, nos hace mención sobre un diseño y el rendimiento adecuado del concreto poroso para las infraestructuras viales expuestas a un parque automotor de carga pesada y que están expuestas a lluvias fuertes y frías en la región del noreste de China. Runshu and Tao (2018), in this article the general objective is to solve the problem of the stability of the drainage of the base of the pavement in a cold and cloudy area with porous concrete as the object of research is experimental because it has many experiments, water-cement ratio, infiltration, frost resistance and mechanical properties of porous concrete. As population and sample they have the drainage performance and resistance to frost of the pavement, as an instrument the tests were used analysis of relation between

⁸(AMORÓS Y BENDEZÚ, 2019)

⁹(AZAD, 2017)

connected porosity and compressive strength, analysis of relation between connected porosity and flexural tensile strength, and analysis of relation between connected porosity and compressive elastic modulus. In conclusion for the gradation of porous concrete, the stepped filling method and the orthogonal test were used to optimize it, which provided results of linear relationship, not depending on the specimen, showing that the concrete is excellent in relation to pores with 15%, having an optimal drainage result, resistance to the load of heavy traffic and excellent characteristics to the contraction of porous concrete¹⁰.

Por último, el artículo científico en portugués nos hace mención sobre la capacidad de infiltración que tiene el concreto poroso en un bloque de pavimento el cual está articulado en un sola dirección. Watanabe, Tadeu y Posser (2017), o objetivo geral é avaliar a capacidade de infiltração in situ de blocos de concreto articulados unidirecionalmente como material de revestimento, têm um tipo de pesquisa experimental porque realizaram uma construção experimental de pavimento no campus da USP. Sua população e amostra foram as taxas de infiltração em campo, tendo como instrumento o teste de análise de permeabilidade. Concluíram que o pavimento possui uma taxa de infiltração de $4,89 \times 10^{-3}$ m/s que é considerada elevada e com valor bastante satisfatório em um pavimento poroso¹¹.

En el presente artículo científico Sanchez (2020), nos menciona como objetivo general obtener información sobre la mejor metodología para el tratamiento que se le da a los materiales residuales en el desarrollo de un proyecto constructivo y de qué manera se pueden transformar y crear nuevos productos en beneficio de la preservación de los recursos naturales, definiendo el tipo de investigación como cualitativo y cuantitativo no experimental porque presentan diferentes procesos sistemáticos, empíricos y críticos por lo que implica recolectar y analizar los datos, la medición de su población y muestra es la información de fuentes confiables de investigación, por lo que son usadas como base de datos y comparaciones, como instrumento usaron la recolección de datos, fuentes y todo lo relacionado a construcción, por ello se concluyó que el método más eficaz en su mayor aprovechamiento del RCD debe ser iniciada desde la demolición permitiendo la

¹⁰(RUNSHU AND TAO, 2018)

¹¹(WATANABE, y otros, 2017)

selección de diferentes materiales, separados por su tamaño, tipo y forma, para ser considerado como agregado grueso o fino¹².

Pinto, Carrasco y Caballero (2018), presentaron como objetivo general evaluar el comportamiento del concreto poroso con la incorporación de diferentes granulometrías, se definió el tipo de investigación como experimental porque se utilizaron diferentes tipos de grava que dependen del tamaño desde 3/4 hasta 3/8", la medición de su población y muestra fueron las granulometrías con diferentes dimensiones de grava las cuales son de 3/4, 1/2 y 3/8", el cemento tipo I y los aditivos, como instrumento se realizaron ensayos de compresión y permeabilidad con el fin de obtener resistencias adecuadas según su aplicación, como resultado se obtuvieron al día 28 la compresión de 135.25 kg/cm², 160.71 kg/cm² y 197.49 kg/cm² respectivamente a las gravas ya mencionadas, por lo que las características del pavimento poroso fresco y rígido, con su correspondencia de productos cementales e hidrantes de 0.36 por lo que brinda un mejor manejo para conseguir un óptimo trabajo, por consiguiente a mayor sea la dimensión de la grava, se obtendrá mejor permeabilidad y si es menor el tamaño de la grava tendrá mejor resistencia a la compresión, esto se viene dando al agrupamiento de los agregados gruesos¹³.

Nieto, Flores y Galindez (2018), nos dicen que su objetivo general es nombrar las etapas de dependencia que hay en las variables: hormigón drenante y evacuación de aguas pluviales, se definió el tipo de investigación como descriptiva no experimental porque se busca base de datos a raíz de satisfacer un objetivo, con ello su población y muestra son los pavimentos Huancaínos en mal estado, como instrumento se realizaron los ensayos de coeficiente permeable y soporte compresivo para mezclas sin finos, concluyendo que el mayor contenido de poros se da en la permeabilidad medida en 0.0257 m/s en una mezcla sin finos, por ende sus resultados compresivos fueron de 214.65 kg/cm² aludiendo que el diseño de la mezcla de hormigón poroso cuenta con alta resistencia a la compresión y puede ser usado para las obras de infraestructuras viales, por lo que éste permite el

¹²(SANCHEZ, 2020)

¹³(PINTO, y otros, 2018)

drenaje de las aguas pluviales hacia los alcantarillados y brinda una durabilidad prolongada al pavimento¹⁴.

Los RCD son componentes relacionados a los desechos que existen en una determinada ejecución de obra civil ya sea en construcciones, demoliciones y algunas modificaciones de infraestructuras que requieran de alguna actividad del sector construcción¹⁵. Por consiguiente, lo que genera las mayores cantidades de desechos dañinos son las actividades relacionadas a la construcción por lo que no generan problemas de salud a corto plazo sino a un mediano o largo plazo, a diferencia de los desperdicios biodegradables que son provenientes de los hogares, quiere decir que los RCD son inoloros, sin contenido de plásticos, no son biodegradables, por lo que en general son desechados en cualquier zona urbana o no urbanizada, pasando por alto los conocimientos de que los RCD son contraproducentes para la sanidad de la población y perjudican al medio ambiente¹⁶.

Por otro lado, como característica principal para ser considerado como un residuo de construcción y demolición se debe tener en cuenta que sean residuos provenientes de algunas canteras, de obras de construcción civil o de edificaciones recién ejecutadas, modificaciones en edificaciones, modificaciones o demoliciones de edificios o domicilios pequeños, algunos sobrantes de fábricas relacionadas al material de construcción, entre otras obras civiles.

Es por ello que se lleva una medición aproximada de la composición proveniente de los RCD, en el cual, en el residuo general se considera que el 75% proviene de los restos de construcciones “escombros”, por lo que el restante dado por el 25% es una combinación de diferentes residuos obtenidas de distintas procedencias y muchas de ellas consideradas de peligrosidad alta¹⁷.

La clasificación de los RCD se dan por sus principios y según su naturalidad, sus principios de los RCD pueden ser generados por materiales al limpiar el terreno

¹⁴(NIETO, y otros, 2018)

¹⁵(CASTAÑO Jesús, y otros, 2013 pág. 122)

¹⁶(MONERCILLO Belén, y otros, 2011 pág. 15)

¹⁷(MONERCILLO Belén, y otros, 2011 pág. 16)

como plantas, desmontes como los desechos no renovables, restos pavimentales como el hormigón, ladrillos o residuos de asfalto y los residuos provenientes de una construcción nueva, ampliación o reparación de un proyecto; por el lado de naturaleza son generados por los residuos inertes, el cual no generan peligro al agua, suelo o aire; también los residuos no peligrosos y residuos especiales, por lo que son considerados los productos tóxicos o inflamables¹⁸.

Por consiguiente en la tabla 1 se muestra la clasificación de los RCD, por lo que se divide según la categoría de aprovechables y no aprovechables, en la cual cada una está compuesta por grupo, clase y componentes según la categoría correspondiente.

¹⁸(MERCANTE Irma, 2007 pág. 2)

Tabla 1. Categorías de los RCD

CATEGORÍA	GRUPO	CLASE	COMPONENTES
RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN APROVECHABLES	Residuos mezclados	Residuos pétreos	Concretos, cerámicos, ladrillos, arenas, gravas, cantos, bloques o fragmentos de roca, baldosín, mortero y materiales inertes que no sobrepasen el tamiz número 200 de granulometría.
	Residuos de material fino	Residuos finos no expansivos	Arcillas, limos, y residuos inertes, no plásticos y expansivos que sobrepasen el tamiz número 200 de granulometría.
		Residuos finos expansivos	Arcillas y lodos inertes con gran cantidad de finos altamente plásticos y expansivos que sobrepasen el tamiz número 200 de granulometría.
	Otros residuos	Residuos no pétreos	Plásticos, PVC, maderas, cartones, papel, siliconas, vidrios, cauchos y demás materiales similares.
		Residuos de carácter metálico	Acero, hierro, cobre, aluminio, estaño, zinc y demás materiales similares.
		Residuos orgánicos de pedones	Residuos de tierra negra
		Residuos orgánicos de cespedones	Residuos vegetales y otras especies bióticas.
RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN NO APROVECHABLES	Residuos peligrosos	Residuos corrosivos, reactivos, radioactivos, explosivos, tóxicos, patógeno (Biológicos)	Desechos de productos químicos, emulsiones, alquitrán, pinturas, disolventes orgánicos, aceites, resinas, plastificantes, tintas, betunes, barnices, tejas de asbesto, escorias, plomo, cenizas volantes, luminarias, desechos explosivo y demás materiales similares.
	Residuos especiales	No definida	Poliestireno - Icopor, cartón-yeso (drywall), llantas y demás materiales similares.
	Residuos contaminados con otros residuos	Residuos contaminados con residuos peligrosos	Materiales pertenecientes a los grupos anteriores que se encuentren contaminados con residuos peligrosos. Estos deben ser dispuestos como residuos peligrosos.
		No definida	Residuos contaminados con otros residuos, que hayan perdido las características propias para su aprovechamiento.
Otros residuos	No definida	Residuos que por requisitos técnicos no es permitido su reuso en las obras.	

Fuente: TAPIAS (2017)

Los principios de aprovechamiento permiten que se garantice la administración del medio ambiente haciendo uso de materiales que no aporten a la obtención de residuos, estos principios tienen como objetivo disminuir la cantidad de residuos, obtener un reglamento de producción, administración y hacer hincapié para su práctica, la jerarquización para gestionar estos residuos de construcción y demolición y que sea eficaz es: reducir, reutilizar, reciclar y valorizar, para que se pueda tener una mejora en la calidad de vida en los pobladores y contar con un medio ambiente con grandes ventajas de aprovechamiento¹⁹.

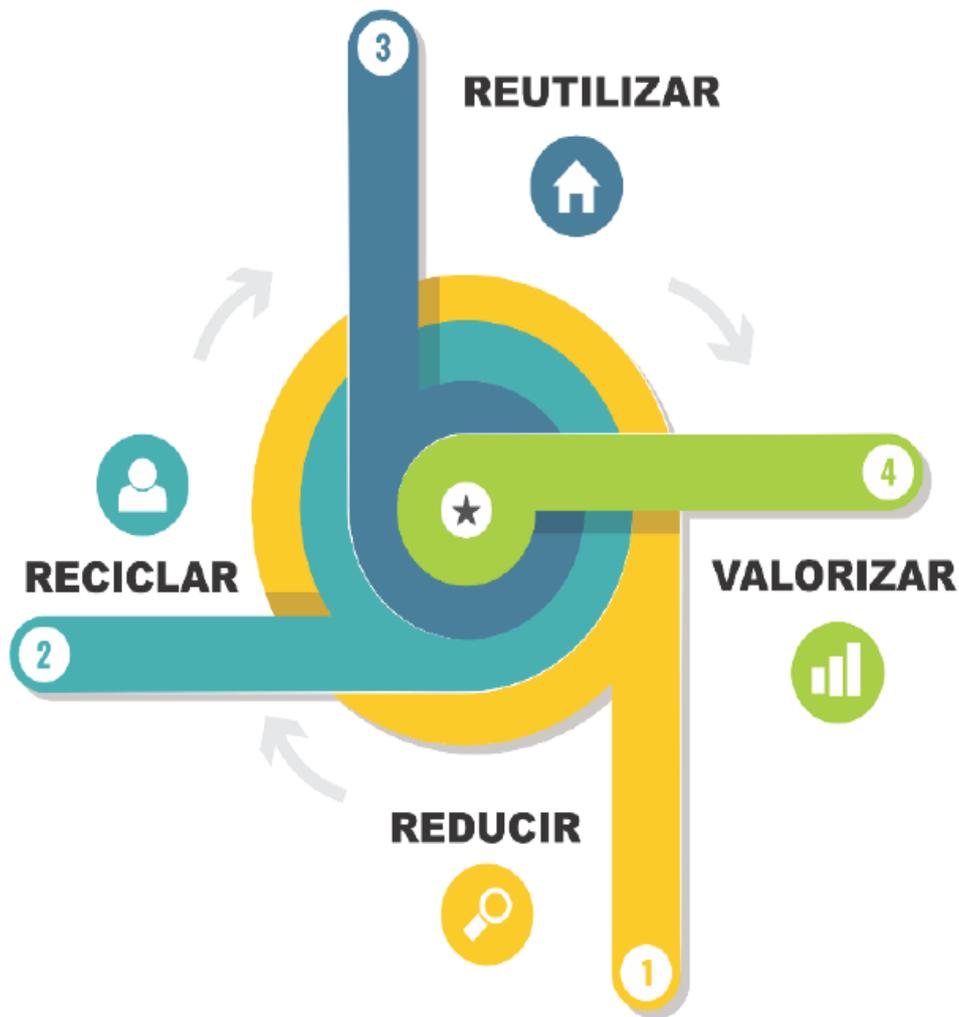


Figura 1. Principio de Jerarquía de RCD

Fuente: Tapias J. 2017. Guía de intervención sostenible de los residuos de construcción

¹⁹(TAPIAS Jimmy, 2017 pág. 19)

El objetivo de la reutilización de los RCD es disminuir los desechos provenientes de las construcciones con la finalidad de obtener el beneficio de reciclar y reutilizar en próximos proyectos a ejecutar, por otro lado, si no es viable la reutilización de los RCD, la entidad responsable deberá planificar estrategias para prevenir y solucionar, técnicamente orientadas a la disminución de la cantidad volumétrica y peligrosidad de los ya mencionados residuos, por lo cual estos residuos deben ser manejados y considerados previamente a la realización de cualquier proyecto teniendo en cuenta el planteamiento de la administración de estos RCD²⁰.

En el ámbito internacional, hay diferentes países que son industrializados, es por ello que el reciclaje de los RCD y la importancia que le dan al reuso de estos compuestos es el principal objetivo de un plan estratégico, que se torna en sentido al desarrollo sostenible implementando estos recursos²¹. Es por ello, que en Sudamérica, centrándonos en el territorio peruano, el hábito de reusar, reciclar o reutilizar se da y se ve enfocada principalmente en los residuos sólidos que son generados por la comunidad.

Durante el año 2014, en el Perú la composición de los residuos sólidos son generados por el 53,16% de materia orgánica, el 18,64% viene dado por los residuos aprovechables y no aprovechables, por último el 6,83% por compuestos reciclables²².

Por consiguiente, no se puede precisar la composición última de los RCD, por lo que cabe resaltar que en el Perú la gran mayoría de residuos no son provenientes de la municipalidad o una entidad reguladora que pueda registrar el tipo y cantidad de residuos renovables y no renovables, sino que son provenientes de pequeñas construcciones, demoliciones, modificaciones, entre otras obras civiles.

²⁰(DECRETO SUPREMO N° 019, 2016 pág. 9)

²¹(GUARÍN Nataly, y otros, 2016 pág. 3)

²²(MINAM, 2016 pág. 20)

Tabla 2. Componentes de desechos peruanos

TIPO DE RESIDUO	PORCENTAJE %			
	2010	2011	2012	2013
Materia Orgánica	50.19	48.90	50.90	50.43
Plástico	8.07	9.90	10.10	6.11
Residuos Peligrosos	7.88	6.60	8.50	7.44
Escombros e Inertes	5.74	4.70	7.10	8.07
Otros	3.30	1.10	4.90	4.41
Papel	3.95	5.20	4.80	3.96
Madera y restos de jardín	2.08	2.90	3.40	2.97
Cartón	3.77	3.80	3.30	3.48
Vidrio	3.10	3.90	3.20	3.05
Metales	2.59	3.20	2.80	2.64
telas y textiles	1.32	1.50	1.80	1.61
Cuero, caucho y jebe	1.12	0.90	1.60	1.25
Huesos	1.78	1.80	0.80	0.00
Tetrapack	0.73	0.50	0.60	0.78
Residuos de aparatos electrónicos	1.64	0.00	0.40	0.47

Fuente: elaboración propia, con datos extraídos del Ministerio del Ambiente, 2014

Como se puede observar en la Tabla 2, muestra un crecimiento progresivo de año tras año en el tipo de residuo de escombros e inertes, en el 2010 con 5.74% en el 2011 con 4.70%, en el 2012 con 7.10% y por último en el 2013 con 8.07%, logrando disminuir en el año 2011, teniendo en cuenta que estos datos no son tan exactos porque en nuestro territorio aún existe la informalidad, por lo que se llega a deducir que los RCD irá en aumento junto a las grandes construcciones, generando impactos socioeconómicos y ambientales.

El impacto socioeconómico se viene dando por el sector construcción en todos los países con tendencias al desarrollo por diversos factores, por lo que se requiere que haya innovación en tecnología y nuevos proyectos futuristas que busquen la implementación de materiales residuales para un desarrollo sostenible, permitiendo que los residuos de las construcciones tengan un aporte eficiente y también no generen grandes consumos de energía y de otros recursos en procesos de generación, producción, construcción o demolición que se dan en una obra civil²³.

²³(LÓPEZ Jesús, y otros, 2016 pág. 1)

El impacto ambiental se da por la intervención que tienen los seres humanos con algunos trabajos que realizan alrededor de la naturaleza, por lo que es considerado todo trabajo que cause un efecto beneficioso o que perjudique al medioambiente, por lo que el sector construcción es considerado , por sus programaciones de rutina, gran generadora de impacto ambiental por la generación de residuos inertes que son volumétricamente contaminantes del medioambiente, sin ningún control de operaciones ocasionando grandes inconvenientes ambientales, porque con ello se provoca la reducción en capacidades de las escombreras²⁴.

La implementación de todo material proveniente del reciclaje de los RCD en una infraestructura vial sea llamada pavimento, vías o carreteras, pueden realizarse según el cumplimiento técnico y medioambiental que exijan las entidades reguladoras, siendo incorporadas como un agregado grueso reciclado con fines de realizar diversos proyectos civiles²⁵.

En la etapa de planificación de un proyecto de construcción civil debería apersonarse un gestor ambiental, con la única finalidad de administrar los residuos peligrosos y no peligrosos, logrando un mejor aprovechamiento al reciclaje, por ello se plantea en la “Tabla 3” algunas alternativas de gestión del uso de los RCD.

²⁴(MEDINA Jordy, 2018 pág. 19)

²⁵(CEDEX, 2014 pág. 16)

Tabla 3. Alternativa de gestión de uso de residuos

RESIDUO	ALTERNATIVA
Asfaltos	Reutilizar como masa para rellenos
	Reciclar como asfalto
Cerámicos	Reciclar como adoquín
	Reciclar como fachada
	Reciclar para acabados
Concretos	Reutilizar como masa para rellenos
	Reutilizar como suelos en carreteras
	Reciclar como grava suelta
	Reciclar para producción de morteros y cemento
	Reciclar como granulado
Elementos arquitectónicos	Reutilizar como nuevos productos
Madera	Reciclar para tableros y aglomerados
	Reutilizar para casetones, vallados y linderos
Metales	Reutilizar para aplicación en otros productos
	Reciclar como aleación
Pétreos	Reutilizar como áridos finos y gruesos
Plásticos	Reciclar como plásticos
Tejas, bloques, entre otros	Reciclar como bases para nuevos productos
Tierra de excavación	Reutilizar como relleno y recuperación de talud
	Estabilización de suelos
Vidrio	Reciclaje para vidrio

Fuente: TAPIAS (2017)

El concreto poroso es una clara opción frente a un concreto con características tradicionales al implementarlas en obras viales ya que cuenta con una estructura sin asentamientos, la composición que tiene es de agregados gruesos, cemento, agua y algunos plastificantes, permitiendo que sea un producto fortalecido y con porosidad internamente conectados, por lo que sus dimensiones oscilan de 2 a 8mm, logrando así la infiltración de fluidos; el contenido de vacíos puede oscilar de 18% a 35%, la compresión de 2,8 MPa a 28 MPa, por ende es considerado un concreto moldeable, con alto índice de permeabilidad y con gran resistencia a la compresión²⁶. Es un material con vacíos y permite la infiltración del agua, puede ser utilizado en la capa de rodadura, en estacionamientos, en veredas para peatones y ciclistas, espacios deportivos, parques, áreas donde se requiera de un drenaje, entre otros²⁷.

En la Tabla 4, se presenta las características del hormigón permeable en su estado fresco y en su estado endurecido, por lo que se menciona al asentamiento, tiempo de fraguado, porosidad y permeabilidad, cada una con sus definiciones informativas respectivas.

Tabla 4. Características del hormigón permeable

CARACTERÍSTICAS DEL HORMIGÓN PERMEABLE		
ESTADO FRESCO	ASENTAMIENTO	Tiene valores cercanos a cero de 20 a 50 mm, en el ensayo no se considera el control de calidad porque la mezcla es rígida y el asentamiento es nulo
	TIEMPO DE FRAGUADO	El tiempo es reducido en el fraguado, ya sea por el uso de aditivos y su adecuado colocación
ESTADO ENDURECIDO	POROSIDAD	Es dada por la cantidad de poros que existe en el producto, su contenido de vacíos tiene que ser mayor al 15% para ser considerado como un concreto poroso
	PERMEABILIDAD	Depende mucho de la propiedad del material, la proporción de la mezcla y de los métodos de colocación y compactación, si se hace un exceso de ésta última se reduce la permeabilidad

Fuente: Elaboración propia

²⁶(SILVA Omar, 2020 pág. 3)

²⁷(SILVA Omar, 2020 pág. 1)

Los beneficios de la implementación de un concreto poroso en las infraestructuras viales son medioambientales, que son dadas por el concreto permeable y su porosidad lo cual sería una solución para la escorrentía superficial que provienen de las aguas pluviales y para así evitar los estancamientos de estas aguas; económicos, son dadas por la reducción de estructuras especiales, como la implementación de tuberías, cunetas, algunas estructuras de retención y más, por lo que esto permitiría que haya un mejor manejo económico en el manejo de la escorrentía; y por último estructurales, que son dadas por la porosidad, durabilidad y resistencia al tiempo la cual proporciona una fuerza de tracción en los vehículos y así reduce el derrape en presencia de las lluvias, permitiendo la seguridad vitalicia de los conductores y personas de a pie²⁸.

La resistencia a la compresión es lo que caracteriza al concreto, por lo que se llega a definir como la capacidad de soporte de una carga por unidad de área expresándola en esfuerzos o fatigas, referencialmente medidas en kg/cm² o MPa, esto fundamentalmente se emplea para que la mezcla del hormigón cumpla con los requisitos establecidos de la resistencia a la compresión y para demostrar la calidad del concreto estructural²⁹. Para que se evalúe la resistencia a la compresión del hormigón, el ASTM C31 dispone algunas evaluaciones de curado en el campo, por consiguiente, las probetas cilíndricas son evaluadas con el ensayo ASTM C39, utilizando tres muestras como mínimo para conseguir resultados promedios³⁰.

La resistencia a compresión de un hormigón poroso en una infraestructura vial idóneamente acomodado está en el intervalo de 3,5 MPa a 28 MPa, por lo que es considerada una aplicación óptima en la capa de rodadura de bajo volumen y también de cargas de eje largo³¹.

La resistencia a la flexión es considerada una resistencia a la rotura de una viga o bloque de hormigón que no cuenta con reforzamiento estructural, por lo que es un factor muy considerable en la calidad del concreto en infraestructuras viales, ya que es sometida a cargas vehiculares y a diferentes cambios de temperatura³².

²⁸(GONZÁLES Juan, 2011 pág. 2)

²⁹(CEMEX, 2019 párr. 1)

³⁰(CEMEX, 2019 párr. 5)

³¹(CABELLO Sandra, y otros, 2015 pág. 5)

³²(MASÍAS Kimberly, 2018 pág. 18)

El ensayo de resistencia a la flexión se puede realizar seleccionando materiales que contengan cemento y basándose en el módulo de rotura en el diseño de muestras pasadas, este ensayo es muy poco utilizado por las empresas constructoras, por lo que estas consideran que es viable un ensayo a la compresión³³.

En el ensayo, los especímenes deben presentar distancias libres entre los apoyos, como mínimo triplicando su altura y con 2% de tolerancia, como se grafica en la “Figura 2”, los lados de los especímenes deberían formar ángulos de 90° con respecto al lado superior e inferior, por ende las superficies del espécimen deben ser blandos y sin agrietamiento o agujeros³⁴.

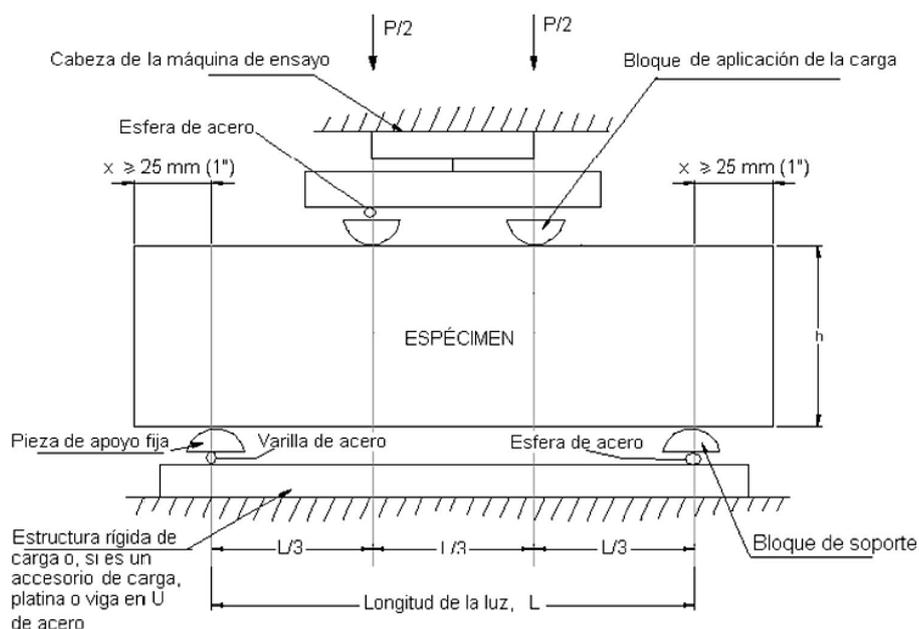


Figura 2. Esquemización del equipo óptimo para realizar el ensayo de flexión del hormigón

Fuente: Manual de ensayo de materiales

La permeabilidad en el hormigón es la cantidad de filtración de algún fluido o líquido a través de sus poros en un determinado tiempo, por lo que demuestra los resultados de porosidad, hidratación o liberación de calor³⁵. La permeabilidad caracteriza al hormigón poroso porque sus mezclas se obtienen al usar agregados gruesos y casi nada de agregados finos, cemento en proporción al agua y algunos

³³(NRMCA, 2017 pág. 1)

³⁴(MTC, 2016 pág. 824)

³⁵(VÉLEZ Ligia, 2010 pág. 5)

aditivos, para así obtener una resistencia deseada e identificadora al combinar estos compuestos³⁶.

La permeabilidad de una infraestructura vial está en relación con la cantidad de espacios vacíos y el grado de compactación que obtienen a lo largo de la ejecución de un proyecto de infraestructuras viales³⁷. Es por ello que en la “Figura 3” se muestra el permeámetro L.C.S en la que se realizará el ensayo de permeabilidad donde se determina el tiempo y la tasa de filtración en el hormigón permeable utilizadas en la capa de rodadura³⁸.

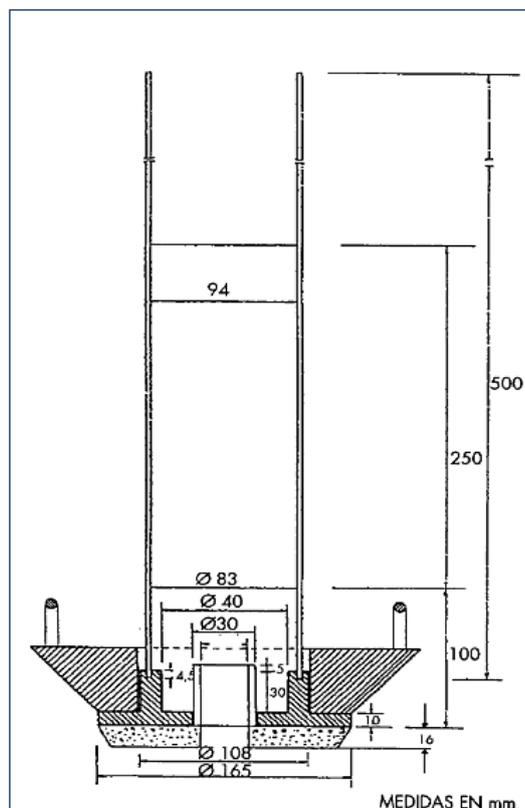


Figura 3. Permeámetro L.C.S

Fuente: Manual de ensayo de materiales

³⁶(VÉLEZ Ligia, 2010 pág. 12)

³⁷ y ³⁸(MTC, 2016 pág. 646)

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación: la investigación será aplicada o también conocida como dinámica por lo que es dependiente de los hallazgos e investigaciones académicas, para así investigar problemas específicos, en situaciones y propiedades específicas, y verse dirigida a una próxima aplicación³⁹. Es una investigación aplicada porque se dará respuestas a las preguntas específicas estableciendo y conociendo los problemas existentes en una determinada población.

Nivel de investigación: la investigación será descriptiva porque su característica es describir una comunidad, su realidad o diversas circunstancias la cual favorecen al centrar la investigación, por lo que se realizará indagaciones del cómo, dónde, qué y cuándo, que lo relacionan con la investigación⁴⁰. Por lo que también será considerada investigación explicativa porque se buscará la determinación de la conducta, de la subordinación y la conexión existe entre las variables⁴¹. Esta investigación será descriptiva y explicativa por lo que está caracterizada en identificar propiedades, datos relacionados con el estudio y la razón o causa de la intervención de la materia de estudio.

Diseño de investigación: el diseño de investigación será experimental porque busca reproducir todo tipo de fenómenos que ocurren en la naturaleza en un ambiente controlado comprendiendo cómo ocurre y los factores que intervienen en él y logran resultados predecibles⁴². Por otro lado también será cuasi experimental porque es una metodología patentada y caracterizada por la ausencia de aleatorización del personal de inspección, retribución o manipulada activamente⁴³. Es por ello que se considerará una investigación de diseño experimental y cuasi experimental porque se realizarán diversos ensayos obteniendo resultados esperados y también porque se desarrolla la implementación en la relación de las variables independientes y dependientes.

³⁹(RODRÍGUEZ Ernesto, 2005 pág. 23)

⁴⁰(MEJIA Tatiana, 2020 párr. 1)

⁴¹(YNOUB Roxana, 2011 pág. 85)

⁴²(ESTELA María, 2021 párr.17)

⁴³(BONO Roser, 2012 pág. 3)

Enfoque de investigación: se dará a través de un enfoque cuantitativa porque se tiene formas confiables de encontrar la realidad por lo que sugieren que la recopilación y el análisis pueden responder a las preguntas de investigación y comprobar hipótesis, se basa en las mediciones, cálculos y estadísticamente se usa para precisar los comportamientos poblacionales⁴⁴. Por ello es una investigación de enfoque cuantitativa porque se realizarán ensayos en laboratorios logrando resultados que lleguen a ser medidos numéricamente.

3.2 Variables y operacionalización

Variables: las variables de esta investigación forman apariencias de la unidad de análisis elegida para la investigación, según la problemática y la hipótesis que determinan las variables refiriéndose a las variaciones de los diferentes valores⁴⁵. Es por ello que en la investigación son planteadas dos tipos de variables, haciendo mención la variable independiente que son los residuos de construcción y demolición, por otro lado la variable dependiente que son las propiedades del concreto poroso.

Operacionalización: la operacionalización de esta investigación es el proceso de describir cómo medir una variable que se forma a partir de hipótesis, por lo que debería subdividirse en indicadores que lleguen a ser medidas conforme se investiga, puede ser aplicada a los objetos que están en investigación con lo que se tienen diferentes resultados de estudio⁴⁶. En esta investigación la operacionalización de variables será presentada a través del anexo 1 titulado: Matriz de operacionalización de variables, la cual estará ubicada en la parte de anexos.

3.3 Población, muestra y muestreo

Población: la definición de población viene dada por la agrupación de individuos o cosas que tengan algo en común y quieran dar a conocerse a través de un estudio⁴⁷. En esta investigación, la población está dada por los ensayos de 40 probetas y 24 secciones de vigas incluyendo la muestra patrón por lo que se realizará a los 7, 14 y 28 días de edad de las muestras.

⁴⁴(BORJA Manuel, 2012 pág. 11)

⁴⁵(YBOUB Roxana, 2011 pág. 71)

⁴⁶(BORJA Manuel, 2012 pág. 24)

⁴⁷(LÓPEZ Pedro, 2004 pág. 1)

Muestra: es el modelo reducido de individuos o cosas de la población dado por los procedimientos específicos para explicar la investigación por lo que requiere menor tiempo y es de menor costo⁴⁸. Para esta investigación se tendrá como muestra 36 probetas cilíndricas para el ensayo de resistencia a la compresión, 24 secciones de vigas para el ensayo de flexión y 4 testigos cilíndricos para el ensayo de permeabilidad, por lo que cada uno de los ensayos será realizado con la sustitución de los porcentajes de 20%, 30% y 40% de material de residuos de construcción y demolición en reemplazo de los agregados gruesos.

Muestreo: es un método que consiste en clasificar elementos de muestra de un conjunto, consistiendo en una población de normas y procedimientos⁴⁹. En el presente proyecto de investigación al igual que en la población se tomará como muestreo los ensayos de las probetas cilíndricas y de las secciones de vigas.

Unidad de análisis: es un método que consiste en la unidad de investigación de sujetos y/o temas de investigación (factores buscados)⁵⁰. En el presente proyecto de investigación la unidad de análisis es considerado principal para el análisis de estudiado. Por consiguiente se tiene el título “Implementación de los residuos de construcción y demolición en las propiedades del concreto poroso en pavimentos expuestos a lluvias Piura, 2021” por lo que se obtuvo como unidad de análisis las propiedades del concreto poroso.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas

Consiste en un agrupamiento de procesos organizados en sistemas destinados a orientar al investigador en su búsqueda de ahondar, recolectar y registrar conocimientos e información⁵¹. Para el presente proyecto de investigación, se emplearán diversas normas y procesamientos de información estableciendo una técnica que permita recolectar tesis, manuales, libros, artículos científicos, entre otras fuentes, que ayudaran a definir y delimitar mediante los ensayos de laboratorio, las variables estudiadas, residuos de construcción y demolición, y propiedades del concreto poroso.

⁴⁸(CANTONI Nélida, 2009 párr. 11)

⁴⁹(LÓPEZ Pedro, 2004 pág. 1)

⁵⁰(DARÍO Jessica, 2014 pág. 13)

⁵¹(MAYA Esther, 2014 pág. 5)

Instrumentos de recolección de datos

Consiste en obtener datos de cualquier fuente que puede utilizar un investigador para acceder y obtener información acercándose a un fenómeno⁵². Como instrumento se implementará el uso de fichas de investigación, lo cual permitirá registrar los datos obtenidos en los ensayos de laboratorio que se realizaran a los especímenes, siendo estos el ensayo de granulometría, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y ensayo de permeabilidad.

Validez

Es el valor que un instrumento mide lo que se supone que debe medir, siendo una analogía entre un instrumento de medición y una característica medible, por ello, una herramienta es válida al medir el indicador, demostrando la seguridad que debe tener el instrumento emitiendo un juicio objetivo⁵³. En el presente proyecto investigación se tendrá como validez los reglamentos técnicos empleados en cada uno de los ensayos de granulometría, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y permeabilidad, realizados por el laboratorio, el cual brindará una evaluación validando y corroborando los resultados obtenidos para posteriormente ser firmado y sellado por el ingeniero capacitado y los laboratoristas especializados.

Confiabilidad

Es la expectativa de una determinada acción, así como las suposiciones de hechos posteriores, el cual demuestra confiabilidad, por lo que si un instrumento no es válido, tampoco es confiable⁵⁴. Como confiabilidad en el presente proyecto investigación tendremos, los equipos de laboratorio debidamente certificados demostrando que el equipo está calibrado y apto para ser utilizado en cada uno de los ensayos requeridos en esta investigación.

3.5 Procedimientos

Para el presente proyecto de investigación, en primer lugar se tuvo la recolección de datos informativos de fuentes confiables como son tesis pasadas no mayor a 5 años, artículos no mayor a 5 años, libros siendo la última edición, entre otras

⁵²(SABINO Carlos, 2016 pág. 113)

⁵³(QUIROZ Rosalia, 2003 pág. 213)

⁵⁴(GARCIA Sergio, 2002 pág. 10)

fuentes, para obtener información acerca de las dos variables, residuos de construcción y demolición, y propiedades del concreto poroso, así mismo se realizará la dosificación de materiales utilizados para la elaboración del concreto poroso para luego realizar los tres tipos de ensayos, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y permeabilidad, por último se tendrá que analizar los resultados de los diferentes ensayos para poder determinar cual de las dosificaciones tiene los resultados establecidos.

Por otro lado, se tuvo en cuenta el reciclaje de residuos de construcción y demolición, válgase decir concreto y ladrillo, para posteriormente llevar a cabo los ensayos de materiales en el laboratorio realizando primero el peso unitario, granulometría y peso específico del agregado reciclado.



Figura 4. Concreto y ladrillo reciclado



Figura 5. Peso unitario del agregado reciclado



Figura 6. Granulometría del agregado reciclado

Diseño de mezcla

Posterior a realizar los ensayos de materiales del agregado reciclado en el laboratorio y de corroborar que si cumple con los estándares para su utilización en mezcla de concreto, se estableció un resumen de caracterización de los agregados:

Tabla 5. Caracterización de los agregados

Material	Peso específico de masa aparente [kg/m ³]	Tamaño máximo nominal	Peso unitario suelto [kg/m ³]	Peso unitario compactado [kg/m ³]	Absorción [%]	Humedad [%]
Agregado grueso	2670	3/4"	1466	1583	0.67	0.26
Agregado fino	2632	N° 04	1578	1774	1.471	2.4

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6. Caracterización del cemento

Cemento	Densidad [kg/m ³]	Tipo
Sol	3120	I

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7. Caracterización del agua

Agua	Densidad [kg/m ³]
Potable	1000

Fuente: Elaboración propia.

Los datos mostrados anteriormente en las tablas 5, 6 y 7, nos brindan los registros que tiene el laboratorio de los agregados gruesos, finos y cementantes, el cual se utilizará para la elaboración de probetas y vigas. Por consiguiente, teniendo en cuenta la elaboración de un diseño patrón y dosificaciones con reemplazo del 20%, 30% y 40% para la obtención de 40 probetas y 24 vigas, por ello se mostrará las proporciones en la tabla 8.

Tabla 8. *Dosificación de concreto poroso*

Dosificación de concreto poroso				
Materiales	Diseño Patrón	Agregado Reciclado 20%	Agregado Reciclado 30%	Agregado Reciclado 40%
	Cantidad			
Cemento	39 kg	39 kg	39 kg	39 kg
Agua	14.6 kg	14.6 kg	14.6 kg	14.6 kg
Agregado Fino	39.55 kg	39.55 kg	39.55 kg	39.55 kg
Agregado Grueso	182.6 kg	146.08 kg	127.82 kg	109.56 kg
Agregado Reciclado	-	36.52 kg	54.78 kg	73.04 kg
Aditivo	550.5 g	550.5 g	550.5 g	550.5 g

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla anterior, se muestran los datos obtenidos para el diseño patrón el cual está basado en la Norma ACI – 522R, manteniendo la relación agua/cemento de 0.26 a 0.45 y el agregado grueso predominante y característico en este concreto poroso. Asimismo, se puede visualizar que el total del agregado grueso natural en el diseño patrón es de 182.6kg, siendo éste reemplazado por el 20%, 30% y 40% con residuos de construcción y demolición (concreto y ladrillo), obteniendo para cada dosificación un total de 36.52kg, 54.78kg y 73.04kg, respectivamente.

3.6 Método de análisis de datos

El presente proyecto de investigación usará como método de análisis de datos, la variable independiente de residuos de construcción y demolición, la variable dependiente de propiedades del concreto poroso, para luego recopilar toda la información y posteriormente tener los resultados. Se analizarán los datos obtenidos para corroborar si las hipótesis planteadas son ciertas o inciertas, para ello se hará uso del programa computacional Microsoft Excel y así realizar la digitalización o procesamiento de información.

3.7 Aspectos éticos

Los aspectos éticos del presente proyecto de investigación, están dado por el compromiso del proyectista a realizar con transparencia y ética, el uso de la información de diversas fuentes como tesis anteriores, revistas, libros, artículos científicos, entre otras fuentes confiables, para ello se hace referencia con citas textuales a toda investigación previa a este proyecto demostrando que el aporte de otros investigadores es reconocido, por lo que cabe resaltar que cada cita fue realizada siguiendo la norma ISO 690. Por otro lado, se señalará la discusión y análisis de datos, por último, al obtener los resultados se procederá a explicar cada uno de éstos, para posteriormente sean usados como fuente en futuras investigaciones.

IV. RESULTADOS

Descripción de la zona de estudio

Nombre de la tesis

Implementación de los residuos de construcción y demolición en las propiedades del concreto poroso en pavimentos expuestos a lluvias Piura, 2021

Ubicación política

La presente investigación se realizó en el distrito de Piura, provincia de Piura, en el departamento de Piura.



Figura 7. Mapa político del Perú



Figura 8. Mapa político del departamento de Piura

Ubicación del proyecto



Figura 9. Mapa de la provincia de Piura



Figura 10. Mapa del distrito de Piura

Límites

Norte: con Tumbes y la República del Ecuador.

Sur: con Lambayeque.

Este: con Cajamarca.

Oeste: con el Océano Pacífico.

Ubicación geográfica

El departamento de Piura está representado por las siguientes coordenadas geográficas: Latitud Sur $4^{\circ}5'$ y $6^{\circ}22'$, y Oeste $79^{\circ}00'$ y $81^{\circ}7'$, el cual cuenta con una extensión de 6 211,61 km² con una altitud de 25 m.s.n.m. hasta los 2 715 m.s.n.m. en las serranías piuranas. Los datos brindados por la INEI hasta el 2017 nos dice que la población es de 484 475 habitantes.

Clima

El clima con el que cuenta el departamento de Piura es tropical en la costa y seco en la serranía, y sub tropical en la zona oriental, en verano la zona costera cuenta con temperaturas altas bordeando los 38 °C, por lo que es condicional si se presenta el fenómeno de El Niño, con lo que se presentan temperaturas que llegan a superar los 40 °C, en invierno no se registran precipitaciones llegando a tener temperaturas de hasta 22 °C durante la estación.

Objetivo específico 1: Determinar la influencia de los residuos de construcción y demolición en la resistencia a la compresión en las propiedades del concreto poroso en pavimentos expuestos a lluvias Piura 2021.



Figura 11. Ensayo de resistencia a la compresión en probeta de concreto poroso a los 7 días de edad



Figura 12. Probeta de concreto poroso ensayada por resistencia a la compresión con 7 días de edad

Tabla 9. Resistencia a la compresión implementando 20%, 30% y 40% de agregado reciclado.

MUESTRA	f'c (kg/cm ²) - 7 días			
	A	B	C	PROMEDIO
DISEÑO PATRÓN	150.5	146.7	155.8	151.0
DOSIFICACIÓN 20%	116.8	112	113.7	114.2
DOSIFICACIÓN 30%	167.4	155.8	144.7	156.0
DOSIFICACIÓN 40%	113.5	118.2	103.6	111.8
MUESTRA	f'c (kg/cm ²) - 14 días			
	A	B	C	PROMEDIO
DISEÑO PATRÓN	189.7	186.5	188.8	188.3
DOSIFICACIÓN 20%	166.1	180.3	111.4	152.6
DOSIFICACIÓN 30%	180	183.8	176.1	180.0
DOSIFICACIÓN 40%	131.2	139.3	135.2	135.2
MUESTRA	f'c (kg/cm ²) - 28 días			
	A	B	C	PROMEDIO
DISEÑO PATRÓN	212.6	216.3	215.4	214.8
DOSIFICACIÓN 20%	189.9	186.1	193.6	189.9
DOSIFICACIÓN 30%	219.4	224.1	218	220.5
DOSIFICACIÓN 40%	161	156.5	166.5	161.4

Fuente: Elaboración propia.

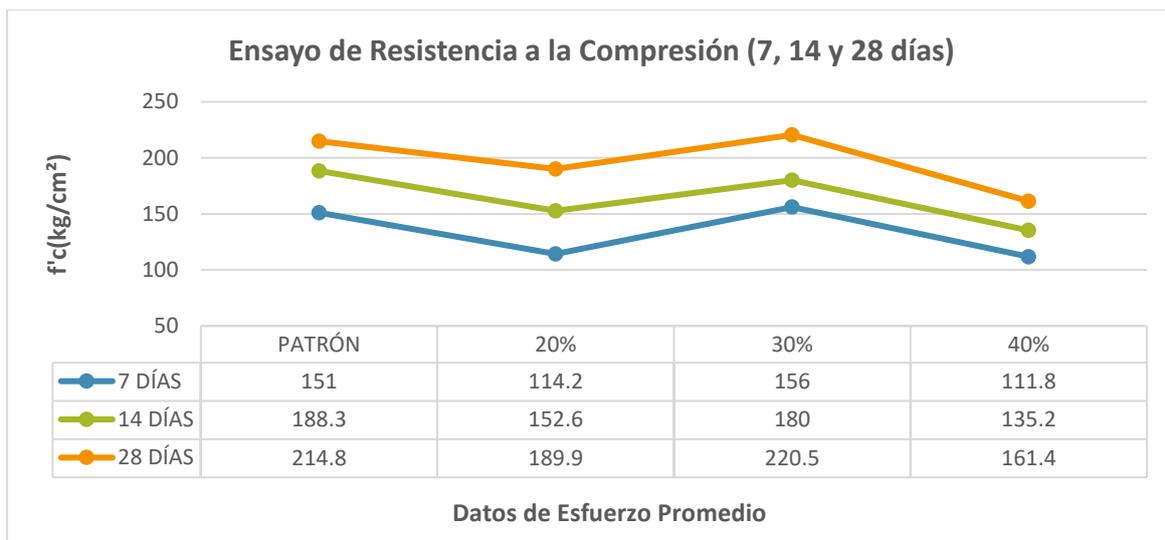


Figura 13. Valores de esfuerzo en diseño patrón, dosificación 20%, 30% y 40% de material reciclado a las edades de 7, 14 y 28 días

En la tabla 9 y figura 13, se observan los valores del ensayo de resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días de edad, en el cual se ensayan 12 probetas por cada edad, siendo éstas 3 de diseño patrón y 3 por cada dosificación de 20%, 30% y 40% de residuos de construcción y demolición que sustituyen al agregado grueso. En la figura 13 se visualiza que el diseño patrón en la edad de 7 días tiene un esfuerzo promedio de 151kg/cm², de la misma forma en la edad de 14 días tiene un esfuerzo promedio de 188.3kg/cm² y en la edad de 28 días tiene un esfuerzo promedio de 214.8kg/cm², luego al ensayar las probetas con la dosificación del 20% en la edad de 7 días, se tiene un promedio de 114.2kg/cm², en la edad de 14 días tiene un esfuerzo promedio de 152.6kg/cm² y en la edad de 28 días tiene un esfuerzo promedio de 189.9kg/cm², comprobando que tiene un descenso en esfuerzo, por otro lado, en la dosificación del 30% a los 7 días de edad, se observa que tiene un esfuerzo promedio de 156kg/cm² demostrando un aumento en la resistencia, en la edad de 14 días tiene un esfuerzo promedio de 180kg/cm² el cual demuestra un ligero descenso y a los 28 días tiene un esfuerzo promedio de 220.5kg/cm² demostrando un aumento con respecto al patrón, por último, en la dosificación del 40% en la edad de 7 días, se tiene un esfuerzo promedio de 111.8kg/cm², en la edad de 14 días tiene un esfuerzo promedio de 135.2kg/cm² y en la edad de 28 días tiene un esfuerzo promedio de 161.4kg/cm² volviendo a tener un descenso comparado al diseño patrón.

Objetivo específico 2: Determinar el efecto que producen los residuos de construcción y demolición en la resistencia a la flexión en las propiedades del concreto poroso en pavimentos expuestos a lluvias Piura 2021.



Figura 14. Ensayo de resistencia a la flexión en secciones de vigas de concreto poroso a los 7 días de edad



Figura 15. Sección de viga de concreto poroso ensayada por resistencia a la flexión con 7 días de edad

Tabla 10. Resistencia a la flexión implementando 20%, 30% y 40% de agregado reciclado.

MUESTRA	Mr (kg/cm ²) - 7 días		
	A	B	PROMEDIO
DISEÑO PATRÓN	24.74	26.24	25.45
DOSIFICACIÓN 20%	19.85	21.89	20.87
DOSIFICACIÓN 30%	27.06	26.1	26.58
DOSIFICACIÓN 40%	16.59	16.32	16.45
MUESTRA	Mr (kg/cm ²) - 14 días		
	A	B	PROMEDIO
DISEÑO PATRÓN	30.86	31.41	31.14
DOSIFICACIÓN 20%	27.87	30.18	29.03
DOSIFICACIÓN 30%	33.85	32.9	33.38
DOSIFICACIÓN 40%	20.26	20.53	20.39
MUESTRA	Mr (kg/cm ²) - 28 días		
	A	B	PROMEDIO
DISEÑO PATRÓN	37.25	35.35	36.3
DOSIFICACIÓN 20%	34.26	35.21	34.74
DOSIFICACIÓN 30%	37.66	38.2	37.93
DOSIFICACIÓN 40%	27.74	26.65	27.20

Fuente: Elaboración propia.

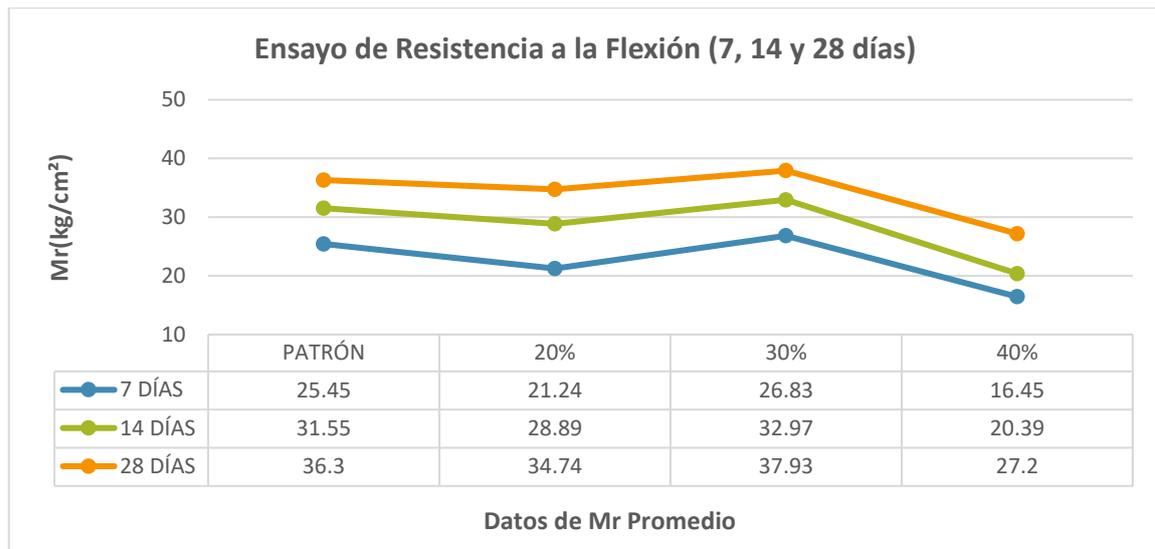


Figura 16. Valores de módulo de rotura en diseño patrón, dosificación 20%, 30% y 40% de material reciclado a las edades de 7, 14 y 28 días

En la tabla 10 y figura 16, se observan los valores del ensayo de resistencia a la flexión a los 7, 14 y 28 días de edad, en el cual se ensayan 8 secciones de vigas por cada edad, siendo éstas 2 de diseño patrón y 2 por cada dosificación de 20%, 30% y 40% de residuos de construcción y demolición que sustituyen al agregado grueso. En la figura 16, se visualiza que el diseño patrón a la edad de 7 días, tiene un Mr promedio de 25.45kg/cm², a los 14 días de edad tiene un Mr promedio de 31.55kg/cm² y a los 28 días de edad tiene un Mr promedio de 36.3kg/cm², luego al ensayar las secciones de vigas con la dosificación del 20% a la edad de 7 días, se tiene un Mr promedio de 21.24kg/cm², a los 14 días de edad tiene un Mr promedio de 28.89kg/cm² y a los 28 días de edad tiene un Mr promedio de 34.74kg/cm² demostrando que estos todos estos valores en el diseño son ligeramente menores al diseño patrón, en la dosificación del 30% a los 7 días de edad, se observa que tiene un Mr promedio de 26.83kg/cm² demostrando un aumento en la resistencia, a los 14 días de edad tiene un Mr promedio de 32.97kg/cm² demostrando un aumento en el esfuerzo y a los 28 días de edad tiene un Mr promedio de 37.93kg/cm² por lo que se observa un ligero aumento en la resistencia comparado con el diseño patrón, por último, en la dosificación del 40% a los 7 días de edad, se tiene un Mr promedio de 16.45kg/cm² volviendo a tener un descenso en la resistencia, a los 14 días de edad tiene un Mr promedio de 20.39kg/cm² teniendo un descenso y a los 28 días de edad tiene un Mr promedio de 27.2kg/cm².

Objetivo específico 3: Determinar la influencia de los residuos de construcción y demolición en el ensayo de permeabilidad en las propiedades del concreto poroso en pavimentos expuestos a lluvias Piura 2021.



Figura 17. Ensayo de permeabilidad en probetas de concreto poroso a los 28 días de edad



Figura 18. Probetas en concreto poroso ensayadas por permeabilidad con 28 días de edad

Tabla 11. Permeabilidad en probetas implementando 20%, 30% y 40% de agregado reciclado.

MUESTRA	f'c (kg/cm ²)	k (cm/s)
DISEÑO PATRÓN	214.8	0.185
DOSIFICACIÓN 20%	189.9	0.286
DOSIFICACIÓN 30%	220.5	0.149
DOSIFICACIÓN 40%	161.4	0.284

Fuente: Elaboración propia.

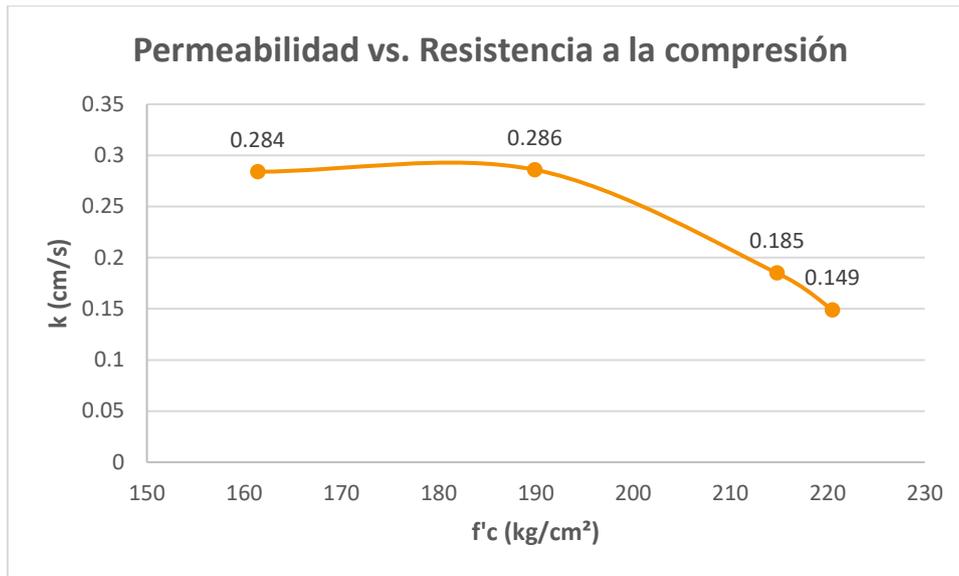


Figura 19. Valores de relación de permeabilidad vs. resistencia a la compresión a los 28 días de edad con las dosificaciones del diseño patrón, agregado reciclado de 20%, 30% y 40%

En la tabla 11 y figura 19, se observan los valores del ensayo de permeabilidad a los 28 días de edad en relación versus los valores de resistencia a la compresión, en el cual se ensayan 4 probetas, siendo éstas 1 de diseño patrón y 1 por cada dosificación de 20%, 30% y 40% de residuos de construcción y demolición que sustituyen al agregado grueso. En la figura 19, se visualizan los valores promedios del coeficiente de permeabilidad por el cuál en el diseño patrón obtenemos un coeficiente de permeabilidad de 0.185cm/s y una resistencia a la compresión de 214.8kg/cm², en el diseño con el 20% de residuos de construcción y demolición contamos con un coeficiente de permeabilidad de 0.286cm/s y una resistencia a la compresión de 189.9kg/cm², por su lado, en el diseño con el 30% de agregado reciclado tenemos un coeficiente de permeabilidad de 0.149cm/s y una resistencia a la compresión de 220.5kg/cm², por último, en la dosificación con el 40% de agregado reciclado se tiene un coeficiente de permeabilidad de 0.284cm/s y una resistencia de 161.4kg/cm², observando que a mayor resistencia a la compresión de las probetas, el coeficiente de permeabilidad “k” es menor, siendo una tendencia a disminuir su permeabilidad pero obteniendo mayor resistencia.

V. DISCUSIÓN

Objetivo específico 1: Determinar la influencia de los residuos de construcción y demolición en la resistencia a la compresión en las propiedades del concreto poroso en pavimentos expuestos a lluvias Piura 2021.

Por su lado, Gallo y Posada (2017), en su investigación, nos mencionan que la resistencia a la compresión que obtuvieron como resultados en la mezcla de un pavimento poroso con el 25% de material reciclado fue de 167.34kg/cm², por su lado en la mezcla con el 50% de material reciclado fue de 102.58kg/cm² y por último en la mezcla con el 100% de material natural fue de 111.96kg/cm², demostrando que el valor de la mezcla con el 25% de material reciclado tiene influencia de aumentar la resistencia a la compresión. En el presente proyecto de investigación observamos que la resistencia a la compresión en la mezcla del diseño patrón es de 214.8kg/cm², con el 20% de agregados reciclados (residuos de construcción y demolición) es de 189.9kg/cm², en la mezcla con el 30% es de 220.5kg/cm² y en la mezcla con el 40% es de 161.4kg/cm², demostrando que en la mezcla con el 30% de agregados reciclados, tiene valores altos con respecto al diseño patrón, cabe mencionar que estos resultados son de los 28 días de edad, por ello, se concuerda con los investigadores ya antes mencionados al decir que los residuos de construcción influyen aumentando la resistencia a la compresión de un concreto poroso.

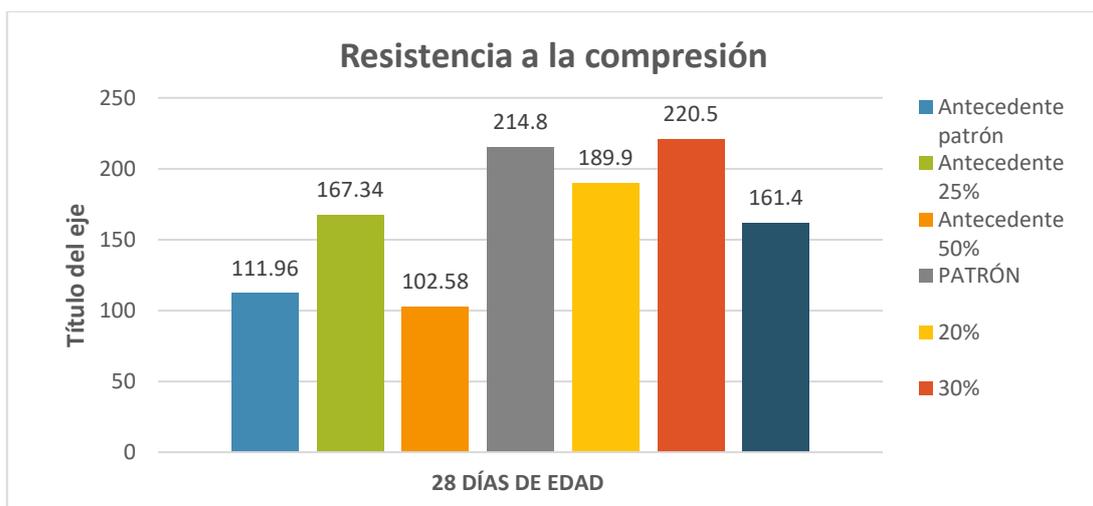


Figura 20. Valores de resistencia a la compresión comparando resultados de antecedente con el presente proyecto de investigación

Por otro lado, Velez (2018), en su investigación precisa que la resistencia a la compresión a los 28 días de edad en un concreto poroso convencional es de 160.95kg/cm², relativamente estando entre los parámetros de un diseño en concreto poroso, en la siguiente mezcla que realizó, incorporó aditivo el cual la resistencia a la compresión fue de 204kg/cm², detallando que aumentó un 25% más de resistencia. En la presente investigación podemos detallar que se utilizó aditivo plastificante sika cem, el cual se obtuvieron óptimos resultados de resistencia a la compresión en diferentes dosificaciones como el diseño patrón, 20%, 30% y 40% reemplazando el agregado grueso por residuos de construcción, teniendo como resultados 214.8kg/cm², 189.9kg/cm², 220.5kg/cm² y 161.4kg/cm², respectivamente, por ello se concuerda con el autor anterior al decir que un plastificante aumenta la resistencia del concreto poroso, pero por su lado se demostró que la adición de los residuos de construcción y demolición aumentan aún más los resultados a compresión.

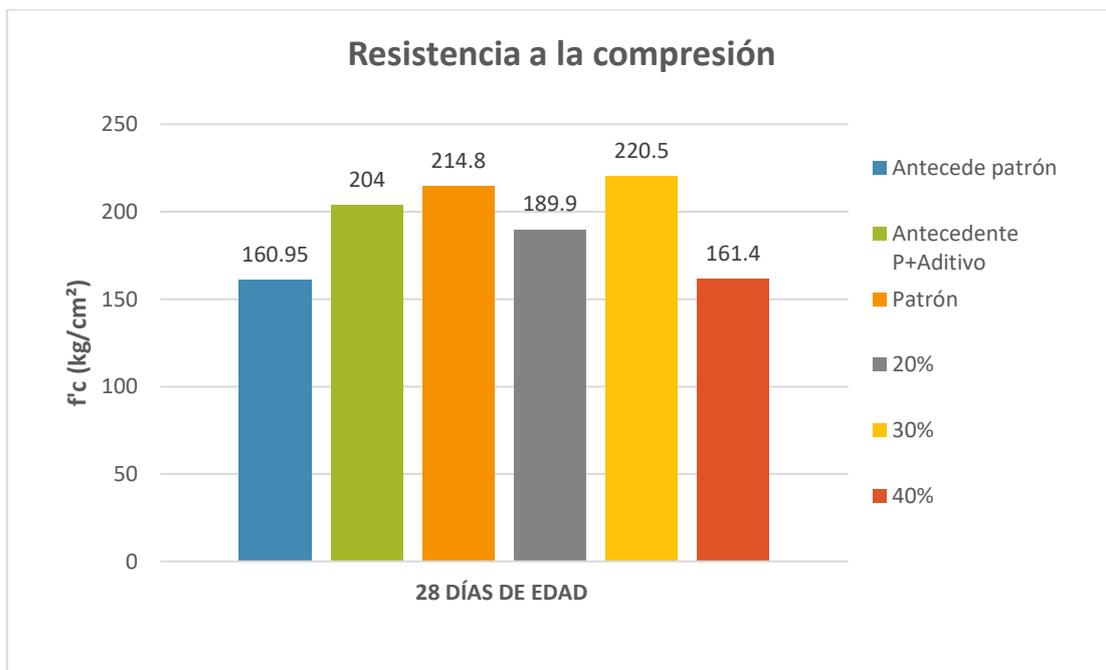


Figura 21. Valores de resistencia a la compresión a los 28 días del antecedente vs. presente proyecto de investigación

Objetivo específico 2: Determinar el efecto que producen los residuos de construcción y demolición en la resistencia a la flexión en las propiedades del concreto poroso en pavimentos expuestos a lluvias Piura 2021.

Por su lado, Amorós y Bendezú (2019), en su investigación nos precisa que la resistencia a la flexión (módulo de rotura) obtenidos en el día 28 de edad fue de 41.73kg/cm² el cual indican que supera el mínimo de un pavimento rígido según la norma técnica de pavimentos urbanos. En la presente investigación podemos indicar que el módulo de rotura obtenido a los 28 días de edad en un diseño patrón fue de 36.3kg/cm², en la dosificación del 20% de agregado reciclado fue de 34.74kg/cm², en la dosificación con el 30% fue de 37.93kg/cm² y en la dosificación de 40% fue de 27.2kg/cm², argumento que las dosificaciones con el diseño patrón, 20% y 30% están dentro de los parámetros según el ASTM para concreto permeable, que nos indica estar en un intervalo de 10.20kg/cm² a 38.75kg/cm², el cual, los residuos de construcción y demolición tienen una influencia de aumentar o mantener en un nivel óptimo a la resistencia por flexión, por ello se concuerda con los autores ya antes mencionados por considerar una resistencia superior y darle un valor mejorado al módulo de rotura (resistencias a la flexión) en un concreto poroso.

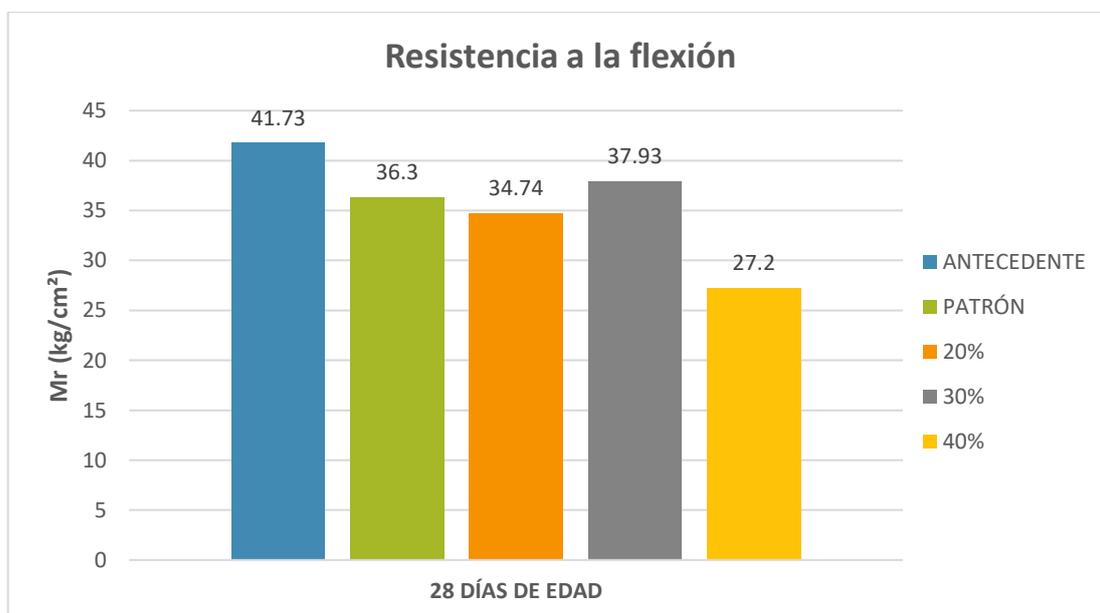


Figura 22. Valores de resistencia a la flexión a los 28 días del antecedente vs. presente proyecto de investigación

Por otro lado, Runshu y Tao (2018), en su investigación nos dicen que la resistencia a la flexión que ellos obtuvieron en un concreto poroso con 15% de vacíos a los 28 días de edad fue de 16.32kg/cm² el cual indicaron que los resultados fueron óptimos al tener menos porcentaje de vacíos ya que fue la mayor resistencia a la flexión obtenida en esa investigación. En la investigación actual, es válido mencionar que el diseño de mezcla tuvo un 15% de vacíos, el cual nos brindó los siguientes datos de Mr a los 28 días de edad, en el diseño patrón 36.3kg/cm², en la dosificación del 20% de agregado reciclado (concreto y ladrillo) fue de 34.74kg/cm², en el de 30% fue de 37.93kg/cm² y en el de 40% fue de 27.2kg/cm², por ello se concuerda con los autores ya antes mencionados por mencionar que la resistencia a la flexión depende del porcentaje de vacíos que presenta el concreto poroso, por otro lado, cabe precisar que en la presente investigación, los residuos de construcción y demolición (concreto y ladrillo), influenciaron positivamente en la resistencia a la flexión, demostrando mayor valores en referencia al antecedente mencionado.

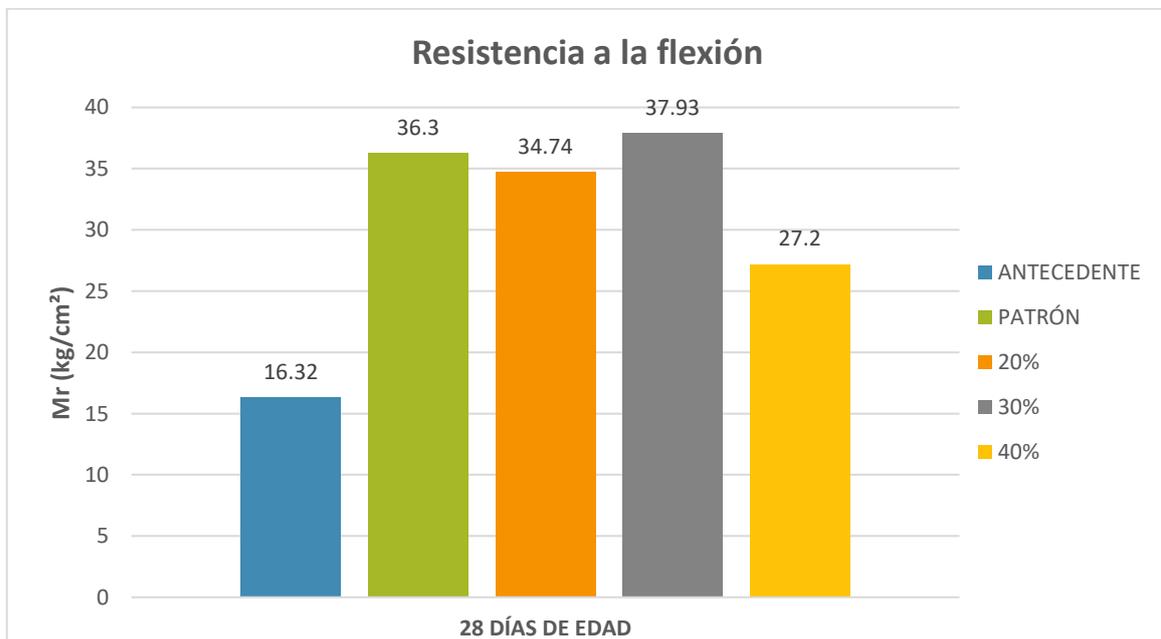


Figura 23. Valores de resistencia a la flexión a los 28 días de edad, antecedente vs. proyecto de investigación

Objetivo específico 3: Determinar la influencia de los residuos de construcción y demolición en el ensayo de permeabilidad en las propiedades del concreto poroso en pavimentos expuestos a lluvias Piura 2021.

Por su lado, Gallo y Posada (2017), nos dicen que en su investigación el ensayo para determinar el coeficiente de permeabilidad les dio como resultado en un diseño con el 100% de agregado natural 0.118cm/s, en el diseño con el 25% de agregado reciclado fue de 0.196cm/s y en el diseño con el 50% de agregado reciclado fue de 0.376cm/s demostrando que a mayor resistencia a la compresión menor es el coeficiente de permeabilidad. En la presente investigación, el coeficiente de permeabilidad en el diseño patrón fue de 0.185cm/s, en el diseño con el 20% de agregado reciclado fue de 0.286cm/s, en el diseño con el 30% fue de 0.149cm/s y en el diseño con el 40% fue de 0.284cm/s, por ello se concuerda con los autores ya mencionados por afirmar que a mayor resistencia a la compresión presentada, menor es la permeabilidad, a ello se añade la incorporación de agregado reciclado que permite manejar un diseño con mayor porcentaje de vacíos y así mismo tener mayor coeficiente de permeabilidad.

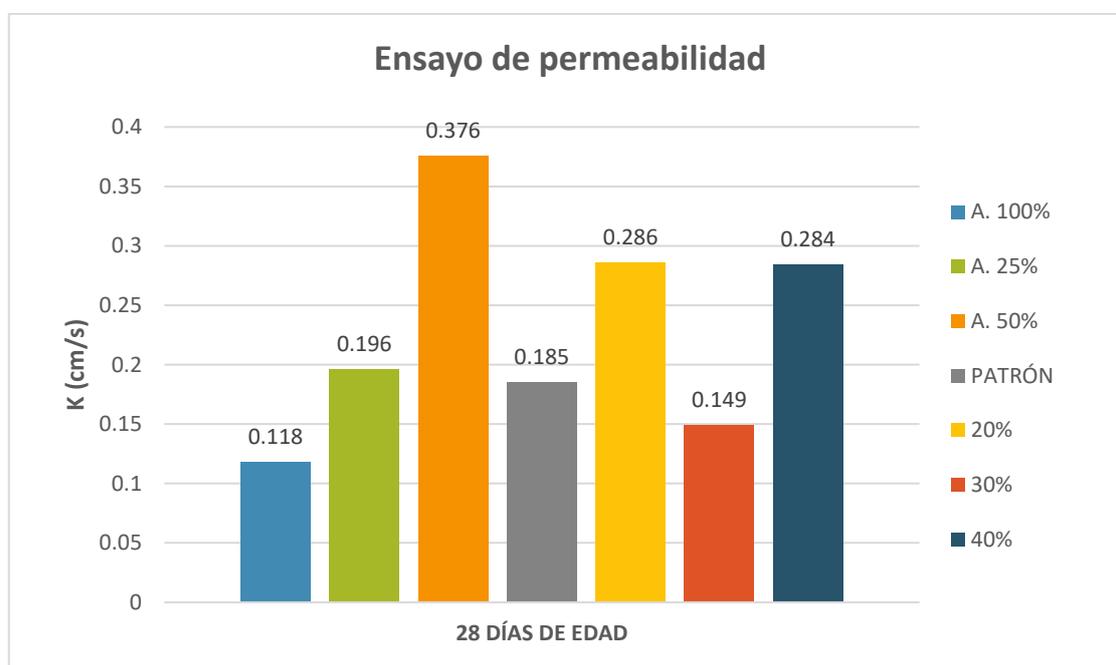


Figura 24. Valores de permeabilidad a los 28 días de edad, antecedente vs. proyecto de investigación

VI. CONCLUSIONES

Primero: En la presente investigación, se determinó la influencia que tienen los residuos de construcción y demolición en la resistencia a la compresión en las propiedades del concreto poroso, por lo que se concluye que la mayor resistencia a la compresión en un concreto poroso se obtuvo en el diseño de mezcla con el 30% de agregado reciclado (concreto y ladrillo) en reemplazo del agregado grueso, teniendo una resistencia de 220.5kg/cm^2 , el cual influye favorablemente en la resistencia a la compresión. Sin embargo se determinó que el diseño de mezcla con el 40% de agregado reciclado en reemplazo del agregado grueso tuvo una resistencia de 161.4kg/cm^2 el cual influye en disminuir la resistencia a la compresión en un concreto poroso.

Segundo: Se determinó el efecto que producen los residuos de construcción y demolición en la resistencia a la flexión en las propiedades del concreto poroso, concluyendo que la mayor resistencia a la flexión obtenida en los ensayos fue en el diseño de mezcla con el 30% de agregado reciclado en reemplazo al agregado grueso pétreo, teniendo un módulo de rotura de 37.93kg/cm^2 , el cual en comparación al módulo de rotura obtenido en el diseño patrón, influye ligeramente y favorable en la resistencia a la flexión. Sin embargo, el diseño con el 20% de agregado reciclado muestra un acercamiento no superior al del diseño patrón.

Tercero: Se determinó la influencia de los residuos de construcción y demolición en el ensayo de permeabilidad en las propiedades del concreto poroso, para luego concluir que el mayor coeficiente de permeabilidad se dio en el diseño con el 20% de agregado reciclado en reemplazo al agregado grueso, teniendo un coeficiente de permeabilidad de 0.286cm/s y un tiempo de 48s, en el diseño de mezcla con el 40% de agregado reciclado, se obtuvo un coeficiente de permeabilidad de 0.284cm/s y un tiempo de 50s, el cual queda demostrado que a menor resistencia a la compresión, el "k" es mayor, por otro lado comparando con el diseño patrón se concluye que los residuos de construcción y demolición influyen favorablemente en el ensayo de permeabilidad.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda que al implementar algún tipo de material reciclado, se tenga en cuenta que el material no genere o cumpla la función de agregado fino ya que esto no favorece al concreto poroso porque obstruiría los vacíos y este tipo de concreto se caracteriza por su alto porcentaje de vacíos.

Por otro lado, se recomienda el uso de plastificantes porque esto ayuda a reducir la cantidad de agua y así evitar algún tipo de asentamiento en el fondo de las muestras, para tener el moldeado y diseño de un concreto poroso con un mínimo de 15% de vacíos considerando que se quiere tener un pavimento drenante.

Tener en cuenta el tamaño de la grava a utilizar en la mezcla, si se considera una grava mínima de 3/8" se tendrá mejores resultados en la resistencia ya que tiene menos porcentaje de vacíos pero la permeabilidad será mínima, mientras que al utilizar grava de 3/4" se tendrá mejor resultado en la permeabilidad pero tendrá mas vacíos y por ende la resistencia a la compresión será menor, por ello se brindaría la opción de utilizar grava de 1/2".

Algo muy importante es el compactado adecuado el cual no llegue a reducir el porcentaje de vacíos, podría utilizarse el pisón, esto ayudaría que el concreto poroso tenga un acabado y adherencia de las gravas dando uniformidad en relación a los vacíos.

Es necesario considerar un curado a temperatura ambiente ya que esto permitiría que el concreto poroso a través de sus vacíos tenga una propia hidratación, por lo contrario si se sumerge en agua como un concreto convencional, podría afectar algunas características que tiene este concreto drenante.

Por último, antes de ensayar las probetas, se recomienda poner un capeado, ya sea de cemento, cal y agua o la que mejor parezca, para que permita tener una superficie lisa, esto con la finalidad de que el equipo de prensa hidráulica transmita

la carga uniformemente a la probeta a ensayar y así se evite la rotura o falla temprana.

REFERENCIAS

- ALZATE, Alejandro. Diagnóstico y propuesta de manejo, control y caracterización de los RCD (residuos de construcción y demolición) en el Municipio de Dosquebradas, Risaralda. Tesis (Ingeniero Civil). Risaralda: Universidad Libre de Pereira, 2018. 87pp.
- AMORÓS, Carlos y BENDEZÚ, José. Diseño de mezcla de concreto permeable para la construcción de la superficie de rodadura de un pavimento de resistencia 210 kg/cm². Tesis (Ingeniero Civil). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2019. 128pp.
- AZAD, Armin. Application of porous concrete containing adsorbent as a new approach in improving the quality of urban runoff. Maestría (Ingeniero Civil). Semnan: Semnan University, 2017. 104pp.
- BONO, Roser. Diseños cuasi-experimentales y longitudinales. Investigación. Barcelona: Universidad de Barcelona, 2012. 86pp.
- BORJA, Manuel. Metodología de la investigación científica para ingenieros. [En línea]. 2012. [Citado el: 15 de Mayo de 2021.] Disponible en: <http://hdl.handle.net/2445/30783>
- CABELLO, Sandra, y otros. Concreto poroso: constitución, variables influyentes, y protocolos para su caracterización. Cumbres: Revista científica. pp64 – 69, 2015. Disponible en: <https://doi.org/10.48190/cumbres.v1n1a9>
- CANTONI, Nérida. *Técnicas de muestreo y determinación del tamaño de la muestra en investigación cuantitativa*. 2^a ed. Argentina: s.n., 2009. ISBN: 1669-1555.
- CASTAÑO, Jesús, y otros. *Gestión de residuos de construcción y demolición (RCD) en Bogotá: perspectivas y limitantes*. Tecnura: Vol. 17, No. 38, pp. 121-129, 2013. ISSN: 2248-7638.
- CEDEX. Catálogo de residuos utilizables en construcción. Residuos de construcción y demolición: 1^a ed., pp. 54. Disponible en: <http://www.cedexmateriales.es/catalogo-de-residuos/35/>
- CEMEX. ¿Por qué se determina la resistencia a la compresión en el concreto? Artículos de construcción: 1^a ed., pp. 2.

- Disponible en: <https://www.cemex.com.pe/-/por-que-se-determina-la-resistencia-a-la-compresion-en-el-concreto->
- DARÍO, Jessica. Iniciándonos en el mundo de la investigación. Investigación (Cátedra). Argentina: Universidad de Buenos Aires, 2014. 26pp.
- DÍAZ, Luis. Aprovechamiento de los residuos de construcción y demolición (RCD) en la elaboración de concretos en Colima Villa de Álvarez. Tesis (Maestro de Arquitectura). México: Instituto Tecnológico de Colima, 2018. 76pp.
- ESTELA, María. Investigación no experimental. Conceptos: última ed. Disponible en: <https://concepto.de/investigacion-no-experimental/>
- FLORES, Judith. Propuesta de una metodología para la disposición final sostenible de los residuos sólidos de construcción y demolición generados en el distrito de Huaraz, 2016. Tesis (Ingeniero Ambiental). Huaraz: Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo, 2019. 133pp.
- GALLO, Criss y POSADA, Edison. Diseño de un pavimento en concreto poroso con adición de agregados de concreto reciclado para la construcción de un modelo a escala. Tesis (Ingeniero Civil). Bogotá: Universidad de Salle, 2017. 255pp.
- GARCÍA, Sergio. La Validez y la Confiabilidad en la Evaluación del Aprendizaje desde la Perspectiva Hermenéutica. *Rev. Ped* [online]. 2002, vol.23, n.67 [citado 2021-05-15], pp.297-318. Disponible en: <http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-97922002000200006&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0798-9792.
- GONZÁLES, Juan. Construcción y tecnología en concreto. México: Vol. 9, No. 11, 2020.
- GUARÍN, Nataly, y otros. *Estudio comparativo en la gestión de residuos de construcción y demolición en Brasil y Colombia*. Bogotá: Revista científica, 2016. 14pp.
- GUISADO, Agneth y CURI, Elvis. Evaluación del concreto permeable como una alternativa para el control de las aguas pluviales en vías locales y pavimentos especiales de la costa noreste del Perú. Tesis (Ingeniero Civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2017. 121pp.
- LEIVA, Michael y PALOMINO, Braham. Evaluación comparativa de la permeabilidad, resistencia a la compresión del concreto poroso elaborado

con cemento IP y agregado de 1/2", 3/8" y 1/4" de las canteras de Machupicchu, Abril y Huillque. Tesis (Ingeniero Civil). Cusco: Universidad Andina del Cusco, 2016. 325pp.

LÓPEZ, Jesús, VELÁSQUEZ, Jesús y LÓPEZ, Edna. Problema de gestión en el aprovechamiento de residuos de la construcción y de la demolición (RCD) para la elaboración de elementos constructivos de la vivienda. [En Línea]. 2016. [Citado el: 30 de Mayo de 2021.] Disponible en: <http://www.cienciacierta.uadec.mx/2016/03/21/problema-de-gestion-en-el-aprovechamiento-de-residuos-de-la-construccion-y-de-la-demolicion-rcd-para-la-elaboracion-de-elementos-constructivos-de-la-vivienda/>
ISSN: 2683-1848.

LÓPEZ, Pedro. *Población muestra y muestreo*. Bolivia: Punto cero. [En línea]. 2004. Vol. 09, n. 08 [citado 10 de Junio de 2021], pp. 69-74. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-02762004000100012&lng=es&nrm=iso
ISSN: 1815-0276.

MASÍAS, Kimberly. Resistencia a la flexión y tracción en el concreto usando ladrillo triturado como agregado grueso. Tesis (Ingeniero Civil). Piura: Universidad de Piura, 2018. 119pp.

MAYA, Esther. *Métodos y técnicas de investigación. Una propuesta ágil para la presentación de trabajos científicos en las áreas de arquitectura, urbanismo y disciplinas afines*. 1ª ed. México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2014.
ISBN: 978-97032-5432-3

MEDINA, Jordy. Caracterización de los residuos sólidos generados en la obra de creación e implementación de laboratorios de simulación contable en la etapa de construcción. Tesis (Ingeniero Ambiental). Tingo María: Universidad Nacional Agraria de la Selva, 2018. 78pp.

MEJÍA, Tatiana. Investigación descriptiva: características, técnicas, ejemplos. [En línea]. 2020. [Citado el: 05 de Junio de 2021] Disponible en: <https://www.lifeder.com/investigacion-descriptiva/>

MERCANTE, Irma. *Caracterización de residuos de la construcción. Aplicación de los índices de generación a la gestión ambiental*. Argentina: Revista científica

de UCES. Vol. 11, n. 2, pp. 86-109, 2007. Disponible en:
<http://dspace.uces.edu.ar:8180/xmlui/handle/123456789/152>

ISSN: 1514-9358

MINAM. Plan Nacional de gestión integral de residuos sólidos 2016 – 2024. Perú:
Plan de Gestión, 2016. 80pp.

Ministerio de Transporte y Comunicaciones. Ensayo de materiales. Lima: 2016,
1272pp.

Ministerio de Vivienda. Decreto Supremo que modifica el reglamento para la
gestión y manejo de los residuos de las actividades de la construcción y
demolición. Lima: Decreto Supremo, 2016. 30pp.

MONERCILLO, Belén; DE SANTOS, David y GARCÍA, Augusto. *Gestión de
residuos en las obras de construcción y demolición*. 2ª ed. España:
Tornapunta Ediciones, 2011.

ISBN: 978-84-15205-28-9

MTC. Manual de ensayo de materiales. Lima: 2016, 1272pp.

NIETO, Diego, FLORES, Maryorit y GALINDEZ, Alejandro. Uso de pavimento
poroso para el drenaje de aguas pluviales en las vías principales de
comunicación terrestre en Huancayo. Redacción científica y académica. 9pp,
2018.

NRMCA. CIP 16 – Resistencia a la flexión del concreto. El concreto en la práctica.
2pp. 2017.

PINTO, Manuel, CARRASCO, Clara y CABALLERO, Karen. Estudio experimental
del concreto poroso con la incorporación de distintas granulometrías. Ciencia
y Tecnología del Concreto. [En Línea]. 2018. [Citado el: 20 de Mayo de 2021]
Disponible en: <https://doi.org/10.33412/idt.v14.2.2074>

QUIROZ, Rosalía. La infracción al derecho de autor y el rol de Indecopi en su
prevención. Tesis (Derecho). Lima: Universidad Nacional Mayor de San
Marcos, 2003. 366pp.

RODRIGUEZ, Ernesto. *Metodología de la investigación. La creatividad, el rigor del
estudio y la integridad son factores que transforman al estudiante en un
profesionista de éxito*. 1ª ed. México: Textos de enseñanza de ingeniería,
2005.

ISBN: 968-5748-66-7

- RUNSHU, Hao y TAO, Yang. Optimum Design and Performance of Porous Concrete for Heavy-Load Traffic Pavement in Cold and Heavy Rainfall Region of NE China. China: Artículo científico. 2018. 15pp. Disponible en: <https://doi.org/10.1155/2018/7082897>
- SABINO, Carlos. El proceso de investigación. Obra. Venezuela: Ed. Panapo, 2016. 171 pp.
- SANCHEZ, Nick. Reutilización de residuos de construcción y demolición (RCD) en la industria de la construcción. Grado (Gerente de Proyectos). Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada, 2020. 10pp. Disponible en: <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/36112/SanchezPachecoNickBrian2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- SILVA, Omar. Infraestructura sostenible: propiedades y ventajas del concreto permeable. Argos 360.10pp, 2020. Disponible en: <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/infraestructura-sostenible-ventajas-del-concreto-permeable>
- TAPIAS, Jimmy. Guía de intervención sostenible de los residuos de la construcción. Monografía (Arquitecto). Bucaramanga: Universidad Santo Tomas, 2017. 62pp.
- VELEZ, Arturo. Diseño de hormigones porosos para parques automotores de la cantera San Luis de la ciudad de Pasaje. Tesis (Ingeniero Civil). Machala: Universidad Académica de Ingeniería Civil, 2018. 63pp.
- VÉLEZ, Ligia. *Permeabilidad y porosidad en concreto*. Redacción científica, 2010. pp. 169-187.
ISSN: 0123-7799.
- WATANABE, Bruno, TADEU, José y POSSER, Andréia. Análise da capacidade de infiltração em pavimento permeável de bloco de concreto unidirecionalmente articulado. Laboratório de Mecânica de Pavimentos, 2017. Disponível em: DOI:10.14295/transportes.v25i3.1314
- YNOUB, Roxana. *El proyecto y la metodología de la investigación*. 1ª ed. Buenos Aires: Sengage Learning, 2007.
ISBN: 978-987-1486-55-7

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

Matriz de operacionalización de variables

Título: IMPLEMENTACIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO POROSO EN PAVIMENTOS EXPUESTOS A LLUVIAS PIURA, 2021

Autor: JHONN JAIRO ZAPATA HIDALGO

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable Independiente: RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN	Se les llama así a los residuos sólidos, por lo que estas son generadas a raíz de las actividades de procesos de construcciones, demoliciones, remodelaciones o restauraciones que provienen de infraestructuras	La implementación de los RCD tiene como dimensiones los residuos de concreto y ladrillo el cual con el respectivo ensayo granulométrico se obtendrá, para la conveniencia de la investigación, la grava de 3/4" para conseguir una dosificación empleando el 20, 40 y 60% de material reciclado	Componentes de los residuos: concreto y ladrillo	Granulometría 3/4" – 3/8"	RAZÓN
			Porcentaje de residuos	20%	
				30%	
				40%	
Variable Dependiente: PROPIEDADES DEL CONCRETO POROSO	Se le llama concreto poroso a un tipo especial de concreto de grado alto de porosidad ya que sus principales características son el permitir el libre paso del agua a través de su estructura porosa, gracias a esto se le considera como material de construcción sustentable. Su ideal son las agua. Entre sus principales propiedades están la densidad, la resistencia a la compresión, la resistencia a la flexión y la permeabilidad	Las propiedades del concreto poroso se caracterizan por su alta resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y permeabilidad, es por eso que se realizarán ensayos poniendo a prueba a las probetas cilíndricas para la resistencia a la compresión, secciones de vigas para la resistencia a la flexión y por último testigos cilíndricos para la permeabilidad, obteniendo grandes resultados	Resistencia a la compresión	Ensayo de probetas cilíndricas a los 7 días	RAZÓN
				Ensayo de probetas cilíndricas a los 14 días	
				Ensayo de probetas cilíndricas a los 28 días	
			Resistencia a la flexión	Módulo de rotura	
			Ensayo de permeabilidad	Ensayo de pavimento drenante	

Anexo 2. Matriz de consistencia

Matriz de consistencia

Título: IMPLEMENTACIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO POROSO EN PAVIMENTOS EXPUESTOS A LLUVIAS PIURA, 2021

Autor: JHONN JAIRO ZAPATA HIDALGO

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variable Independiente	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
Problema General:	Objetivo general:	Hipótesis general:				
¿Cómo influyen los residuos de construcción y demolición en las propiedades del concreto poroso en pavimentos expuestos a lluvias Piura 2021?	Determinar la influencia de los residuos de construcción y demolición en las propiedades del concreto poroso en pavimentos expuestos a lluvias Piura 2021	Los residuos de construcción y demolición influyen favorablemente en las propiedades del concreto poroso en pavimentos expuestos a lluvias Piura 2021	RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN	Componentes de los residuos: concreto y ladrillo	Granulometría 3/4" - 3/8"	Equipos de laboratorio, ficha de laboratorio. ASTM-C136
				Porcentaje de residuos	20% 30% 40%	Balanza
Problemas Específicos:	Objetivos específicos:	Hipótesis específicas:	Variable Dependiente	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
¿Cómo influyen los residuos de construcción y demolición en la resistencia a la compresión en las propiedades del concreto poroso en pavimentos expuestos a lluvias Piura 2021?	Determinar la influencia de los residuos de construcción y demolición en la resistencia a la compresión en las propiedades del concreto poroso en pavimentos expuestos a lluvias Piura 2021	Los residuos de construcción y demolición influyen en la resistencia a la compresión en las propiedades del concreto poroso en pavimentos expuestos a lluvias Piura 2021	PROPIEDADES DEL CONCRETO POROSO	Resistencia a la compresión	Ensayo de probetas cilíndricas a los 7, 14 y 28 días	MTC E 704, ASTM-C39
¿Qué efecto producen los residuos de construcción y demolición en la resistencia a la flexión en las propiedades del concreto poroso en pavimentos expuestos a lluvias Piura 2021?	Determinar el efecto que producen los residuos de construcción y demolición en la resistencia a la flexión en las propiedades del concreto poroso en pavimentos expuestos a lluvias Piura 2021	Los residuos de construcción y demolición influyen en la resistencia a la flexión en las propiedades del concreto poroso en pavimentos expuestos a lluvias Piura 2021		Resistencia a la flexión	Módulo de rotura a los 7, 14 y 28 días	MTC E 709, ASTM-C78
¿De qué manera influyen los residuos de construcción y demolición en el ensayo de permeabilidad en las propiedades del concreto poroso en pavimentos expuestos a lluvias Piura 2021?	Determinar la influencia de los residuos de construcción y demolición en el ensayo de permeabilidad en las propiedades del concreto poroso en pavimentos expuestos a lluvias Piura 2021	Los residuos de construcción y demolición influyen en el ensayo de permeabilidad en las propiedades del concreto poroso en pavimentos expuestos a lluvias Piura 2021		Ensayo de permeabilidad	Ensayo de pavimento drenante	MTC E 516, ACI 522R

Anexo 3. Instrumentos de recolección de datos

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO GRUESO

Solicita: ZAPATA HIDALGO JHONN JAIRO
Proyecto: Implementación de los residuos de construcción y demolición en las propiedades del concreto poroso en pavimentos expuestos a lluvias Piura, 2021

Ubicación:

Fecha de recepción:

Fecha de Emisión:

Informe:

Especificaciones: Los ensayos responden a la normativa ASTM C136

Malla	Abertura de malla (mm)	Peso reten. (gr.)	% retenido	% retenido acumulado	% que pasa
3"					
2 1/2"					
2"					
1 1/2"					
3/4"					
1/2"					
3/8"					
N°4					
TOTAL					


CARMEN BEATRIZ
RODRIGUEZ SOLIS
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 50202

FIRMA


Mg. Benjamin López Cahuaza
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 73365

FIRMA


YSABEL MARILU ESCORZA VELASQUEZ
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 82104

FIRMA

ANALISIS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Solicita: ZAPATA HIDALGO JHONN JAIRO

Proyecto: Implementación de los residuos de construcción y demolición en las propiedades del concreto poroso en pavimentos expuestos a lluvias Piura, 2021

Ubicación:

Fecha de moldeado:

Fecha de ensayo:

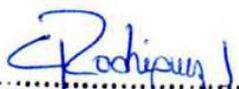
Informe:

Resistencia a la compresión a los 7 días de curado								
Tipo de muestra	Fecha de ensayo	Edad	Dimensión (cm.)			Carga kg.	Resistencia kg/cm ²	Luz libre de apoyo (cm)
			B	A	L			
Resistencia promedio probeta								

Resistencia a la compresión a los 14 días de curado								
Tipo de muestra	Fecha de ensayo	Edad	Dimensión (cm.)			Carga kg.	Resistencia kg/cm ²	Luz libre de apoyo (cm)
			B	A	L			
Resistencia promedio probeta								

Resistencia a la compresión a los 28 días de curado								
Tipo de muestra	Fecha de ensayo	Edad	Dimensión (cm.)			Carga kg.	Resistencia kg/cm ²	Luz libre de apoyo (cm)
			B	A	L			
Resistencia promedio probeta								

Especificaciones: Los ensayos responden a la normativa ASTM C39


 CARMEN BEATRIZ
 RODRIGUEZ SOLIS
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP N° 50202

FIRMA


 Mg. Benjamín López Cahuaza

 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. N° 73365

FIRMA


 YSABEL MARILU ESCORZA VELASQUEZ
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 82104

FIRMA

INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS

ANALISIS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

Solicita: ZAPATA HIDALGO JHONN JAIRO

Proyecto: Implementación de los residuos de construcción y demolición en las propiedades del concreto poroso en pavimentos expuestos a lluvias Piura, 2021

Ubicación:

Fecha de moldeado:

Fecha de ensayo:

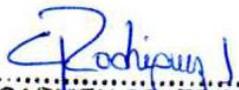
Informe:

Resistencia a la flexión a los 7 días de curado								
Tipo de muestra	Fecha de ensayo	Edad	Dimensión (cm.)			Carga kg.	Resistencia kg/cm ²	Luz libre de apoyo (cm)
			B	A	L			
Resistencia promedio de viga								

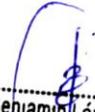
Resistencia a la flexión a los 14 días de curado								
Tipo de muestra	Fecha de ensayo	Edad	Dimensión (cm.)			Carga kg.	Resistencia kg/cm ²	Luz libre de apoyo (cm)
			B	A	L			
Resistencia promedio de viga								

Resistencia a la flexión a los 28 días de curado								
Tipo de muestra	Fecha de ensayo	Edad	Dimensión (cm.)			Carga kg.	Resistencia kg/cm ²	Luz libre de apoyo (cm)
			B	A	L			
Resistencia promedio de viga								

Especificaciones: Los ensayos responden a la normativa ASTM C78


 CARMEN BEATRIZ
 RODRIGUEZ SOLIS
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP N° 50202

FIRMA


 Mg. Benjamín López Cahuaza
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. N° 73365

FIRMA


 YSABEL MARILU ESCORZA VELASQUEZ
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 82104

FIRMA

INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS

PRUEBA PARA DETERMINAR EL COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD - TESTIGO CILINDRICO DE CONCRETO ACI 522-R

Solicita: ZAPATA HIDALGO JHONN JAIRO
 Proyecto: Implementación de los residuos de construcción y demolición en las propiedades del concreto poroso en pavimentos expuestos a lluvias Piura, 2021

Ubicación:
 Fecha de moldeado:
 Fecha de ensayo:
 Informe:

$$k = \frac{L}{t} \times \frac{A}{a} \times \ln \frac{h_1}{h_2}$$

- k = Coeficiente de Permeabilidad
- L = Longitud de la Muestra
- A = Área de la Muestra
- a = Área de Tubería de Carga
- t = Tiempo que tarda en pasar de h1 hasta h2
- h1 = Altura de agua medida por la parte superior de la muestra
- h2 = Altura de tubería de salida de agua

Coeficiente de permeabilidad (20% de RCD)								
Descripción	L (cm)	A (cm 2)	a (cm 2)	h1 (cm)	h2 (cm)	t (seg)	Ln (h1/h2)	k (cm/seg)
Concreto permeable - Diámetro de 3/4" – 3/8"								
Concreto permeable - Diámetro de 3/4" – 3/8"								
Coeficiente de permeabilidad Promedio k								

Coeficiente de permeabilidad (30% de RCD)								
Descripción	L (cm)	A (cm 2)	a (cm 2)	h1 (cm)	h2 (cm)	t (seg)	Ln (h1/h2)	k (cm/seg)
Concreto permeable - Diámetro de 3/4" – 3/8"								
Concreto permeable - Diámetro de 3/4" – 3/8"								
Coeficiente de permeabilidad Promedio k								

Coeficiente de permeabilidad (40% de RCD)								
Descripción	L (cm)	A (cm 2)	a (cm 2)	h1 (cm)	h2 (cm)	t (seg)	Ln (h1/h2)	k (cm/seg)
Concreto permeable - Diámetro de 3/4" – 3/8"								
Concreto permeable - Diámetro de 3/4" – 3/8"								
Coeficiente de permeabilidad Promedio k								


 CARMEN BEATRIZ
 RODRIGUEZ SOLIS
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP N° 50202

FIRMA


 Mg. Benjamín López Cahuaza
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. N° 73365

FIRMA


 YSABEL MARILU ESCORZA VELASQUEZ
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 82104

FIRMA

Anexo 4. Normativa

American Concrete Institute

ACI 522R “Norma de concreto permeable”

American Society for Testing and Materials

ASTM C 39 “Método de ensayo normalizado para resistencia a la compresión con especímenes cilíndricos de concreto”

ASTM C 78 “Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la flexión del concreto”

ASTM C 136 “Método de prueba estándar para análisis granulométrico de agregados finos y gruesos”

Manual de Ensayo de Materiales

MTC E 516 “Permeabilidad in situ de pavimentos drenantes”

MTC E 704 “ Resistencia a la compresión de testigos cilíndricos”

MTC E 709 “Resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo”

Anexo 5. Mapas y planos



Figura 1. Mapa político del Perú



Figura 2. Mapa político del departamento de Piura

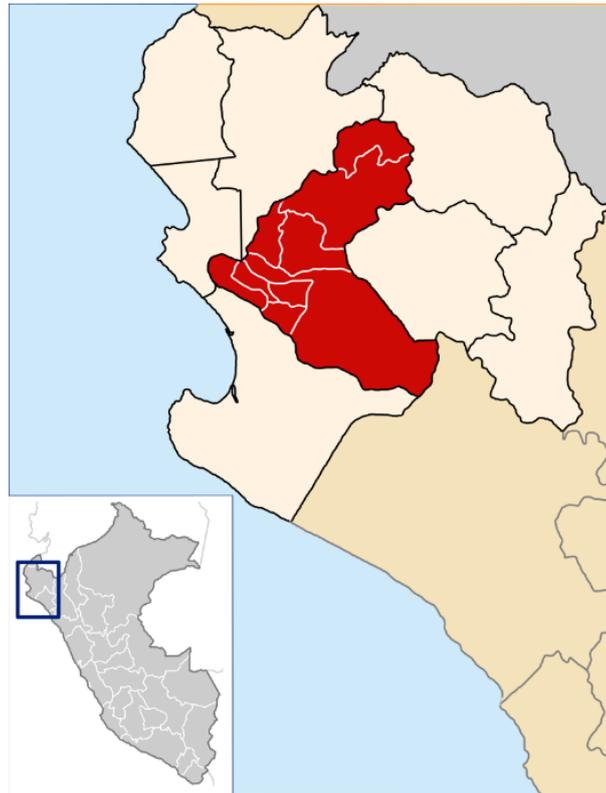


Figura 3. Mapa de la provincia de Piura



Figura 4. Mapa del distrito de Piura

Anexo 6. Panel fotográfico



Fotografía 1. Recolección de residuos de construcción y demolición



Fotografía 2. Residuos de construcción y demolición (concreto y ladrillo) de 3/8" a 3/4"



Fotografía 3. Ensayo de peso unitario del agregado grueso (suelto)



Fotografía 4. Ensayo de peso unitario del agregado grueso (compactado)



Fotografía 5. Ensayo de peso unitario del agregado fino (suelto)



Fotografía 6. Ensayo de peso unitario del agregado fino (compactado)



Fotografía 7. Ensayo de contenido de humedad en agregado grueso



Fotografía 8. Ensayo de granulometría para el agregado grueso



Fotografía 9. Colocación de la muestra del agregado grueso en el horno para el contenido de humedad



Fotografía 10. Peso específico del agregado fino (utilización del pisón)



Fotografía 11. Ensayo de peso específico para el material reciclado



Fotografía 12. Mallas para el ensayo de granulometría



Fotografía 13. Probetas en concreto poroso diseño patrón, 20%, 30%, 40%



Fotografía 14. Probetas (40 und) y vigas (24 und) encofrados para posterior ensayo



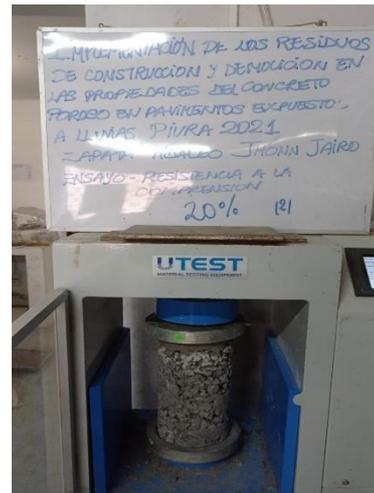
Fotografía 15. Viga en concreto poroso con implementación de residuos de construcción al 20%



Fotografía 16. Capeado de probetas en concreto poroso, listas para ser ensayadas



Fotografía 17. Probeta patrón ensayada a resistencia a la compresión



Fotografía 18. Probeta de 14 días de edad con 20% agregado reciclado lista para ensayar



Fotografía 19. Probeta de 14 días de edad con 30% de agregado reciclado lista para ensayar



Fotografía 20. Viga con 40% de agregado reciclado lista para ser ensayada



Fotografía 21. Colocación de probeta en la prensa hidráulica



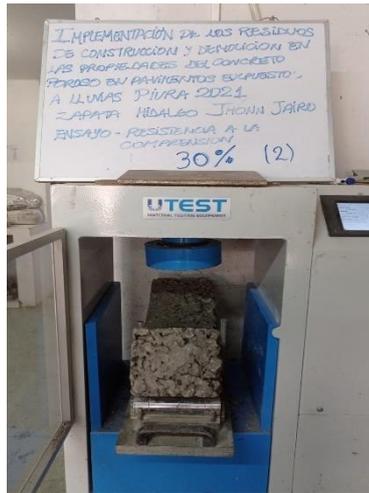
Fotografía 22. Viga ensayada a los 28 días de edad diseño patrón



Fotografía 23. Viga en prensa hidráulica lista para ser ensayada



Fotografía 24. Viga con 40% de agregado reciclado lista para ser ensayada



Fotografía 25. Viga con 30% de agregado reciclado lista para ser ensayada



Fotografía 26. Viga con 20% de agregado reciclado ensayada



Fotografía 27. Viga patrón ensaya en la prensa hidráulica



Fotografía 28. Vigas de 28 días de edad ensayadas



Fotografía 29. Equipo casero para realizar el ensayo de permeabilidad



Fotografía 30. Ensayo de permeabilidad a probeta con el 20% de agregado reciclado



Fotografía 31. Ensayo de permeabilidad en probeta con el 40% de agregado reciclado

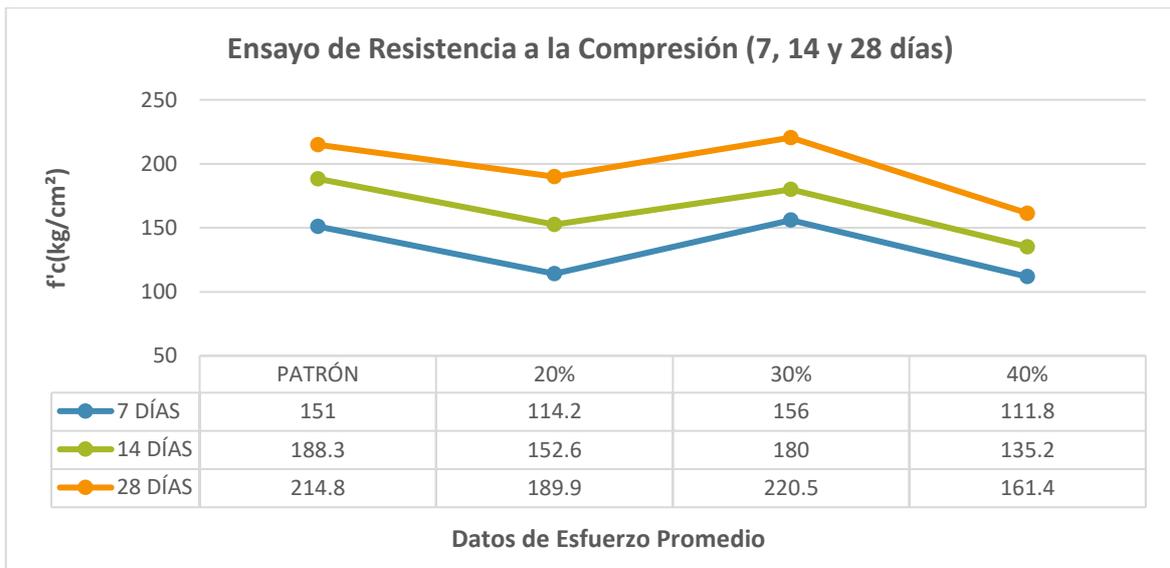


Fotografía 32. Probetas ensayadas en permeabilidad a los 28 días de edad

Anexo 7. Hojas de cálculos

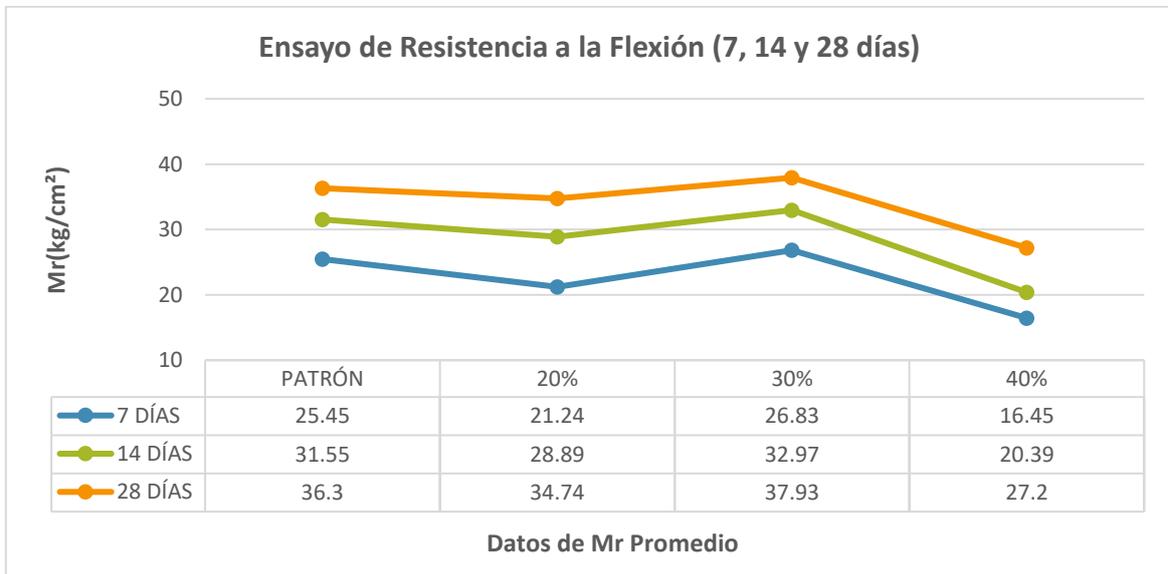
Ensayo de resistencia a la compresión

MUESTRA	f'c (kg/cm ²) - 7 días			
	A	B	C	PROMEDIO
DISEÑO PATRÓN	150.5	146.7	155.8	151.0
DOSIFICACIÓN 20%	116.8	112	113.7	114.2
DOSIFICACIÓN 30%	167.4	155.8	144.7	156.0
DOSIFICACIÓN 40%	113.5	118.2	103.6	111.8
MUESTRA	f'c (kg/cm ²) - 14 días			
	A	B	C	PROMEDIO
DISEÑO PATRÓN	189.7	186.5	188.8	188.3
DOSIFICACIÓN 20%	166.1	180.3	111.4	152.6
DOSIFICACIÓN 30%	180	183.8	176.1	180.0
DOSIFICACIÓN 40%	131.2	139.3	135.2	135.2
MUESTRA	f'c (kg/cm ²) - 28 días			
	A	B	C	PROMEDIO
DISEÑO PATRÓN	212.6	216.3	215.4	214.8
DOSIFICACIÓN 20%	189.9	186.1	193.6	189.9
DOSIFICACIÓN 30%	219.4	224.1	218	220.5
DOSIFICACIÓN 40%	161	156.5	166.5	161.4



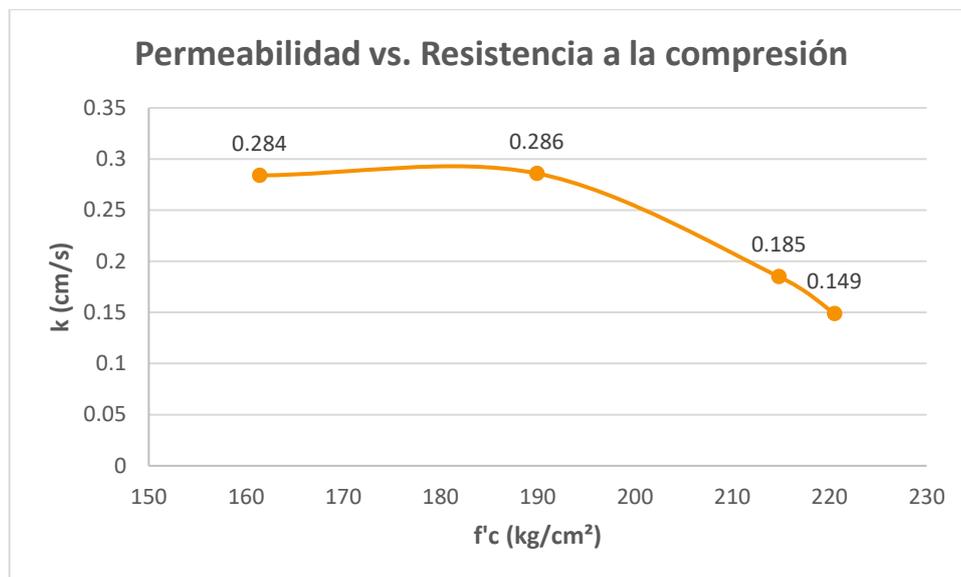
Ensayo de resistencia a la flexión

MUESTRA	Mr (kg/cm ²) - 7 días		
	A	B	PROMEDIO
DISEÑO PATRÓN	24.74	26.24	25.45
DOSIFICACIÓN 20%	19.85	21.89	20.87
DOSIFICACIÓN 30%	27.06	26.1	26.58
DOSIFICACIÓN 40%	16.59	16.32	16.45
MUESTRA	Mr (kg/cm ²) - 14 días		
	A	B	PROMEDIO
DISEÑO PATRÓN	30.86	31.41	31.14
DOSIFICACIÓN 20%	27.87	30.18	29.03
DOSIFICACIÓN 30%	33.85	32.9	33.38
DOSIFICACIÓN 40%	20.26	20.53	20.39
MUESTRA	Mr (kg/cm ²) - 28 días		
	A	B	PROMEDIO
DISEÑO PATRÓN	37.25	35.35	36.3
DOSIFICACIÓN 20%	34.26	35.21	34.74
DOSIFICACIÓN 30%	37.66	38.2	37.93
DOSIFICACIÓN 40%	27.74	26.65	27.20



Ensayo de permeabilidad

MUESTRA	f'c (kg/cm ²)	k (cm/s)
DISEÑO PATRÓN	214.8	0.185
DOSIFICACIÓN 20%	189.9	0.286
DOSIFICACIÓN 30%	220.5	0.149
DOSIFICACIÓN 40%	161.4	0.284



Anexo 8. Certificados de laboratorio de los ensayos



(511) 457 2237 999 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO UNITARIO PARA AGREGADOS	Código	FOR-PR-LAB-AG-002.01
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	22/08/2021
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO ASTM C29			

TESIS	Implementación de los residuos de construcción y demolición en las propiedades del concreto poroso en pavimentos expuestos a lluvias Piura 2021		
SOLICITANTE	Jhonn Jairo Zapata Hidalgo		
UBICACIÓN	Lima		
EXPEDIENTE N°	0		

Cantera	Trápiche	Aprobado por:	GCM
Materia	Agregado Fino	Ensayado por:	CJRT
N° Muestra	M-01	Fecha de ensayo:	11/10/2021

PESO UNITARIO PARA AGREGADOS ASTM C29			
---	--	--	--

A) PESO UNITARIO COMPACTADO:

Método utilizado Método A (PUC, TMN<1 1/2")
 Recipiente utilizado R1 (Pequeño)

Punto N°		P - 1	P - 2	P - 3	
1	Peso de la Muestra + Recipiente	kg	7.32	7.19	7.26
2	Peso del Recipiente	kg	2.36	2.36	2.36
3	Peso de la Muestra	kg	4.96	4.83	4.90
4	Volumen del Molde	m ³	0.00276	0.00276	0.00276
5	Peso Unitario Compactado	kg/m ³	1796.74	1751.09	1774.64

PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m³)	1774
--	-------------

B) PESO UNITARIO SUELTO:

Método utilizado Método C (PUS)
 Recipiente utilizado R1 (Pequeño)

Punto N°		P 1	P 2	P - 3	
1	Peso de la Muestra + Recipiente	kg	6.68	6.71	6.75
2	Peso del Recipiente	kg	2.36	2.36	2.36
3	Peso de la Muestra	kg	4.32	4.35	4.39
4	Volumen del Molde	cm ³	0.00276	0.00276	0.00276
5	Peso Unitario Compactado	gr/cm ³	1565.58	1577.54	1591.67

PESO UNITARIO SUELTO (kg/m³)	1578
--	-------------

OBSERVACIONES:
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 MTL GEOTECNIA SAC LABORATORIO DE MATERIALES	 MTL GEOTECNIA S.A.C. Suelos Concreto Asfalto Emmer Moreno Huaman INGENIERO CIVIL C. P. N. 21696	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO UNITARIO PARA AGREGADOS	Código	FOR-PR-LAB-AG-002.01
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	22/08/2021
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO ASTM C29			
TESIS : Implementación de los residuos de construcción y demolición en las propiedades del concreto poroso en pavimentos expuestos a lluvias Pluvs 2021 SOLICITANTE : Jonn Jairo Zapata Hidalgo UBICACIÓN : Lima EXPEDIENTE N° : -			
Cantera	: Trapiche	Aprobado por:	GCM
Material	: Agregado grueso	Ensayado por:	CJRT
N° Muestra	: M-02	Fecha de ensayo:	11/10/2021
PESO UNITARIO PARA AGREGADOS ASTM C29			

A) PESO UNITARIO COMPACTADO:

Método utilizado Método B (PUC, TMN-1/2)
Recipiente utilizado R2 (Mediano)

Punto N°		P - 1	P - 2	P - 3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	kg 20.23	20.10	20.21
2	Peso del Recipiente	kg 5.10	5.10	5.10
3	Peso de la Muestra	kg 15.14	15.00	15.11
4	Volumen del Molde	m ³ 0.00953	0.00953	0.00953
5	Peso Unitario Compactado	kg/m ³ 1588.35	1573.87	1585.94
PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m³)		1583		

B) PESO UNITARIO SUELTO:

Método utilizado Método C (FUS)
Recipiente utilizado R2 (Mediano)

Punto N°		P - 1	P - 2	P - 3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	kg 19.10	19.14	18.96
2	Peso del Recipiente	kg 5.10	5.10	5.10
3	Peso de la Muestra	kg 14.01	14.05	13.86
4	Volumen del Molde	cm ³ 0.00953	0.00953	0.00953
5	Peso Unitario Compactado	gr/cm ³ 1469.86	1473.77	1454.77
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m³)		1466		

OBSERVACIONES:

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO	Código	FOR-PR-LAB-AG-001.02
		Revisión	3
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	14/09/2021
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO ASTM C138			
TESES	Implementación de los residuos de construcción y demolición en las propiedades del concreto poroso en pavimentos expuestos a lluvias Pluza 2021		
SOLICITANTE	Jhonn Jairo Zapata Hidalgo		
UBICACIÓN	Lima		
EXPEDIENTE N°	0		
Cantera	Trapiche	Aprobado por:	GCM
Material	Agregado fino	Ensayado por:	CJRT
N° Muestra	M-01	Fecha de ensayo:	11/10/2021
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PARA AGREGADO FINO ASTM C138			

A) **CONDICIONES DE ENSAYO:**

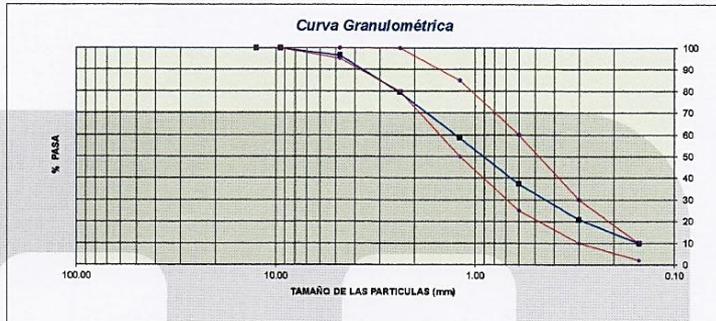
Método de preparación de muestra: Seco a horno
Método de tamizado: Manual

B) **ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO:**

Peso inicial húmedo: 501.6 gr. Contenido de Humedad: 2.4 %
Peso inicial seco: 490.0 gr. Tamaño máx. nominal: N° 04
Módulo de finura: 2.98

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES (ASTM C33)	
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	Huso #Arana	
1/2"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/8"	9.50	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
N° 04	4.75	17.3	3.5	3.5	96.5	95	100
N° 08	2.38	83.5	17.0	20.6	79.4	80	100
N° 16	1.19	102.6	20.9	41.5	58.5	50	85
N° 30	0.60	103.9	21.2	62.7	37.3	25	60
N° 50	0.30	81.1	16.6	79.3	20.7	10	30
N° 100	0.15	53.1	10.8	90.1	9.9	2	10
FONDO	48.50	9.9	2.0	100.0	0.0		

C) **CURVA GRANULOMÉTRICA:**



OBSERVACIONES:
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por: 	Revisado por: 	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO ASTM C136	Código	FOR-PR-LAB-AG-001.01
		Revisión	3
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	14/09/2021

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
ASTM C125

TESIS : Implementación de los residuos de construcción y demolición en las propiedades del concreto para en pavimentos expuestos a lluvias Plura 2021
SOLICITANTE : Jhon Jairo Zapata Hielga
UBICACIÓN : Lima
EXPEDIENTE N° : 0

Carrera : Trapiche Aprobada por: GCM
Material : Agregado Grueso Ensayado por: C.J.R.T.
N° Muestra : M-02 Fecha de ensayo: 11/10/2021

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PARA AGREGADO GRUESO
ASTM C136

A) CONDICIONES DE ENSAYO:

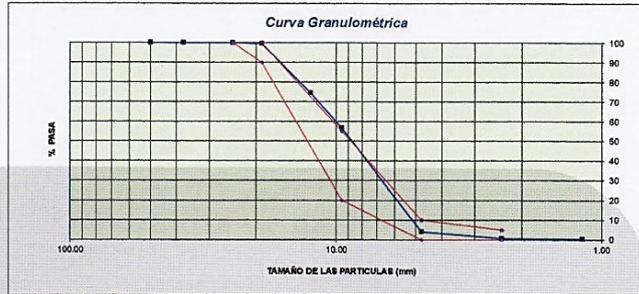
Método de preparación de muestra : Seco a horno
Método de tamizado : Manual

B) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO:

Peso inicial húmedo : 7825.5 gr. Contenido de Humedad : 0.26 %
Peso inicial seco : 7805.4 gr. Tamaño máximo nominal : 3/4"
Módulo de finura : 6.37

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO			% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES (ASTM C136)	
		(g)	(%)	Retenido	Pass	Hueco #57		
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0			
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	100.0			
1"	24.90	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100	
3/4"	19.05	37.3	0.5	0.5	99.5	80	100	
1/2"	12.50	1951.7	25.0	25.5	74.5			
3/8"	9.53	1389.3	17.8	43.4	56.6	20	55	
N° 04	4.75	4091.1	52.4	95.8	4.2	0	10	
N° 08	2.38	272.5	3.5	99.3	0.7	0	5	
N° 16	1.18	12.3	0.2	99.6	0.4			
FONDO		42.20	0.5	100.0	0.0			

C) CURVA GRANULOMÉTRICA:



OBSERVACIONES:
Prohibida la reproducción o uso total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por: 	Revisado por: 	Aprobado por: 
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN	Código	FOR-PR-LAB-AG-004.01
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	22/08/2021
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO ASTM C128			
<p>TESIS : Implementación de los residuos de construcción y demolición en las propiedades del concreto poroso en pavimentos expuestos a lluvias Piura 2021</p> <p>SOLICITANTE : Jhon Jairo Zapata Hidalgo</p> <p>UBICACIÓN : Lima</p> <p>EXPEDIENTE N° : 0</p>			
<p>Cantera : Trapiche</p> <p>Materia : Agregado fino</p> <p>N° Muestra : M-01</p>		<p>Aprobado por: GCM</p> <p>Ensayado por: CJRT</p> <p>Fecha de ensayo: 09/08/2021</p>	
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN PARA AGREGADOS FINOS ASTM C128			

A) INFORMACIÓN DE LABORATORIO:

Punto N°		P - 1	P - 2	P - 3
1	Peso de Muestra Seca	gr	491.30	
2	Peso de fiola + Agua	gr	635.40	
3	Peso de Fiola + Muestra SSS + Agua	gr	945.40	
4	Peso de Muestra SSS	gr	500.00	
5	Peso Específico de la Masa (SSS)	gr/cc	2.632	
6	Peso Específico de la Masa (OD)	gr/cc	2.586	
10)	Peso Específico de la Masa (Aparente)	gr/cc	2.710	
7	Absorción	%	1.471	

B) PESO ESPECÍFICO:

PESO ESPECÍFICO DE MASA S.S.S	gr/cc	2.632
PESO ESPECÍFICO DE MASA HORNO SECO	gr/cc	2.586

C) ABSORCIÓN DE AGUA:

ABSORCIÓN (%)	1.471
---------------	-------

OBSERVACIONES:
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

<p>Elaborado por:</p>  <p>Jefe de Laboratorio</p>	<p>Revisado por:</p>  <p>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</p>	<p>Aprobado por:</p>  <p>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</p>
---	---	--

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN	Código	FOR-PR-LAB-AG-003.01
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	22/08/2021
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO ASTM C127			
TESIS Implementación de los residuos de construcción y demolición en las propiedades del concreto poroso en pavimentos expuestos a lluvias Piura 2021 SOLICITANTE Jhonn Jairo Zapata Hidalgo UBICACIÓN Lima EXPEDIENTE N° : 0			
Cantera : Trapiche Materia : Agregado grueso N° Muestra : M-02		Aprobado por: GCM Ensayado por: C.J.R.T Fecha de ensayo: 09/08/2021	
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN PARA AGREGADOS GRUESOS ASTM C127			

A) INFORMACIÓN DE LABORATORIO:

Punto N°		P - 1	P - 2	P - 3
1	Peso de la Muestra Sumergida Canastilla	gr 1770.00	1769.00	/
2	Peso de la Muestra Saturada Superficialmente Seca	gr 2846.00	2845.00	
3	Peso de la Muestra Seca	gr 2826.00	2827.00	
1	Peso específico de Masa (SSS)	gr/cc 2.845	2.844	
2	Peso específico de Masa (OD)	gr/cc 2.828	2.827	
3	Peso específico de Masa (Aparente)	gr/cc 2.876	2.872	
7)	Absorción	% 0.708	0.837	

B) GRAVEDAD ESPECÍFICA:

PESO ESPECÍFICO DE MASA S. S. S	gr/cc	2.84
PESO ESPECÍFICO DE MASA AL HORNO SECO	gr/cc	2.83
PESO ESPECÍFICO DE MASA APARENTE	gr/cc	2.87

C) ABSORCIÓN DE AGUA:

ABSORCIÓN (%)	0.67
---------------	------

OBSERVACIONES:
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por:  Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por:  Control de Calidad MTL GEOTECNIA
---	---	--

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/08/2020

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO
ACI 211

REFERENCIA	Datos de laboratorio	Fecha de ensayo:	20/10/2021
SOLICITANTE	Jhonn Jairo Zapata Hidalgo		
TESIS	Implementación de los residuos de construcción y demolición en las propiedades del concreto poroso en pavimentos expuestos a lluvias Piura 2021		
UBICACION	Lima		

MATERIAL	f'c 210 kg/cm ²					
	PESO ESPECIFICO g/bs	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m ³	P. UNITARIO C. Kg/m ³
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO CANTERA TRAPICHE	2.59	2.98	1.4	1.5	1578.0	1774.0
AGREGADO GRUESO CANTERA TRAPICHE	2.63	6.37	0.2	0.7	1466.0	1583.0

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE						
A) VALORES DE DISEÑO						
1	ASENTAMIENTO			3-4"	ulg	
2	TAMANO MAXIMO NOMINAL			3/4"		
3	RELACION AGUA CEMENTO			0.35		
4	AGUA			105		
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			15.0		
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.53		
B) ANALISIS DE DISEÑO						
FACTOR CEMENTO			300.00			
Volumen absoluto del cemento				0.0982	7.1	Blm ³
Volumen absoluto del Agua				0.1050	m ³ /m ³	
Volumen absoluto del Aire				0.1500	m ³ /m ³	
VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS						0.351
Volumen absoluto del Agregado fino				0.1158	m ³ /m ³	
Volumen absoluto del Agregado grueso				0.5330	m ³ /m ³	
SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS						1.000
C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO						
CEMENTO				300	Kg/m ³	
AGUA				105	L/m ³	
AGREGADO FINO				306	Kg/m ³	
AGREGADO GRUESO				1402	Kg/m ³	
ADITIVO SIKACEM (dosis 500 ml por bolsa de 42.5 Kg de cemento)				4.235	Kg/m ³	
D) PESO DE MEZCLA						
CORRECCION POR HUMEDAD				2111	Kg/m ³	
AGREGADO FINO HUMEDO				304.2	Kg/m ³	
AGREGADO GRUESO HUMEDO				1404.8	Kg/m ³	
E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS						
AGREGADO FINO				0.10	0.3	Lts/m ³
AGREGADO GRUESO				0.50	7.9	Lts/m ³
AGUA DE MEZCLA CORREGIDA					7.3	Lts/m ³
					112.2	Lts/m ³
F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO						
CEMENTO				300	Kg/m ³	
AGUA				112	Lts/m ³	
AGREGADO FINO				304	Kg/m ³	
AGREGADO GRUESO				1405	Kg/m ³	
ADITIVO SIKACEM (dosis 500 ml por bolsa de 42.5 Kg de cemento)				4.235	Kg/m ³	
G) PESO DE MEZCLA						
CANTIDAD DE MATERIALES (S2 H.)				2125	Kg/m ³	
CEMENTO				15.60	Kg	
AGUA				5.84	Lts	
AGREGADO FINO				15.82	Kg	
AGREGADO GRUESO				73.04	Kg	
ADITIVO SIKACEM (dosis 500 ml por bolsa de 42.5 Kg de cemento)				220.2	g	
PORPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)						
C	1.0					
A.F	1.01					
A.G	4.88					
H ₂ O	15.9					
PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)						
C	1.0					
A.F	0.96					
A.G	4.78					
H ₂ O	15.9					

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS DE CONCRETO CINLINDRICO	Código	FOR-LAB-CON-001.01
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	22/08/2021
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO ASTM C39 - NTP 339.034			
PROYECTO : IMPLEMENTACIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO POROSO EN PAVIMENTOS EXPUESTOS A LLUVIAS, PIURA 2021. SOLICITANTE : JHONN JAIRO ZAPATA HIDALGO UBICACIÓN : LIMA EXPEDIENTE N° : - Cantera : Trapiche Materia : Concreto Poroso f _{cc} =210 kg/cm ² N° Muestra : -			
		Aprobado por:	GCM
		Ensayado por:	GCM
		Fecha de ensayo:	Indicada
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ASTM C39 - NTP 339.034			

A) INFORMACIÓN GENERAL:

Tipo de muestra: Moldeado
 Designación: Patrón
 Resistencia de Diseño: 210 kg/cm²
 Velocidad de carga: 2.55 kg/cm²

B) ENSAYO DE COMPRESIÓN:

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	LD	ÁREA cm ²	FUERZA MÁXIMA kgf	Modo de falla (1 a 6)	F _c (kN)	ESFUERZO kg/cm ²	F _c Diseño kg/cm ²	% F _c
PATRON 1 (7 D)	21/10/2021	28/10/2021	7	2.0	176.7	26598.9	2	1.00	150.5	210.0	71.7
PATRON 2 (7 D)	21/10/2021	28/10/2021	7	2.0	176.7	25923.1	2	1.00	146.7	210.0	69.9
PATRON 3 (7 D)	21/10/2021	28/10/2021	7	2.0	176.7	27533.4	1	1.00	155.8	210.0	74.2
PATRON - 1 (14 D)	21/10/2021	4/11/2021	14	2.0	176.7	33514.6	1	1.00	189.7	210.0	90.3
PATRON 2 (14 D)	21/10/2021	4/11/2021	14	2.0	176.7	32953.8	1	1.00	186.5	210.0	88.8
PATRON - 3 (14 D)	21/10/2021	4/11/2021	14	2.0	176.7	33356.4	6	1.00	188.8	210.0	89.9
PATRON - 1 (28 D)	21/10/2021	18/11/2021	28	2.0	176.7	37567.0	5	1.00	212.6	210.0	101.2
PATRON - 2 (28 D)	21/10/2021	18/11/2021	28	2.0	176.7	38216.0	6	1.00	216.3	210.0	103.0
PATRON - 3 (28 D)	21/10/2021	18/11/2021	28	2.0	176.7	38067.0	6	1.00	215.4	210.0	102.6



OBSERVACIONES:

- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA.
- * Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 Control de Calidad MTL GEOTECNIA

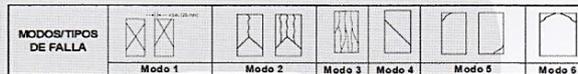
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS DE CONCRETO CINLINDRICO	Código	FOR-LAB-CON-001.01
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	22/06/2021
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO ASTM C39 - NTP 339.034			
PROYECTO : IMPLEMENTACIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO POROSO EN PAVIMENTOS EXPUESTOS A LLUVIAS, PIURA 2021. SOLICITANTE : JHONN JAIRO ZAPATA HIDALGO UBICACIÓN : LIMA EXPEDIENTE N° :			
Cantera : Trapiche Material : Concreto Poroso $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ N° Muestra :		Aprobado por: GCM Ensayado por: GCM Fecha de ensayo: Indicado	
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ASTM C39 - NTP 339.034			

A) INFORMACIÓN GENERAL:

Tipo de muestra: Moldeado
 Designación: Concreto Reciclado 20%
 Resistencia de Diseño: 210 kg/cm^2
 Velocidad de carga: 2.55 kg/cm^2

B) ENSAYO DE COMPRESIÓN:

IDENTIFICACIÓN DE ESPICIMEN	FECHA DE VACADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	LD	ÁREA cm^2	FUERZA MÁXIMA kgf	Modo de falla (1 a 5)	F.C (L/S)	ESFUERZO kg/cm^2	Pc Diseño kg/cm^2	% Fc
CR 20% - 1 (7 D)	21/10/2021	28/10/2021	7	2.0	176.7	20645.3	5	1.00	116.8	210.0	55.6
CR 20% - 2 (7 D)	21/10/2021	28/10/2021	7	2.0	176.7	19752.8	5	1.00	112.0	210.0	53.3
CR 20% - 3 (7 D)	21/10/2021	28/10/2021	7	2.0	176.7	20087.3	5	1.00	113.7	210.0	54.1
CR 20% - 1 (14 D)	21/10/2021	4/11/2021	14	2.0	176.7	29353.9	6	1.00	166.1	210.0	79.1
CR 20% - 2 (14 D)	21/10/2021	4/11/2021	14	2.0	176.7	31860.8	2	1.00	180.3	210.0	85.9
CR 20% - 3 (14 D)	21/10/2021	4/11/2021	14	2.0	176.7	19690.8	1	1.00	111.4	210.0	53.1
CR 20% - 1 (28 D)	21/10/2021	18/11/2021	28	2.0	176.7	33555.0	6	1.00	189.9	210.0	90.4
CR 20% - 2 (28 D)	21/10/2021	18/11/2021	28	2.0	176.7	32878.0	5	1.00	186.1	210.0	88.6
CR 20% - 3 (28 D)	21/10/2021	18/11/2021	28	2.0	176.7	34215.0	5	1.00	193.6	210.0	92.2



OBSERVACIONES:
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA.
 * Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 Control de Calidad MTL GEOTECNIA

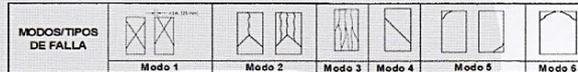
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS DE CONCRETO CILÍNDRICO	Código	FOR-LAB-CON-001.01
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	22/08/2021
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO ASTM C39 - NTP 339.034			
PROYECTO : IMPLEMENTACIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO POROSO EN PAVIMENTOS EXPUESTOS A LLUVIAS, PIURA 2021. SOLICITANTE : JHONN JAIRO ZAPATA HIDALGO UBICACIÓN : LIMA EXPEDIENTE N° : -			
Centra : Trapiche Material : Concreto Poroso $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ N° Muestra : -		Aprobado por: GCM Ensayado por: GCM Fecha de ensayo: Indicado	
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ASTM C39 - NTP 339.034			

A) INFORMACIÓN GENERAL:

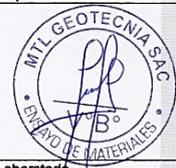
Tipo de muestra: Moldeado
Designación: Concreto Reciclado 30%
Resistencia de Diseño: 210 kg/cm^2
Velocidad de carga: 2.55 kg/cm^2

B) ENSAYO DE COMPRESIÓN:

IDENTIFICACIÓN DE EFICENCIA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	LD	ÁREA cm^2	FUERZA MÁXIMA kgf	Modo de falla (1 al 6)	F.C (E/F)	ESFUERZO kg/cm^2	P _c Diseño kg/cm^2	% F _c
CR 30% - 1 (7 D)	21/10/2021	28/10/2021	7	2.0	176.7	29588.4	5	1.00	167.4	210.0	79.7
CR 30% - 2 (7 D)	21/10/2021	28/10/2021	7	2.0	176.7	27527.0	5	1.00	155.8	210.0	74.2
CR 30% - 3 (7 D)	21/10/2021	28/10/2021	7	2.0	176.7	25574.1	5	1.00	144.7	210.0	68.9
CR 30% - 1 (14 D)	21/10/2021	4/11/2021	14	2.0	176.7	31802.7	5	1.00	180.0	210.0	85.7
CR 30% - 2 (14 D)	21/10/2021	4/11/2021	14	2.0	176.7	32488.0	6	1.00	183.8	210.0	87.5
CR 30% - 3 (14 D)	21/10/2021	4/11/2021	14	2.0	176.7	31117.4	5	1.00	176.1	210.0	83.9
CR 30% - 1 (28 D)	21/10/2021	18/11/2021	28	2.0	176.7	38780.0	5	1.00	219.4	210.0	104.5
CR 30% - 2 (28 D)	21/10/2021	18/11/2021	28	2.0	176.7	39594.0	5	1.00	224.1	210.0	106.7
CR 30% - 3 (28 D)	21/10/2021	18/11/2021	28	2.0	176.7	38516.0	5	1.00	218.0	210.0	103.8



OBSERVACIONES:
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.
 * Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 Control de Calidad MTL GEOTECNIA

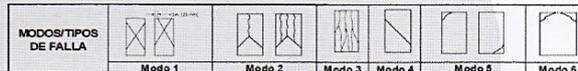
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS DE CONCRETO CINDRICO	Código	FOR-LAB-CON-001.01
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	22/08/2021
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO ASTM C39 - NTP 339.034			
PROYECTO : IMPLEMENTACIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO POROSO EN PAVIMENTOS EXPUESTOS A LLUVIAS, PIURA 2021. SOLICITANTE : JHONN JAIRO ZAPATA HIDALGO UBICACIÓN : LIMA EXPEDIENTE N° : -			
Cantera : Trapiche Materia : Concreto Poroso f _c =210 kg/cm ² N° Muestra : -		Aprobado por: GCM Ensayado por: GCM Fecha de ensayo: Indicado	
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ASTM C39 - NTP 339.034			

A) INFORMACIÓN GENERAL:

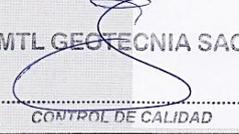
Tipo de muestra: Moldeado
Dosificación: Concreto Reciclado 40%
Resistencia de Diseño: 210 kg/cm²
Velocidad de carga: 2.55 kg/cm²

B) ENSAYO DE COMPRESIÓN:

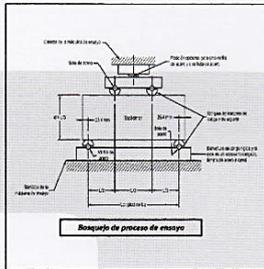
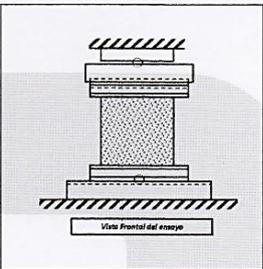
IDENTIFICACIÓN DE ESPERIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	LD	AREA cm ²	FUERZA MÁXIMA kgf	Modo de falla (1 a 6)	F _c (kN)	ESFUERZO kg/cm ²	F _c Diseño kg/cm ²	% F _c
CR 40% - 1 (7 D)	21/10/2021	28/10/2021	7	2.0	176.7	20056.3	5	1.00	113.5	210.0	54.0
CR 40% - 2 (7 D)	21/10/2021	28/10/2021	7	2.0	176.7	20893.2	5	1.00	118.2	210.0	56.3
CR 40% - 3 (7 D)	21/10/2021	28/10/2021	7	2.0	176.7	18304.8	5	1.00	103.6	210.0	49.3
CR 40% - 1 (14 D)	21/10/2021	4/11/2021	14	2.0	176.7	23185.3	6	1.00	131.2	210.0	62.5
CR 40% - 2 (14 D)	21/10/2021	4/11/2021	14	2.0	176.7	24613.5	5	1.00	139.3	210.0	66.3
CR 40% - 3 (14 D)	21/10/2021	4/11/2021	14	2.0	176.7	23884.2	1	1.00	135.2	210.0	64.4
CR 40% - 1 (28 D)	21/10/2021	18/11/2021	28	2.0	176.7	28456.0	5	1.00	161.0	210.0	76.7
CR 40% - 2 (28 D)	21/10/2021	18/11/2021	28	2.0	176.7	27657.0	6	1.00	156.5	210.0	74.5
CR 40% - 3 (28 D)	21/10/2021	18/11/2021	28	2.0	176.7	29427.0	5	1.00	166.5	210.0	79.3



OBSERVACIONES:
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.
 * Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO		Código	FOR-LTC-CON-038						
	RESISTENCIA DE FLEXION DEL CONCRETO (VIGA SIMPLE CON CARGA A LOS TERCIOS DEL CLARO)		Revisión	1						
			Aprobado	CC-MTL						
			Fecha	10/11/2020						
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO NTP 339.078 - ASTM C78										
REFERENCIA	: DATOS DE LABORATORIO									
SOLICITANTE	: JHONN JAIRO ZAPATA HIDALGO									
TESIS	: IMPLEMENTACIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO POROSO EN PAVIMENTOS EXPUESTOS A LLUVIAS, PIURA 2021.									
LOCALIZACIÓN	: Distrito de Lima		Fecha de ensayo: 18/11/2021							
A) INFORMACIÓN GENERAL:										
TIPO DE MEZCLA: PATRÓN - 210 KG/CM2										
DESCRIPCIÓN: -										
B) DATA DE ENSAYO:										
Nº. de Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Identificación	PATRÓN (1)-7D	PATRÓN (2)-7D	PATRÓN (3)-14D	PATRÓN (4)-14D	PATRÓN (5)-28D	PATRÓN (6)-28D				
Altura "h" (mm)	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0				
Ancho "b" (mm)	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0				
Distancia entre apoyos "l" (mm)	450.0	450.0	450.0	450.0	450.0	450.0				
Carga Máxima (kg/f)	1855.9	1968.0	2314.7	2355.5	2704.0	2851.2				
Posición de Fractura	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio				
Distancia entre la fractura y el apoyo más cercano "x" (mm)										
Módulo de Ruptura (kg/cm ²)	24.74	26.24	30.86	31.41	37.25	35.35				
FÓRMULAS		Dentro del Tercio Medio $R = PL/bd^2$		Fuera del Tercio Medio < 5% $R = \frac{3Pa}{bd^2}$		Fuera del Tercio Medio > 5% Descartado				
<p>Esquema de proceso de ensayo</p>					<p>Vista frontal del ensayo</p>					
OBSERVACIONES:										
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.										
* El ensayo a la flexión se realizó sobre muestra de concreto endurecido; el reporte de resultados están en unidades de kg-f/cm ² .										
Elaborado por:	Revisado por:		Aprobado por:							
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos		Control de Calidad MTL GEOTECNIA							

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RESISTENCIA DE FLEXION DEL CONCRETO (VIGA SIMPLE CON CARGA A LOS TERCIOS DEL CLARO)	Código	FOR-LTC-CON-038																																																																																																			
		Revisión	1																																																																																																			
		Aprobado	CC-MTL																																																																																																			
		Fecha	10/11/2020																																																																																																			
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO NTP 339.078 - ASTM C78																																																																																																						
REFERENCIA : DATOS DE LABORATORIO SOLICITANTE : JHONN JAIRO ZAPATA HIDALGO TESIS : IMPLEMENTACIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO POROSO EN PAVIMENTOS EXPUESTOS A LLUVIAS. PUNTA 2021. LOCALIZACIÓN : Distrito de Lima Fecha de ensayo: 28/10/2021																																																																																																						
A) INFORMACIÓN GENERAL: TIPO DE MEZCLA: CONCRETO RECICLADO - 2'10 KG/CM2 DESCRIPCIÓN: _____																																																																																																						
B) DATA DE ENSAYO: <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>No. de Serie</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> <th>7</th> <th>8</th> <th>9</th> <th>10</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Identificación</td> <td>20% (1)-7D</td> <td>20% (2)-7D</td> <td>20% (1)-14D</td> <td>20% (2)-14D</td> <td>20% (1)-28D</td> <td>20% (2)-28D</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Altura "h" (mm)</td> <td>150.0</td> <td>150.0</td> <td>150.0</td> <td>150.0</td> <td>150.0</td> <td>150.0</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ancho "b" (mm)</td> <td>150.0</td> <td>150.0</td> <td>150.0</td> <td>150.0</td> <td>150.0</td> <td>150.0</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Distancia entre apoyos "L" (mm)</td> <td>450.0</td> <td>450.0</td> <td>450.0</td> <td>450.0</td> <td>450.0</td> <td>450.0</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Carga Máxima (kg-f)</td> <td>1488.8</td> <td>1641.7</td> <td>2090.4</td> <td>2263.7</td> <td>2569.6</td> <td>2641.0</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Posición de Fractura</td> <td>Dentro del tercio medio</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Distancia entre la fractura y el apoyo más cercano "x" (mm)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Módulo de Rotura (kg-f/cm2)</td> <td>19.85</td> <td>21.89</td> <td>27.87</td> <td>30.18</td> <td>34.26</td> <td>35.21</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				No. de Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Identificación	20% (1)-7D	20% (2)-7D	20% (1)-14D	20% (2)-14D	20% (1)-28D	20% (2)-28D					Altura "h" (mm)	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0					Ancho "b" (mm)	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0					Distancia entre apoyos "L" (mm)	450.0	450.0	450.0	450.0	450.0	450.0					Carga Máxima (kg-f)	1488.8	1641.7	2090.4	2263.7	2569.6	2641.0					Posición de Fractura	Dentro del tercio medio					Distancia entre la fractura y el apoyo más cercano "x" (mm)											Módulo de Rotura (kg-f/cm2)	19.85	21.89	27.87	30.18	34.26	35.21									
No. de Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																																																												
Identificación	20% (1)-7D	20% (2)-7D	20% (1)-14D	20% (2)-14D	20% (1)-28D	20% (2)-28D																																																																																																
Altura "h" (mm)	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0																																																																																																
Ancho "b" (mm)	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0																																																																																																
Distancia entre apoyos "L" (mm)	450.0	450.0	450.0	450.0	450.0	450.0																																																																																																
Carga Máxima (kg-f)	1488.8	1641.7	2090.4	2263.7	2569.6	2641.0																																																																																																
Posición de Fractura	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio																																																																																																
Distancia entre la fractura y el apoyo más cercano "x" (mm)																																																																																																						
Módulo de Rotura (kg-f/cm2)	19.85	21.89	27.87	30.18	34.26	35.21																																																																																																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>FÓRMULAS</th> <th>Dentro del Tercio Medio</th> <th>Fuera del Tercio Medio <5%</th> <th>Fuera del Tercio Medio > 5%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>$R = PL/bd^2$</td> <td>$R = \frac{3Pu}{bd^2}$</td> <td>Descartado</td> </tr> </tbody> </table>				FÓRMULAS	Dentro del Tercio Medio	Fuera del Tercio Medio <5%	Fuera del Tercio Medio > 5%		$R = PL/bd^2$	$R = \frac{3Pu}{bd^2}$	Descartado																																																																																											
FÓRMULAS	Dentro del Tercio Medio	Fuera del Tercio Medio <5%	Fuera del Tercio Medio > 5%																																																																																																			
	$R = PL/bd^2$	$R = \frac{3Pu}{bd^2}$	Descartado																																																																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>Esquema de proceso de ensayo</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Vista Frontal del ensayo</p> </div> </div>																																																																																																						
OBSERVACIONES: * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA. * El ensayo a la flexión se realizó sobre muestra de concreto endurecido; el reporte de resultados está en unidades de kg-f/cm2.																																																																																																						
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:																																																																																																				
																																																																																																						
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA																																																																																																				

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO	Código	FOR-LTC-CON-038
	RESISTENCIA DE FLEXIÓN DEL CONCRETO	Revisión	1
	(VIGA SIMPLE CON CARGA A LOS TERCIOS DEL CLARO)	Aprobado	CC-MTL
		Fecha	10/11/2020

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
NTP 339.078 - ASTM C78

REFERENCIA : DATOS DE LABORATORIO
SOLICITANTE : JHONN JAIRO ZAPATA HIDALGO
TESIS : IMPLEMENTACIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO POROSO EN PAVIMENTOS EXPUESTOS A LLUVIAS.
PIURA 2021.
LOCALIZACIÓN : Distrito de Lima
Fecha de ensayo: 28/10/2021

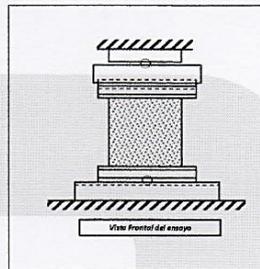
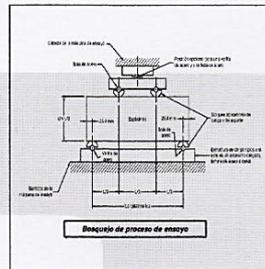
A) INFORMACIÓN GENERAL:

TIPO DE MEZCLA: CONCRETO RECICLADO - 210 KG/CM2
DESCRIPCIÓN:

B) DATA DE ENSAYO:

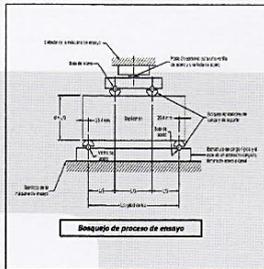
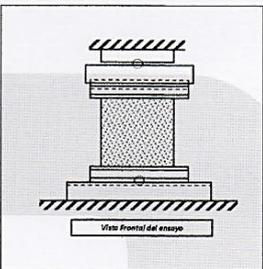
No. de Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Identificación	30% (1)-70	30% (2)-70	30% (1)-140	30% (2)-140	30% (1)-280	30% (2)-280				
Altura "h" (mm)	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0				
Ancho "b" (mm)	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0				
Distancia entre apoyos "l" (mm)	450.0	450.0	450.0	450.0	450.0	450.0				
Carga Máxima (kg-f)	2026.2	1957.8	2536.1	2467.7	2824.6	2865.4				
Posición de Fractura	Dentro del tercio medio									
Distancia entre la fractura y el apoyo más cercano "x" (mm)										
Módulo de Rotura (kg-f/cm2)	27.06	26.10	33.85	32.90	37.66	38.20				

FÓRMULAS	Dentro del Tercio Medio	Fuera del Tercio Medio <5%	Fuera del Tercio Medio > 5%
	$R = PL/bd^2$	$R = \frac{3Pu}{bd^2}$	Descartado



OBSERVACIONES:
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.
* El ensayo a la flexión se realizó sobre muestra de concreto endurecido; el reporte de resultados están en unidades de kg-f/cm2.

Elaborado por: 	Revisado por: 	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO		Código	FOR-LTC-CON-038								
	RESISTENCIA DE FLEXION DEL CONCRETO		Revisión	1								
	(VIGA SIMPLE CON CARGA A LOS TERCIOS DEL CLARO)		Aprobado	CC-MTL								
			Fecha	10/11/2020								
LABORATORIO DE TECNOLOGIA DEL CONCRETO												
NTP 339.078 - ASTM C78												
REFERENCIA	: DATOS DE LABORATORIO											
SOLICITANTE	: JHONN JAIRO ZAPATA HIDALGO											
TESIS	: IMPLEMENTACIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLUCIÓN EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO POROSO EN PAVIMENTOS EXPUESTOS A LLLUVIAS.											
	PIURA 2021.											
LOCALIZACIÓN	: Distrito de Lima		Fecha de ensayo:	28/10/2021								
A) INFORMACIÓN GENERAL:												
TIPO DE MEZCLA: CONCRETO RECICLADO - 219 KG/CM2												
DESCRIPCIÓN:												
B) DATA DE ENSAYO:												
No. de Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Identificación	40% (1)-7D	40% (2)-7D	40% (1)-14D	40% (2)-14D	40% (1)-14D	40% (2)-14D						
Altura "h" (mm)	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0						
Ancho "b" (mm)	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0						
Diferencia entre apoyos "L" (mm)	450.0	450.0	450.0	450.0	450.0	450.0						
Carga Máxima (kg-f)	1244.0	1223.6	1519.4	1539.7	2080.2	1996.6						
Posición de Fractura	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio						
Diferencia entre la rotura y el apoyo más cercano "h" (mm)												
Módulo de Rotura (kgf/cm2)	16.59	16.32	20.26	20.53	27.74	26.65						
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">Dentro del Tercio Medio</td> <td style="text-align: center;">Fuera del Tercio Medio <5%</td> <td style="text-align: center;">Fuera del Tercio Medio > 5%</td> </tr> <tr> <td>FÓRMULAS</td> <td style="text-align: center;">$R = PL/bd^2$</td> <td style="text-align: center;">$R = \frac{3Pa}{bd^2}$</td> <td style="text-align: center;">Descartado</td> </tr> </table>						Dentro del Tercio Medio	Fuera del Tercio Medio <5%	Fuera del Tercio Medio > 5%	FÓRMULAS	$R = PL/bd^2$	$R = \frac{3Pa}{bd^2}$	Descartado
	Dentro del Tercio Medio	Fuera del Tercio Medio <5%	Fuera del Tercio Medio > 5%									
FÓRMULAS	$R = PL/bd^2$	$R = \frac{3Pa}{bd^2}$	Descartado									
<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>												
OBSERVACIONES: * Prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA * El ensayo a la flexión se realizó sobre muestra de concreto endurecido; el reporte de resultados están en unidades de kg-f/cm2.												
Elaborado por:	Revisado por:		Aprobado por:									
 Jefe de Laboratorio	 Ingeniero de Suelos y Pavimentos		 Control de Calidad MTL GEOTECNIA									

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	INFORME					Código	FOR-LAB-CON-004.01
	MEDICIÓN DEL COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD EN CONCRETO PERMEABLE REF. ACI 522R-10					Versión	01
						Fecha	18-11-2021
						Página	1 de 1

PROYECTO : IMPLEMENTACIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN LAS PROPIEDAD DEL CONCRETO POROSO EN PAVIMENTOS EXPUESTOS A LLUVIAS, PIURA 2021 REGISTRO N°: -

SOLICITANTE : JHONN JAIRO ZAPATA HIDALGO REALIZADO POR : GCM

CÓDIGO DE PROYECTO : - REVISADO POR : GCM

UBICACIÓN DE PROYECTO : LIMA FECHA DE ENSAYO : 18/11/2021

Identificación : Indicada

Procedencia : ---

N° De Muestra : Indicada

IDENTIFICACIÓN	MEDICIÓN	TIEMPO (h.m.s)	DIAMETRO DE MUESTRA (cm)	DIAMETRO DE TUBERÍA (cm)	ALTURA H1 (cm)	ALTURA H2 (cm)	ALTURA DE LA MUESTRA L (cm)	AREA DE LA MUESTRA (cm²)	AREA DE TUBO DE ENSAYO (cm²)	COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD K (cm/s)	PROMEDIO K (cm/s)
PROBETA 0.0%	1	0:01:13	15.00	7.03	51.00	6.50	30.00	176.71	38.82	1.86E-01	1.85E-01
	2	0:01:14	15.00	7.03	51.00	6.50	30.00	176.71	38.82	1.83E-01	
	3	0:01:13	15.00	7.03	51.00	6.50	30.00	176.71	38.82	1.86E-01	

IDENTIFICACIÓN	MEDICIÓN	TIEMPO (h.m.s)	DIAMETRO DE MUESTRA (cm)	DIAMETRO DE TUBERÍA (cm)	ALTURA H1 (cm)	ALTURA H2 (cm)	ALTURA DE LA MUESTRA L (cm)	AREA DE LA MUESTRA (cm²)	AREA DE TUBO DE ENSAYO (cm²)	COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD K (cm/s)	PROMEDIO K (cm/s)
PROBETA 20%	1	0:00:48	15.00	7.03	51.00	6.50	30.00	176.71	38.82	2.82E-01	2.86E-01
	2	0:00:44	15.00	7.03	51.00	6.50	30.00	176.71	38.82	3.09E-01	
	3	0:00:51	15.00	7.03	51.00	6.50	30.00	176.71	38.82	2.66E-01	

IDENTIFICACIÓN	MEDICIÓN	TIEMPO (h.m.s)	DIAMETRO DE MUESTRA (cm)	DIAMETRO DE TUBERÍA (cm)	ALTURA H1 (cm)	ALTURA H2 (cm)	ALTURA DE LA MUESTRA L (cm)	AREA DE LA MUESTRA (cm²)	AREA DE TUBO DE ENSAYO (cm²)	COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD K (cm/s)	PROMEDIO K (cm/s)
PROBETA 30%	1	0:01:36	15.00	7.03	51.00	6.00	29.50	176.71	38.82	1.44E-01	1.49E-01
	2	0:01:30	15.00	7.03	51.00	6.00	29.50	176.71	38.82	1.54E-01	
	3	0:01:33	15.00	7.03	51.00	6.00	29.50	176.71	38.82	1.49E-01	

IDENTIFICACIÓN	MEDICIÓN	TIEMPO (h.m.s)	DIAMETRO DE MUESTRA (cm)	DIAMETRO DE TUBERÍA (cm)	ALTURA H1 (cm)	ALTURA H2 (cm)	ALTURA DE LA MUESTRA L (cm)	AREA DE LA MUESTRA (cm²)	AREA DE TUBO DE ENSAYO (cm²)	COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD K (cm/s)	PROMEDIO K (cm/s)
PROBETA 40%	1	0:00:52	15.00	7.03	51.00	5.50	29.00	176.71	38.82	2.74E-01	2.84E-01
	2	0:00:48	15.00	7.03	51.00	5.50	29.00	176.71	38.82	2.93E-01	
	3	0:00:50	15.00	7.03	51.00	5.50	29.00	176.71	38.82	2.84E-01	

OBSERVACIONES
- Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- Método de cálculo realizado según la teoría de Darcy para carga variable.

 Elaborado por: Jefe de Laboratorio	Revisado por:  MTL GEOTECNIA S.A.C Sucesor Certificado Asistido ELMER MORANO HUBERTIN INGENIERO CIVIL C. P. N. 21699	Aprobado por:  MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA
---	--	---

Anexo 9. Certificado de calibración de los equipos



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 016



CERTIFICADO DE CALIBRACION

TC - 13425 - 2021

PROFORMA : 4234A Fecha de emisión : 2021-07-27

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.
Dirección : CAL. LA MADRID NRO. 264 ASC. LOS OLIVOS LIMA - LIMA - SAN MARTÍN DE PORRES

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : **BALANZA**
Tipo : ELECTRÓNICA
Marca : OHAUS
Modelo : EX24001
N° de Serie : B639089407
Capacidad Máxima : 24000 g
Resolución : 0,1 g
División de Verificación : 1 g
Clase de Exactitud : II
Capacidad Mínima : 50 g
Procedencia : CHINA
N° de Parte : No Indica
Identificación : No Indica
Ubicación : LABORATORIO
Variación de ΔT Local : 3 °C
Fecha de Calibración : 2021-07-20

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

LUGAR DE CALIBRACIÓN
Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN
La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II". Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOPI.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316



Certificado de Calibración
TC - 13425 - 2021

TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de LO JUSTO	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud F1	IP-178-2020 Agosto 2020
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Juego de Pesas 1 kg a 5 kg Clase de Exactitud F1	LM-C-133-2020 Julio 2020
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Pesa 10 kg Clase de Exactitud F1	LM-C-134-2020 Julio 2020
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Pesa 20 kg Clase de Exactitud F1	LM-C-135-2020 Julio 2020

RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCION VISUAL

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

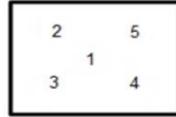
ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	20,2 °C	20,3 °C
Humedad Relativa	74 %	74 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	10 000,00	10 000,1	0,02	0,13	1	20 000,00	20 000,2	0,08	0,17
2		10 000,1	0,02	0,13	2		20 000,2	0,07	0,18
3		10 000,1	0,02	0,13	3		20 000,2	0,07	0,18
4		10 000,1	0,02	0,13	4		20 000,2	0,08	0,17
5		10 000,1	0,02	0,13	5		20 000,2	0,06	0,19
6		10 000,1	0,03	0,12	6		20 000,2	0,06	0,19
7		10 000,1	0,03	0,12	7		20 000,2	0,08	0,17
8		10 000,1	0,04	0,11	8		20 000,2	0,06	0,19
9		10 000,1	0,04	0,11	9		20 000,2	0,06	0,19
10		10 000,1	0,04	0,11	10		20 000,2	0,08	0,17
Emáx - Emin (g)				0,02	Emáx - Emin (g)				0,02
error máximo permitido (±g)				2,00	error máximo permitido (±g)				2,00



Certificado de Calibración
TC - 13425 - 2021



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	20,3 °C	20,3 °C
Humedad Relativa	74 %	74 %

N°	Determinación de Error Eo				Determinación de Error Corregido Ec				e.m.p. (±g)	
	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)		Ec (g)
1	10,00	10,0	0,06	-0,01	7 000,00	7 000,2	0,02	0,23	0,24	2,00
2		10,0	0,05	0,00		7 000,1	0,02	0,13	0,13	
3		10,0	0,07	-0,02		7 000,2	0,04	0,21	0,23	
4		10,0	0,06	-0,01		7 000,2	0,04	0,21	0,22	
5		10,0	0,04	0,01		7 000,2	0,04	0,21	0,20	

ENSAYO DE PESAJE

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	20,3 °C	20,3 °C
Humedad Relativa	73 %	73 %

Carga (g)	Crecientes				Decrecientes				e.m.p. (±g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
10,00	10,0	0,07	-0,02						
50,00	50,0	0,04	0,01	0,03	50,0	0,04	0,01	0,03	1,00
1 000,00	1 000,0	0,03	0,02	0,04	1 000,0	0,04	0,01	0,03	1,00
5 000,02	5 000,0	0,02	0,01	0,03	5 000,0	0,03	0,00	0,02	1,00
8 000,03	8 000,1	0,07	0,05	0,07	8 000,1	0,06	0,06	0,08	2,00
10 000,02	10 000,1	0,06	0,08	0,10	10 000,1	0,05	0,09	0,11	2,00
15 000,03	15 000,2	0,07	0,15	0,17	15 000,2	0,06	0,16	0,18	2,00
18 000,04	18 000,2	0,06	0,15	0,17	18 000,2	0,07	0,14	0,16	2,00
20 000,02	20 000,2	0,05	0,18	0,20	20 000,2	0,06	0,17	0,19	2,00
22 000,02	22 000,2	0,06	0,17	0,19	22 000,2	0,05	0,18	0,20	3,00
24 000,02	24 000,2	0,06	0,17	0,19	24 000,2	0,06	0,17	0,19	3,00

Donde:

I : Indicación de la balanza
R : Lectura de la balanza posterior a la calibración (g)
ΔL : Carga adicional
E : Error del instrumento
Eo : Error en cero
Ec : Error corregido

LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA

Lectura Corregida	:	$R_{\text{corregida}} = R - 9,22 \times 10^{-6} \times R$
Incertidumbre Expandida	:	$U_R = 2 \times \sqrt{1,76 \times 10^{-3} \text{ g}^2 + 9,59 \times 10^{-11} \times R^2}$

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.
La indicación de la balanza fue de 20 000,4 g para una carga de valor nominal 20000 g.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 13427 - 2021

Proforma : 4234A

Fecha de emisión : 2021-07-30

SOLICITANTE: MTL GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : Cal.La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos Lima-Lima-San Martín De Porres

EQUIPO : HORNO
Marca : PERU TEST
Modelo : PT-H76
N° de Serie : 458
Procedencia : No Indica
Identificación : No Indica
TIPO DE INDICADOR : DIGITAL
Alcance : T.amb + 5 °C a 250 °C
Resolución : 1 °C
TIPO DE CONTROLADOR : DIGITAL
Alcance : T.amb + 5 °C a 250 °C
Resolución : 1 °C
Ubicación : LABORATORIO
Fecha de Calibración : 2021-07-20

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa con nuestro sistema de medición de temperatura patrón según procedimiento PC- 018 "Procedimiento de calibración o caracterización de medios isotermos con aire como medio termostático". Segunda Edición - Junio 2009. SNM - INDECOPI.

CONDICIONES DE CALIBRACIÓN

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	23,0 °C	23,5 °C
Humedad Relativa	74,1 %hr	73,2 %hr
Voltaje	221 V	222 V

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316



Certificado de Calibración
TC - 13427 - 2021

TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia del SAT	Indicador digital con termopares tipo K con incertidumbres del orden desde 0,13 °C hasta 0,16 °C	LT - 0346 - 2021

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Temperatura de Trabajo	Posición del Controlador	Tiempo de Calentamiento	Tiempo de Estabilización	Porcentaje de carga	Tipo de Carga / Muestra
60 °C ± 5 °C	60	60 min	50 min	30 %	ENVASES DE ACERO

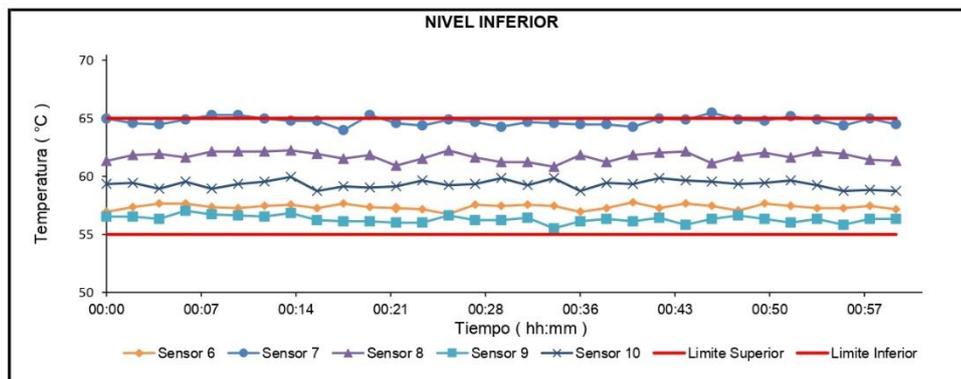
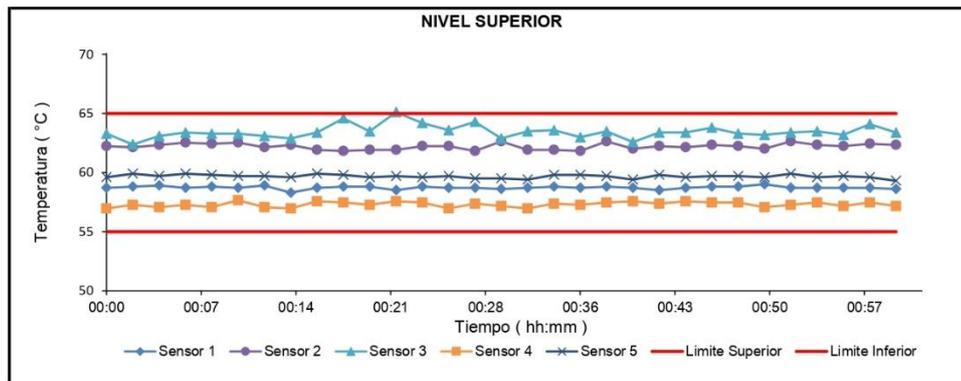
Tiempo (hh:mm)	Termómetro Horno (°C)	Temperaturas en las Posiciones de Medición (°C)										T _{prom} (°C)	T _{max} - T _{min} (°C)
		Nivel Superior					Nivel Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00:00	60	58,7	62,2	63,3	57,0	59,6	57,0	65,0	61,3	56,5	59,3	60,0	8,5
00:02	60	58,8	62,1	62,4	57,3	59,9	57,4	64,6	61,8	56,5	59,4	60,0	8,1
00:04	60	58,9	62,3	63,1	57,1	59,7	57,7	64,5	61,9	56,3	58,9	60,1	8,2
00:06	60	58,7	62,5	63,4	57,3	59,9	57,7	64,9	61,6	57,0	59,6	60,3	7,8
00:08	60	58,8	62,4	63,3	57,1	59,8	57,4	65,3	62,1	56,7	58,9	60,2	8,6
00:10	60	58,7	62,5	63,3	57,7	59,7	57,3	65,3	62,1	56,6	59,3	60,3	8,7
00:12	60	58,9	62,1	63,1	57,1	59,7	57,5	65,0	62,1	56,5	59,6	60,2	8,5
00:14	60	58,3	62,3	62,9	57,0	59,6	57,6	64,8	62,2	56,8	60,0	60,2	7,9
00:16	60	58,7	61,9	63,4	57,6	59,9	57,3	64,8	61,9	56,2	58,7	60,1	8,6
00:18	60	58,8	61,8	64,6	57,5	59,8	57,7	64,0	61,5	56,1	59,1	60,1	8,5
00:20	60	58,8	61,9	63,5	57,3	59,6	57,4	65,3	61,8	56,1	59,0	60,1	9,2
00:22	60	58,5	61,9	65,1	57,6	59,7	57,3	64,6	60,9	56,0	59,1	60,1	9,1
00:24	60	58,8	62,2	64,2	57,5	59,6	57,2	64,4	61,5	56,0	59,7	60,1	8,4
00:26	60	58,7	62,2	63,6	57,0	59,7	56,8	64,9	62,2	56,6	59,2	60,1	8,3
00:28	60	58,7	61,8	64,3	57,4	59,5	57,6	64,7	61,6	56,2	59,3	60,1	8,5
00:30	60	58,6	62,6	62,9	57,2	59,5	57,5	64,3	61,2	56,2	59,9	60,0	8,0
00:32	60	58,7	61,9	63,5	57,0	59,4	57,6	64,7	61,2	56,4	59,2	60,0	8,3
00:34	60	58,8	61,9	63,6	57,4	59,8	57,5	64,6	60,8	55,5	59,9	60,0	9,1
00:36	60	58,7	61,8	63,0	57,3	59,8	57,0	64,5	61,8	56,1	58,7	59,9	8,4
00:38	60	58,8	62,6	63,5	57,5	59,7	57,3	64,5	61,2	56,3	59,4	60,1	8,2
00:40	60	58,7	62,0	62,6	57,6	59,4	57,8	64,3	61,8	56,1	59,3	60,0	8,1
00:42	60	58,5	62,2	63,4	57,4	59,8	57,3	65,0	62,0	56,4	59,9	60,2	8,6
00:44	60	58,7	62,1	63,4	57,6	59,6	57,7	64,9	62,1	55,8	59,7	60,2	9,1
00:46	60	58,8	62,3	63,8	57,5	59,7	57,5	65,5	61,1	56,3	59,6	60,2	9,2
00:48	60	58,8	62,2	63,3	57,5	59,7	57,1	64,9	61,7	56,6	59,3	60,1	8,3
00:50	60	59,0	62,0	63,2	57,1	59,6	57,7	64,8	62,0	56,3	59,4	60,1	8,5
00:52	60	58,7	62,6	63,4	57,3	59,9	57,5	65,2	61,6	56,0	59,7	60,2	9,2
00:54	60	58,7	62,3	63,5	57,5	59,6	57,3	64,9	62,1	56,3	59,2	60,2	8,6
00:56	60	58,7	62,2	63,2	57,2	59,7	57,3	64,4	61,9	55,8	58,7	59,9	8,6
00:58	60	58,7	62,4	64,1	57,5	59,6	57,5	65,0	61,4	56,3	58,8	60,1	8,7
01:00	60	58,6	62,3	63,4	57,2	59,3	57,2	64,5	61,3	56,3	58,7	59,9	8,2
T. PROM	60,0	58,7	62,2	63,5	57,3	59,7	57,4	64,8	61,7	56,3	59,3	60,1	8,5
T. MAX	60,0	59,0	62,6	65,1	57,7	59,9	57,8	65,5	62,2	57,0	60,0	60,3	9,2
T. MIN	60,0	58,3	61,8	62,4	57,0	59,3	56,8	64,0	60,8	55,5	58,7	59,9	7,8
DTT	0,0	0,7	0,8	2,7	0,7	0,6	1,0	1,5	1,4	1,5	1,2	0,4	1,3



RESULTADOS DE MEDICIÓN

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	65,5	0,3
Mínima Temperatura Medida	55,5	0,2
Desviación Temperatura en el Tiempo	2,7	0,1
Desviación Temperatura en el Espacio	8,4	0,1
Estabilidad Medida (±)	1,37	0,04
Uniformidad Medida	9,2	0,1

GRAFICO DE TEMPERATURA DE LOS SENSORES



Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isoterma NO CUMPLE con los límites especificados de temperatura

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Temperatura de Trabajo	Posición del Controlador	Tiempo de Calentamiento	Tiempo de Estabilización	Porcentaje de carga	Tipo de Carga / Muestra
110 °C ± 5 °C	110	60 min	50 min	30 %	ENVASES DE ACEWRO

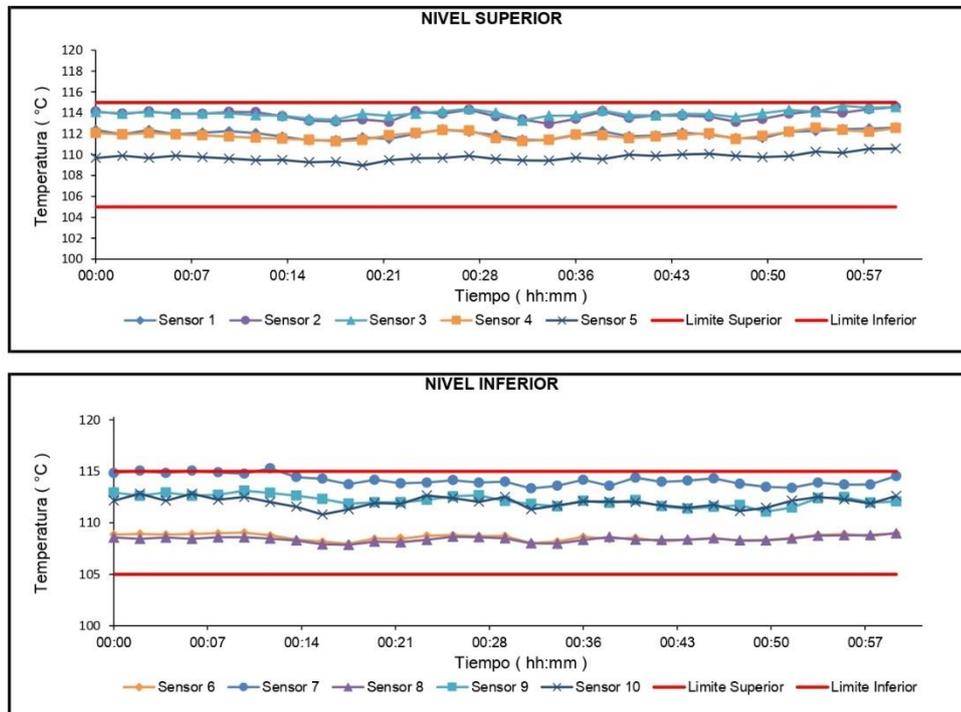
Tiempo (hh:mm)	Termómetro (°C)	Temperaturas en las Posiciones de Medición (°C)										Tprom (°C)	Tmax - Tmin (°C)
		Nivel Superior					Nivel Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00:00	110	112,4	114,1	114,1	112,1	109,7	108,9	114,8	108,6	112,9	112,2	112,0	6,3
00:02	110	112,0	113,9	113,9	111,9	109,9	108,9	115,1	108,5	112,6	112,8	112,0	6,6
00:04	110	112,4	114,1	114,1	112,1	109,7	108,9	114,8	108,6	112,9	112,2	112,0	6,3
00:06	110	112,0	113,9	113,9	111,9	109,9	108,9	115,1	108,5	112,6	112,8	112,0	6,6
00:08	110	112,1	113,9	114,0	111,9	109,8	109,0	114,9	108,6	112,7	112,2	111,9	6,3
00:10	110	112,2	114,1	114,0	111,7	109,6	109,1	114,8	108,6	113,1	112,5	112,0	6,2
00:12	110	112,1	114,1	113,8	111,6	109,5	108,8	115,3	108,5	112,9	112,0	111,9	6,8
00:14	110	111,7	113,7	113,7	111,5	109,5	108,4	114,4	108,3	112,6	111,6	111,6	6,1
00:16	110	111,4	113,3	113,4	111,4	109,3	108,2	114,3	107,9	112,3	110,8	111,2	6,4
00:18	110	111,4	113,2	113,4	111,3	109,3	108,0	113,7	107,9	111,9	111,3	111,1	5,9
00:20	110	111,6	113,4	113,9	111,4	109,0	108,5	114,2	108,2	112,0	111,9	111,4	6,0
00:22	110	111,5	113,1	113,7	111,9	109,5	108,5	113,8	108,1	112,0	111,9	111,4	5,7
00:24	110	112,0	114,1	113,9	112,1	109,7	108,8	113,9	108,4	112,2	112,7	111,8	5,8
00:26	110	112,4	113,9	114,1	112,3	109,7	108,8	114,2	108,7	112,6	112,4	111,9	5,5
00:28	110	112,2	114,3	114,4	112,3	109,9	108,7	113,9	108,6	112,7	112,0	111,9	5,8
00:30	110	111,9	113,7	114,0	111,6	109,6	108,7	114,0	108,5	112,1	112,5	111,7	5,5
00:32	110	111,4	113,4	113,3	111,3	109,4	108,0	113,3	108,0	111,8	111,3	111,1	5,4
00:34	110	111,4	113,0	113,7	111,4	109,4	108,2	113,6	108,0	111,6	111,7	111,2	5,8
00:36	110	111,9	113,4	113,7	111,9	109,7	108,6	114,2	108,3	112,1	112,1	111,6	5,8
00:38	110	112,2	114,1	114,2	111,9	109,6	108,4	113,6	108,6	111,9	112,1	111,7	5,8
00:40	110	111,8	113,5	113,8	111,6	110,0	108,6	114,4	108,4	112,2	112,0	111,6	6,0
00:42	110	111,8	113,8	113,8	111,7	109,9	108,2	114,0	108,3	111,6	111,7	111,5	5,8
00:44	110	112,1	113,7	113,9	111,9	110,0	108,4	114,1	108,4	111,4	111,5	111,5	5,7
00:46	110	111,9	113,6	113,9	112,0	110,1	108,5	114,3	108,5	111,5	111,7	111,6	5,8
00:48	110	111,6	113,1	113,6	111,5	109,9	108,3	113,8	108,3	111,7	111,1	111,3	5,5
00:50	110	111,6	113,4	114,0	111,8	109,8	108,3	113,5	108,3	111,1	111,5	111,3	5,7
00:52	110	112,2	113,9	114,3	112,2	109,9	108,5	113,4	108,5	111,5	112,2	111,7	5,8
00:54	110	112,3	114,2	114,1	112,6	110,3	108,8	113,9	108,8	112,4	112,5	112,0	5,4
00:56	110	112,4	114,0	114,7	112,4	110,2	108,9	113,7	108,8	112,5	112,3	112,0	5,9
00:58	110	112,5	114,4	114,5	112,2	110,6	108,7	113,7	108,8	112,0	111,9	111,9	5,8
01:00	110	112,6	114,6	114,6	112,5	110,6	109,0	114,5	109,0	112,1	112,6	112,2	5,6
T. PROM	110,0	112,0	113,8	113,9	111,9	109,8	108,6	114,2	108,4	112,2	112,0	111,7	5,9
T. MAX	110,0	112,6	114,6	114,7	112,6	110,6	109,1	115,3	109,0	113,1	112,8	112,2	6,8
T. MIN	110,0	111,4	113,0	113,3	111,3	109,0	108,0	113,3	107,9	111,1	110,8	111,1	5,4
DTT	0,0	1,2	1,6	1,4	1,3	1,6	1,1	1,9	1,1	2,0	2,0	1,1	1,5



RESULTADOS DE MEDICIÓN

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	115,3	0,4
Mínima Temperatura Medida	107,9	0,2
Desviación Temperatura en el Tiempo	2,0	0,1
Desviación Temperatura en el Espacio	5,7	0,1
Estabilidad Medida (±)	1,02	0,04
Uniformidad Medida	6,8	0,2

GRAFICO DE TEMPERATURA DE LOS SENSORES



Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isoterma NO CUMPLE con los límites especificados de temperatura

RESULTADOS DE MEDICIÓN

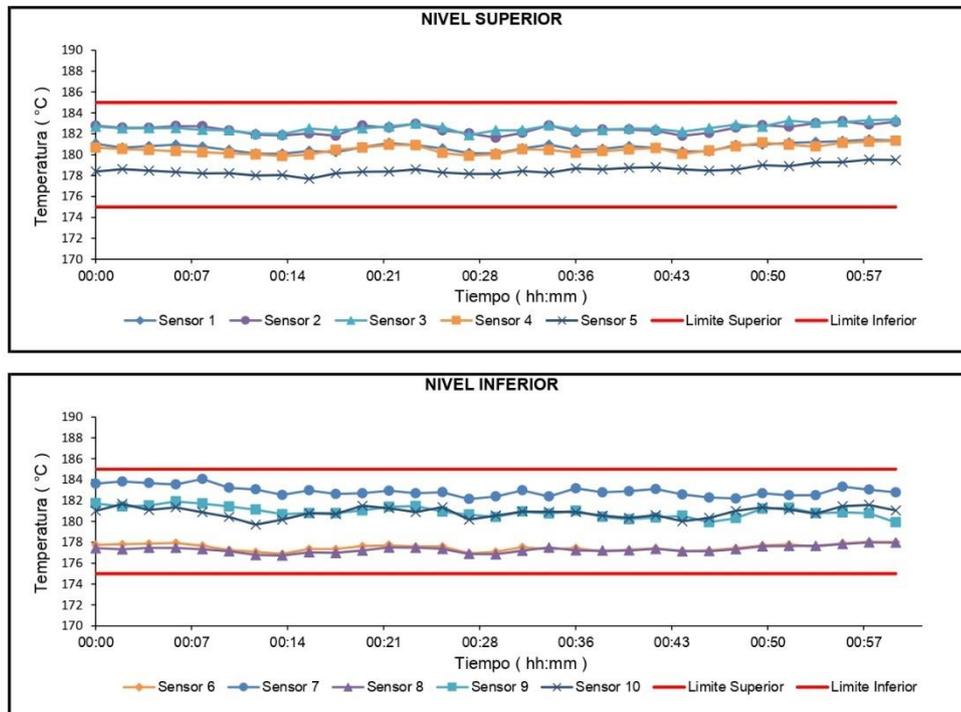
Temperatura de Trabajo	Posición del Controlador	Tiempo de Calentamiento	Tiempo de Estabilización	Porcentaje de carga	Tipo de Carga / Muestra
180 °C ± 5 °C	180	60 min	50 min	30 %	ENAVES DE ACERO

Tiempo (hh:mm)	Termómetro (°C)	Temperaturas en las Posiciones de Medición (°C)										T _{prom} (°C)	T _{max} - T _{min} (°C)
		Nivel Superior					Nivel Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00:00	180	181,1	182,8	182,7	180,7	178,4	177,8	183,6	177,4	181,7	181,0	180,7	6,2
00:02	180	180,7	182,6	182,5	180,5	178,6	177,8	183,8	177,3	181,4	181,7	180,7	6,5
00:04	180	180,8	182,6	182,6	180,5	178,5	177,9	183,7	177,5	181,5	181,1	180,7	6,2
00:06	180	181,0	182,8	182,6	180,3	178,3	177,9	183,5	177,5	181,9	181,4	180,7	6,1
00:08	180	180,8	182,7	182,4	180,2	178,2	177,7	184,1	177,3	181,7	180,9	180,6	6,7
00:10	180	180,5	182,3	182,3	180,1	178,2	177,3	183,2	177,2	181,4	180,4	180,3	6,1
00:12	180	180,1	181,9	182,0	180,0	178,0	177,1	183,1	176,8	181,1	179,7	180,0	6,3
00:14	180	180,1	181,9	182,0	179,9	178,1	176,9	182,5	176,7	180,7	180,2	179,9	5,8
00:16	180	180,4	182,0	182,5	180,0	177,7	177,4	183,0	177,0	180,8	180,8	180,2	5,9
00:18	180	180,2	181,8	182,3	180,5	178,2	177,4	182,6	177,0	180,8	180,7	180,2	5,6
00:20	180	180,7	182,8	182,5	180,7	178,4	177,6	182,7	177,2	181,0	181,5	180,5	5,6
00:22	180	181,1	182,6	182,7	180,9	178,4	177,7	182,9	177,5	181,4	181,3	180,7	5,4
00:24	180	180,9	183,0	183,0	180,9	178,6	177,6	182,7	177,5	181,5	180,9	180,7	5,5
00:26	180	180,6	182,3	182,6	180,2	178,3	177,6	182,8	177,4	180,9	181,4	180,4	5,4
00:28	180	180,2	182,0	181,9	179,9	178,2	177,0	182,1	176,9	180,7	180,2	179,9	5,3
00:30	180	180,1	181,6	182,3	180,0	178,2	177,1	182,4	176,9	180,4	180,6	180,0	5,5
00:32	180	180,6	182,1	182,3	180,5	178,4	177,5	183,0	177,2	180,9	180,9	180,4	5,8
00:34	180	181,0	182,8	182,8	180,5	178,3	177,3	182,4	177,5	180,8	180,9	180,4	5,5
00:36	180	180,5	182,2	182,4	180,2	178,7	177,5	183,2	177,2	181,0	180,9	180,4	6,0
00:38	180	180,6	182,4	182,4	180,3	178,6	177,1	182,8	177,2	180,4	180,6	180,2	5,7
00:40	180	180,8	182,4	182,5	180,5	178,7	177,3	182,9	177,2	180,2	180,3	180,3	5,7
00:42	180	180,7	182,3	182,5	180,6	178,8	177,4	183,1	177,4	180,4	180,6	180,4	5,7
00:44	180	180,3	181,8	182,2	180,1	178,6	177,2	182,6	177,2	180,5	180,0	180,0	5,4
00:46	180	180,3	182,1	182,6	180,4	178,5	177,2	182,3	177,2	179,9	180,3	180,1	5,4
00:48	180	180,9	182,6	182,9	180,8	178,6	177,4	182,2	177,3	180,3	181,0	180,4	5,5
00:50	180	181,0	182,8	182,7	181,2	179,0	177,7	182,7	177,6	181,2	181,4	180,7	5,2
00:52	180	181,2	182,7	183,3	181,0	178,9	177,8	182,5	177,7	181,3	181,1	180,7	5,6
00:54	180	181,2	183,0	183,1	180,8	179,3	177,6	182,5	177,7	180,8	180,7	180,7	5,5
00:56	180	181,3	183,2	183,1	181,1	179,3	177,9	183,3	177,8	180,9	181,5	180,9	5,5
00:58	180	181,4	182,9	183,3	181,3	179,5	178,1	183,0	178,0	180,8	181,6	181,0	5,3
01:00	180	181,4	183,1	183,4	181,3	179,5	178,0	182,8	178,0	179,9	181,1	180,8	5,4
T. PROM	180,0	180,7	182,5	182,6	180,5	178,5	177,5	182,9	177,3	180,9	180,8	180,4	5,7
T. MAX	180,0	181,4	183,2	183,4	181,3	179,5	178,1	184,1	178,0	181,9	181,7	181,0	6,7
T. MIN	180,0	180,1	181,6	181,9	179,9	177,7	176,9	182,1	176,7	179,9	179,7	179,9	5,2
DTT	0,0	1,3	1,6	1,5	1,5	1,8	1,2	1,9	1,3	2,0	2,0	1,1	1,5

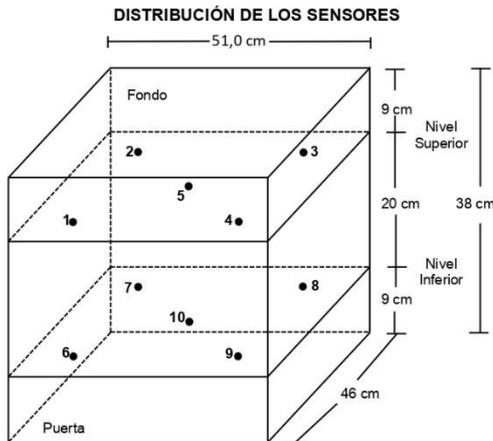
RESULTADOS DE MEDICIÓN

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	184,1	0,3
Mínima Temperatura Medida	176,7	0,3
Desviación Temperatura en el Tiempo	2,0	0,1
Desviación Temperatura en el Espacio	5,6	0,1
Estabilidad Medida (±)	1,00	0,04
Uniformidad Medida	6,7	0,1

GRAFICO DE TEMPERATURA DE LOS SENSORES



Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isoterma CUMPLE con los límites especificados de temperatura



FOTOGRAFÍA DEL MEDIO ISOTERMO



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.
 Los sensores del 1 al 5 están ubicados a 29 cm por encima de la base.
 Los sensores del 6 al 10 están ubicados a 9 cm por encima de la base.
 Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 están ubicados a 6 cm de las paredes laterales y a 6 cm del frente y fondo del equipo.

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.
 T. PROM: Promedio de las temperaturas en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
 T prom: Promedio de las temperaturas en las doce posiciones de medición para un instante dado.
 Tmax: Temperatura máxima.
 Tmin: Temperatura mínima.
 DTT: Desviación de Temperatura en el Tiempo.
 Para cada posición de medición su "**desviación de temperatura en el tiempo**" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.
 Entre dos posiciones de medición su "**desviación de temperatura en el espacio**" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.
 Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio de Medio Isoterma: 0,6 °C
 La Uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.
 La Estabilidad es considerada igual a $\pm \frac{1}{2}$ máx. DTT.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
TC-00289-2021

PROFORMA : 0745AC1 Fecha de emisión : 2021 - 02 - 10 Página : 1 de 2

1. **SOLICITANTE** : **MTL GEOTECNIA S.A.C.**
DIRECCIÓN : Cal.La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos Lima - Lima - San Martín De Porres

2. **INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : **PRENSA HIDRAULICA**
Marca : UTEST Capacidad Máxima : 2000 Kn
Modelo : NO INDICA División de Escala, d : 0,1 Kn
N° Serie : 19/002539 Procedencia : Turkia
Código de Ident. : NO INDICA Ubicación : LABORATORIO
Indicacion : kgf

3.- **FECHA Y LUGAR DE MEDICIÓN.**

La calibración se realizó el día 06 de febrero del 2021 en las instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

4. **MÉTODO.**

La calibración se efectuó por comparación directa tomando como referencia la norma ASTM E-4 "Estandar Practices for force Verification of Testing machines"

5. **TRAZABILIDAD.**

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	CERTIFICADO DE CALIBRACION
Patrón de Referencia del DM-INACAL	Manómetro Digital 0 bar a 700 bar Clase de Exactitud 0,05	LFP-C-043-2020

6. **CONDICIONES AMBIENTALES.**

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	25,2 °C	24,8 °C
HUMEDAD RELATIVA	67,0 %	68,0 %

7. **OBSERVACIONES.**

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.

La incertidumbre de la medición se determinó con un factor de cobertura k=2, para un nivel de confianza de 95%.

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

Verificar la indicación de cero del instrumento antes de cada medición.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP:0316



Certificado N° : TC-00289-2021
Página : 2 de 2

RESULTADOS							
INDICACIÓN DEL EQUIPO BAJO CALIBRACIÓN		INDICACION PROMEDIO DEL PATRON		ERROR		INCERTIDUMBRE	
(%)	Kn	(%)	Kn	(%)	Kn	(%)	Kn
0,0	0,0	0	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00
20,0	400,0	20,0	399,5	0,01	0,5	0,01	0,21
40,0	800,0	40,0	800,7	-0,01	-0,7	0,01	0,28
50,0	1000,0	50,0	1001,1	-0,02	-1,1	0,01	0,45
60,0	1200,0	60,0	1201,3	-0,03	-1,3	0,02	0,55
70,0	1400,0	70,0	1401,8	-0,04	-1,8	0,03	0,64
80,0	1600,0	80,0	1601,9	-0,04	-1,9	0,03	0,60
90,0	1800,0	90,0	1802,1	-0,04	-2,1	0,03	0,70
100,0	2000,0	100,0	2002,3	-0,11	-2,3	0,03	0,80

Valor Convencionalmente Verdadero = Indicación del Equipo a calibrar - error

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



Anexo 8. Boleta de ensayos de laboratorio

19/11/21 15:02

Boleta de Venta Electronica - Impresion

MTL GEOTECNIA S.A.C. CAL. LA MADRID 264 ASC. LOS OLIVOS AV ANTUNEZ DE MAYOLO CON AV DANIEL ALCID SAN MARTIN DE PORRES - LIMA - LIMA		BOLETA DE VENTA ELECTRONICA RUC: 20600375262 EB01-185	
Fecha de Vencimiento	: 20/11/2021		
Fecha de Emisión	: 19/11/2021		
Señor(es)	: JHONN JAIRO ZAPATA		
DNI	: HIDALGO		
Tipo de Moneda	: 72870222		
Observación	: SOLES TESIS: "IMPLEMENTACION DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO POROSO EN PAVIMENTOS EXPUESTOS A LLUVIAS, PIURA 2021"		
	Unidad	Valor	Importe de
	Cantidad	Descripción	Descuento(*) ICBPER Medida Unitario(*) Venta(**)
1.00	UNIDAD	DISEÑO DE MEZCLA 210 KG/CM2 (ENSAYOS FISICOS GRANULOMETRIA, PESO UNITARIO, ABSORCION, PESO ESPECIFICO, HUMEDAD)	296.62 0.00 350.0116 0.00
64.00	UNIDAD	DOSIFICACION PROBETAS 6X12 PULG (PATRON, 20% ACR, 30% ACR Y 40% ACR, REPLAZO AL AGREGADO GRUESO) INCLUYE MOLDEO, CURADO Y SLUMP.	18.65 0.00 1,408.448 0.00
36.00	UNIDAD	ENSAYO A COMPRESION (7, 14 Y 28 DIAS)	12.72 0.00 540.3456 0.00
24.00	UNIDAD	FLEXION DE VIGAS (7, 14, 28 DIAS)	12.713 0.00 360.03216 0.00
4.00	UNIDAD	PERMEABILIDAD DEL CONCRETO	211.865 0.00 1,000.0028 0.00
1.00	UNIDAD	MATERIALES (200 KG DE AGREDO FINO Y 200 KG DE AGREGADO GRUESO 2 BOLSAS DE CEMENTO)	127.12 0.00 150.0016 0.00
		Otros Cargos :	S/0.00
		Otros Tributos :	S/0.00
		ICBPER :	S/ 0.00
		Importe Total :	S/3,808.84
SON: TRES MIL OCHOCIENTOS OCHO Y 84/100 SOLES			
(*) Sin impuestos.	Op. Gravada :	S/ 3,227.83	
(**) Incluye impuestos, de ser Op. Gravada.	Op. Exonerada :	S/ 0.00	
	Op. Inafecta :	S/ 0.00	
	ISC :	S/ 0.00	
	IGV :	S/ 581.01	
	ICBPER :	S/ 0.00	
	Otros Cargos :	S/ 0.00	
	Otros Tributos :	S/ 0.00	
	Monto de	S/ 0.00	
	Redondeo	S/ 0.00	
	Importe Total :	S/ 3,808.84	
Esta es una representación impresa de la Boleta de Venta Electrónica, generada en el Sistema de la SUNAT. El Emisor Electrónico puede verificarla utilizando su clave SOL, el Adquirente o Usuario puede consultar su validez en SUNAT Virtual: www.sunat.gob.pe , en Opciones sin Clave SOL/ Consulta de Validez del CPE.			