



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Elaboración de adoquines de concreto permeable para uso de
pavimento de baja transitabilidad en la ciudad de Piura. Piura. 2020

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Lama Lopez, Doris Dusley (ORCID: 0000-0002-0448-6672)

Medina Castillo, Kevin Ivan (ORCID: 0000-0002-3009-2706)

ASESORA:

Mg. Saldarriaga Castillo, Maria del Rosario (ORCID: 0000-0002-0566-6827)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

PIURA – PERÚ

2020

Dedicatoria

A Dios, por darnos la fortaleza para poder continuar con una de las metas más anheladas, a nuestros padres que nos apoyaron en todo momento.

Agradecimiento

A la maestra Saldarriaga Castillo por cada momento dedicado, por sus sugerencias y sus ideas claras y exactas, por cada detalle y aclaración de cualquier duda

Índice de Contenidos

Carátula	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
Resumen	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	8
III. METODOLOGÍA.....	25
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	25
3.2. Variables y operacionalización	25
3.3. Población, muestra y muestreo	26
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	27
3.5. Procedimientos	27
3.6. Método de análisis de datos	28
3.7. Aspectos éticos	28
IV. RESULTADOS	29
V. DISCUSIÓN	60
VI. CONCLUSIONES.....	64
VII. RECOMENDACIONES	66
REFERENCIAS.....	67
ANEXOS.....	72

Índice de tablas

Tabla 2.1. Clasificación de los adoquines (NTP 399.611)	15
Tabla 2.3. Requisitos mínimos para los diferentes tipos de Pavimento	15
Tabla 4.1 Cantidad mínima de muestra de agregado grueso	34
Tabla 4.2. Cantidad mínima de muestra de ensayo	38
Tabla 4.3. Tamaño de la muestra de agregado.....	42
Tabla 4.4. Propiedades del cemento establecidas por Pacasmayo	46
Tabla 4.5. Propiedades del aditivo plastificante de Sika	47
Tabla 4.6. Características de los agregados	48
Tabla 4.7 Valores de diseño.....	48
Tabla 4.8. Volumen absoluto de mezcla.....	49
Tabla 4.9. Volumen absoluto de agregados	49
Tabla 4.10. Pesos de los elementos de mezcla (kg/m ³)	49
Tabla 4.11. Aporte de agua en los agregados.....	50
Tabla 4.12. Edad de ensayo y tolerancia permisible	53

Índice de gráficos y figuras

Figura 4.1. Agregado fino de la cantera de Sojo, el cual fue usado en esta investigación	31
Figura 4.2. Agregado grueso de la cantera de Cerro Mocho	31
Figura 4.3. Selección de las dos partes opuestas del cuarteo del agregado grueso de la cantera de Cerro Mocho	32
Figura 4.4. Lavado de material fino mediante la malla N°200	33
Figura 4.5. Peso de la muestra de agregado grueso de ½”	34
Figura 4.6. Distribución de tamices para agregado fino Y Agregado Grueso ..	35
Figura 4.7. Tamizado de agregado grueso	35
Figura 4.8. Pesado de picnómetro con agregado fino	36
Figura 4.9. Picnómetro, agua y agregado fino puesto en cocina hasta llegar a su punto de ebullición.....	37
Figura 4.10. Peso de una de las muestras de agregado grueso de ½”.	38
Figura 4.11. Muestras de agregado grueso sumergidas en recipientes con agua.....	39
Figura 4.12. Pesado del agregado grueso sumergido totalmente	39
Figura 4.13. Colocación del agregado grueso en el molde.....	40
Figura 4.14. Peso de molde más agregado grueso y fino	41
Figura 4.15. Aplicación de los 25 golpes en la primera capa para agregado grueso.....	41
Figura 4.16. Pesado de la muestra de agregado grueso.....	43
Figura 4.17. Secado de la muestra de agregado fino.....	43
Figura 4.18. Llenado de probetas graduadas con solución	44
Figura 4.19. Colocado de la muestra de arena en la probeta con solución	45
Figura 4.20. Cemento Fortimax Pacasmayo	45
Figura 4.21. Aditivo - SikaCem® Plastificante.....	47

Resumen

Este trabajo de investigación tuvo como objetivo general elaborar adoquines de concreto permeable para uso de pavimento de baja transitabilidad en calles de la ciudad de Piura. Piura. 2020. La metodología que se empleó obedece a un tipo de investigación aplicada, cuyo diseño es experimental puro, la población estudiada fueron las probetas de concreto, la muestra fue de 12 especímenes de concreto y la técnica que se aplicó fueron los ensayos de resistencia a la compresión y permeabilidad, dónde el formato de pruebas de laboratorio fue el instrumento para la recolección de datos. En cuanto a los resultados obtenidos del diseño de mezcla, cuya relación a/c 0.30, lo valores en volumen por bolsa de cemento fueron: 0.6 pie³ de agregado fino, 0.9 pie³ de agregado grueso, 13.2 lt. de agua y 70.80 ml de aditivo plastificante. Esta dosificación nos dio como resultado la resistencia a la compresión de 385 kg/cm² cumpliendo con lo establecido por la norma de pavimentos urbanos para calles locales. La permeabilidad tuvo un valor de $K = 0.000337$ cm/s, el cual no cumplió con lo recomendado por ACI 522R. Finalmente, esta investigación concluyó con la elaboración de adoquines que cumplieron con la resistencia pero que no lograron obtener los valores recomendados por la norma internacional para permeabilidad.

Palabras claves: Concreto permeable, permeabilidad, transitabilidad, adoquines.

Abstract

This research work had the general objective of preparing permeable concrete pavers for the use of low passability pavement in streets of the city of Piura. Piura 2020. The methodology that was used obeys a type of applied research, whose design is purely experimental, the population studied were the concrete probes, the sample of 12 concrete specifications and the technique that was applied were the resistance tests to compression and permeability, where is the laboratory test format was the instrument for data collection. Regarding the results obtained from the mix design, whose a / c ratio 0.30, the volume values per bag of cement were: 0.6 ft³ of fine aggregate, 0.9 ft³ of coarse aggregate, 13.2 liters of water and 70.80 ml of plasticizer additive. . This dosage gave us as a result the compression resistance of 385 kg / cm² complying with the established by the urban paving standard for local streets. The permeability had a value of $K = 0.000337$ cm / s, which did not comply with that recommended by ACI 522R. Finally, this investigation concluded with the development of paving stones that met the resistance but failed to obtain the values recommended by the international standard for permeability.

Keywords: Pervious concrete, permeability, passability, paving stones.

I. INTRODUCCIÓN

En el campo de la industria de la construcción existen normas fundamentales para que un pavimento brinde las condiciones básicas de calidad, cabe señalar, que un pavimento es una estructura que está conformada por capas las cuales están en función de la cantidad de cargas que va a soportar la vía. Así mismo, se conoce que hay una clasificación de pavimentos dentro de los cuales están los pavimentos flexibles, pavimentos rígidos y pavimentos articulados.

Con respecto a los pavimentos asfálticos o flexibles son aquéllos construidos con materiales asfálticos que se apoyan sobre una sub-base y base previamente diseñadas en función al tráfico que va a circular. En cuanto a pavimentos rígidos, el material predominante es el concreto, debido a sus condiciones de rigidez y el alto módulo de elasticidad, tiene la capacidad de absorber la mayor parte de cargas recibidas por el tránsito.(RONDÓN, H. Y REYES, F. 2015). A su vez, existen diversos proyectos de construcción vial que se ven en la necesidad de usar pavimento con adoquines de concreto debido a que su proceso constructivo desde el punto de vista económico es favorable, ya que la elaboración de un adoquín de concreto es el resultado de la mezcla de materiales como el cemento, agregados, agua y en algunos casos aditivos, posteriormente en el proceso final se le da una forma prismática.

Cabe mencionar, la importancia de hacer una investigación referente al uso de pavimento articulado a base de bloques de concreto con materiales permeables, ya que es un tipo de construcción de vías de larga durabilidad y costo menor, pese a que existen pocas ciudades en el mundo que emplean esta metodología constructiva innovadora, las ciudades que más se benefician ante la aplicación de esta nueva metodología son aquellas que tienen temporada de lluvias a gran escala y durante varios meses en el año.

Con respecto a los procesos constructivos que se llevan a cabo en la actualidad para pavimentos son muy limitados, ya que en muchos de los casos donde se va a llevar a cabo una obra civil de elaboración de pistas, carreteras, vías, etc no se presenta un amplio estudio técnico de las zonas, lo que no debería de ser ya que

esto último es muy importante porque es necesario conocer la realidad de cada proyecto constructivo vial, ya que presentan distintas características y por lo consiguiente un proceso constructivo especial. Existen muchas construcciones que no tienen en cuenta las características propias de cada zona, lo que ha posibilitado que en la actualidad hay se origine una problemática que involucra la construcción de pavimentos con características que impiden la evacuación de las aguas pluviales, es decir, la aplicación de pavimentos a base de materiales impermeables es muy repetitiva, por lo que muchas de las calles se ven afectadas en la temporada de lluvias y que en ellas se producen inundaciones totales debido a los materiales y procedimientos constructivos que no ayudan a filtrar el agua en el pavimento.

En países como China se ha desarrollado proyectos de ingeniería que brindan solución a problemas como las inundaciones a esto le denominan ciudades esponja, es decir, ciudades que a través de sus pistas hechas con materiales permeables pueden drenar el agua de las intensas lluvias que se producen en las localidades, un aspecto importante a tener en cuenta es que estos proyecto fueron empleados en el año 2013 y de acuerdo a su éxito el gobierno de China tiene como meta cumplir hasta el año 2020 la creación de un 20 % de ciudades esponja y elevar estas cifras para el año 2030. (FERNÁNDEZ B. 2019). Así mismo, en Brasil específicamente en Sao Paulo se colocó pavimento rígido con concreto poroso sobre un área de 1600 kilómetros cuadrados, estos pavimentos esta constituidos en su base por piedras de 35 cm que están aptas para retener el agua por algunas horas y reducir la probabilidad de inundaciones. (SPANISH.CHINA. ORG. CN, 2010).

En el Perú, explícitamente en la ciudad de Lima existen vías modernas y trabajadas con asfaltos a base de materiales impermeables, a pesar de aplicar estas tecnologías constructivas ya se observan deterioros como es la Av. Néstor Gambetta en la provincia constitucional del Callao, es así que la antigua Panamericana Sur con cuarenta kilómetros de vía se inclinó por la construcción de una vía de concreto que asegura años de durabilidad, debido a que el concreto es mucho más resistente ante las cargas pesadas de los vehículos que transitan por la zona. El diseño de un pavimento rígido se enfoca en materiales que prolonguen su vida útil mayor a 20 años. (LEIVA M. 2019).

En el departamento de Piura existe una problemática generalizada debido a diversas construcciones de pavimentos con materiales que impiden el paso de las aguas superficiales, sobre todo en época de lluvias, cabe explicar que, aparte de no contar con pavimentos con características permeables, existe un mal diseño o en muchos de los casos la falta de un buen drenaje pluvial, que trae como consecuencia una ciudad con calles, avenidas, pasajes, totalmente vulnerable ante la presencia de inundaciones y lluvias.

A partir del problema suscitado es que se presenta esta investigación que tiene como propósito elaborar adoquines de concreto permeable para uso de pavimento, lo que se quiere es dar solución a través de la funcionalidad de la vía con bloquetas permeables y así evitar posibles inundaciones, es importa anotar que cuando se refiere a permeabilidad, se describe al uso de los materiales como lo son sus agregados y su granulometría, esto es fundamental ya que ayudará a aumentar el porcentaje de vacíos en la mezcla de concreto y que con una buena dosificación de los materiales ayudará a obtener un concreto permeable.

Se debe agregar, que en la ciudad de Piura cuando se presentan temporadas lluviosas las calles se inundan con un considerable nivel de agua, esto debido a que no tienen en cuenta la evacuación o filtración de las aguas pluviales al momento de diseñar la infraestructura vial, por ello es conveniente realizar este tipo de investigaciones con la finalidad de brindar una solución al problema, además se evitaría la humedad en el entorno de la ciudad gracias a las construcciones permeables en calles, vías y avenidas para evitar las inundaciones en las calles de esta Región. Es pertinente mencionar que se tendrían que evaluar las tecnologías de mantenimiento correspondiente y la inclusión de un drenaje subterráneo que colabore a evacuar las aguas de las filtraciones de los adoquines, es importante señalar que esto es tema para otra investigación.

Finalmente, con este tipo de investigación se benefician las poblaciones del departamento de Piura y algunas otras ciudades en el mundo con constantes precipitaciones a gran escala. Además, es preciso acotar que no se cuenta con la estructura adecuada de pavimento que mitigue estos daños y tampoco un drenaje pluvial en la ciudad que garantice la transitabilidad y la calidad de vida de las personas.

A partir de lo anteriormente expuesto es propicio presentar la problemática de esta investigación así se plantea como problema general ¿Cómo es la elaboración de adoquines de concreto permeable para uso de pavimento de baja transitabilidad en calles de la ciudad de Piura. Piura. 2020? y como problemas específicos se plantearon: ¿Cuáles son los parámetros en la clasificación de pavimentos de baja transitabilidad para la elaboración de adoquines de concreto permeable en calles de la ciudad de Piura. Piura. 2020?; ¿Cuál es la dosificación adecuada para el diseño de mezcla de un adoquín permeable para uso de pavimento en calles en la ciudad de Piura. Piura. 2020?; ¿cuál es la propiedad mecánica del concreto permeable de los adoquines aplicados para pavimento de baja transitabilidad en calles en la ciudad de Piura. Piura. 2020? y ¿cuál es el coeficiente de permeabilidad de los adoquines aplicados en calles en la ciudad de Piura. Piura. 2020?

Esta investigación se justifica porque la ciudad de Piura no cuenta con un sistema de vías orientadas a evacuar las aguas pluviales lo cual conlleva a inundaciones en calles, avenidas, pasajes. El material empleado en un pavimento convencional durante el proceso constructivo hace que la carpeta de rodadura sea impermeable. Por otro lado, la transitabilidad en Piura ante la presencia de lluvias a gran escala se ve afectada, tanto vehículos menores como pesados sufren daños ya que en su mayoría las calles de Piura son hechas de pavimento flexible lo cual su mayor enemigo es el agua y esto hace que se originen fallas estructurales, cabe destacar que durante el proceso constructivo de pavimentos en algunos casos no se tiene un control de calidad estricto, es decir, no hay un monitoreo o supervisión constante que permita obtener buenos resultados a nivel de ejecución del proyecto, hay que resaltar que la ejecución de proyectos que no tiene en cuenta la problemática que afronta la ciudad de Piura como es las inundaciones conlleva a generar gastos al momento de que se presentan estos episodios provocados por la naturaleza, la solución que proponen las autoridades locales es la utilización de equipos mecánicos que permitan retirar el agua empozada en las pistas de la ciudad y recuperar la transitabilidad, sin embargo el mantenimiento de pistas y veredas después de inundaciones originan una reconstrucción que implica grandes inversiones.

Por otra parte, está la calidad de vida de las personas las cuales se ven perjudicadas a consecuencia de los grandes volúmenes de agua presente dentro de las viviendas debido a la cantidad de horas que llueve, tal es el caso de El fenómeno del niño costero ocurrido en el año 2017 que trajo como consecuencia pérdidas económicas, humanas. Dentro de los factores fundamentales está el diseño de las vías y su drenaje pluvial que es inexistente en muchos lugares de la ciudad. Además de que se veían bloqueadas las calles impedían el tránsito peatonal en las zonas afectadas lo que origina dificultades en el ingreso a los accesos básicos como lo pueden ser colegios, hospitales, mercados y/o centros de trabajo.

Se debe agregar que la presente investigación está enfocada para que se puedan afianzar los conocimientos acerca de la utilización de adoquines de concreto permeable para evitar aniegos en las pistas provocados por las intensas lluvias. Al mismo tiempo esto obedece a un estudio de cada uno de sus materiales para conseguir su permeabilidad, lo que asegura una evaluación técnica que nos va a permitir asegurar la funcionalidad de pavimento articulado con concreto permeable ante la presencia de inundaciones.

En caso de probar la permeabilidad del adoquín se estaría proponiendo nuevas tecnologías de construcción en la parte de infraestructura vial la cual contribuya a la mitigación de las inundaciones y mejore la transitabilidad en las calles en donde circula el tráfico medio. Además, se estaría beneficiando la población cercana a este tipo de pavimento aplicado con adoquines de concreto permeable, así mismo los usuarios que día a día transitan por la zona con sus vehículos, esto marcaría un hito importante en la sociedad y en el rubro de la construcción a nivel de pavimentos que se ejecutan en la ciudad de Piura, ya que se vería como una ciudad modelo para las demás que se ven afectadas por los embates propios de la naturaleza. Es importante decir, que el pavimento articulado con concreto poroso se puede aplicar en zonas altamente inundables lo que garantizaría la funcionalidad de la vía, es preciso señalar que este tipo de pavimento con estas características solo se emplearía en lugares de baja transitabilidad como lo pueden ser en zonas residenciales, parques y estacionamientos.

En relación a la hipótesis de este trabajo de investigación, se establecieron en correspondencia con el planteamiento del problema. Así como hipótesis general de esta investigación se formula: H1: Si se puede elaborar adoquines de concreto permeable para uso de pavimento de baja transitabilidad en calles de la ciudad de Piura. Piura. 2020. H1°: No se puede elaborar adoquines de concreto permeable para uso de pavimento de baja transitabilidad en calles de la ciudad de Piura. Piura. 2020 y como hipótesis específicas se enuncian las siguientes: H2: Si se puede identificar los parámetros en la clasificación de pavimentos de baja transitabilidad para la elaboración de adoquines de concreto permeable en calles de la ciudad de Piura. Piura. 2020 e H2°: No se puede identificar los parámetros en la clasificación de pavimentos de baja transitabilidad para la elaboración de adoquines de concreto permeable en calles de la ciudad de Piura. Piura. 2020; H3: Si se puede determinar la adecuada dosificación para el diseño de mezcla de un adoquín permeable para uso de pavimento en calles de la ciudad de Piura. Piura. 2020 e H3°: No se puede determinar la adecuada dosificación para el diseño de mezcla de un adoquín permeable para uso de pavimento en calles de la ciudad de Piura. Piura. 2020; H4: Si se puede establecer la propiedad mecánica del concreto permeable de los adoquines aplicados para pavimento de baja transitabilidad en calles de la ciudad de Piura. Piura. 2020 e H4°: No se puede establecer la propiedad mecánica del concreto permeable de los adoquines aplicados para pavimento de baja transitabilidad en calles de la ciudad de Piura. Piura. 2020 y finalmente, H5: Si se puede conocer el coeficiente de permeabilidad de los adoquines aplicables a calles de la ciudad de Piura. Piura. 2020 e H5°: No se puede conocer el coeficiente de permeabilidad de los adoquines aplicables a calles de la ciudad de Piura. Piura. 2020.

Para resolver los problemas que embargan esta investigación se propone como objetivo general, elaborar adoquines de concreto permeable para uso de pavimento de baja transitabilidad en calles de la ciudad de Piura. Piura. 2020 y como objetivos específicos se proponen: Identificar los parámetros en la clasificación de pavimentos de baja transitabilidad para la elaboración de adoquines de concreto permeable en calles de la ciudad de Piura. Piura. 2020; determinar la adecuada dosificación para el diseño de mezcla de un adoquín permeable para uso de pavimento en calles de la ciudad de Piura. Piura. 2020; establecer la propiedad

mecánica del concreto permeable de los adoquines aplicados para pavimento de baja transitabilidad en calles de la ciudad de Piura. Piura. 2020 y por último, conocer el coeficiente de permeabilidad de los adoquines aplicables a calles de la ciudad de Piura. Piura. 2020.

II. MARCO TEÓRICO

Seguidamente se da paso a la descripción de los trabajos previos a esta investigación, así se tiene, SAÑUDO, L. (2014) en su trabajo de investigación para lograr el grado de doctor denominado *Análisis de la infiltración de agua de lluvia en firmes permeables con superficies de adoquines y aglomerados porosos para el control en origen de inundaciones* de la Universidad de Cantabria de España tuvo como objetivo principal estudiar y optimizar la metodología que implica captar el agua de lluvias mediante el uso de pavimento poroso en base a sistemas de drenaje sostenible, este trabajo de investigación se ajusta a un modelo experimental. Además, se midió la disposición para infiltrar agua en un pavimento con características porosas, así como también se realizó un ensayo en laboratorio que determine el actuar hidráulico de un pavimento poroso para el cual se diseñó un simulador de lluvia, de forma que ayudó en la ejecución de ensayos, a esto se le denominó Portable Laboratory Rainmaker (PLR) o Simulador de Lluvia Portátil con la finalidad de simular intensidades de lluvia muy variables, otro fue el ensayo para medir la drenabilidad del concreto y asfalto permeable con la ayuda de un permeámetro laboratorio caminos santander (LCS), a través de ello se va a acceder a medir en función de un tiempo determinado la disposición de una superficie permeable para drenar el agua recibida. Finalmente después de la realización con el ICF para las tasas de infiltración se obtuvo como resultado 775 (5 mediciones por cada uno de los 155 ensayos, correspondientes a las 5 cámaras que recogen el agua infiltrada bajo cada probeta), además a raíz de los resultados obtenidos dentro del ensayo del actuar hidráulico de un firme permeable, el interés se centra en los volúmenes que se almacenan en cada capa, el cual es capaz de acumular agua en cada una de sus etapas hasta el punto de saturación, por último dentro de los resultados obtenidos en el ensayo para medir la drenabilidad de superficies de concreto permeable y asfalto tenemos que los valores de permeabilidad de las probetas de hormigón poroso reforzado con polímeros indica como permeabilidad media 0.0172 m/s y para permeabilidad de las probetas de asfalto poroso arroja como permeabilidad media 0.0120 m/s. por otro lado, esta investigación concluye con un estudio integral de infiltración en varias secciones de firmes porosos como sistemas de retención de agua de lluvia para el control de las inundaciones.

MOUJIR, Y. Y CASTAÑEDA, L. (2014) dentro de su investigación para obtener el grado de título denominado *Diseño y aplicación de concreto poroso para pavimentos* de la universidad Pontificia Universidad Javeriana de Cali, Colombia. Tuvo como objetivo principal diseñar hormigón permeable en algunos casos con agregados finos y en otros sin agregado fino, esto empleado en pavimento rígido de baja transitabilidad, para ello utilizó una metodología experimental con un enfoque de investigación cuantitativo. En este trabajo se llevaron a cabo ensayos de flexo- tracción, permeabilidad, resistencia a compresión y módulo de elasticidad, en este se evaluaron 7 mezclas para el diseño tipo I con finos, y para cada mezcla 4 cilindros de los cuales se evaluaron 2 se ensayaron a los 7 días y 2 a los 28 días, cuyos resultados sean aptos para posteriormente usarlos en pavimentos de tipo rígido permeables y con una resistencia mayor a 21MPa, luego de hacer el diseño de mezcla se evaluó la comparación de dos tipos de mezcla, una de tipo I con inclusión de agregados finos y la mezcla de tipo II sin agregado fino considerando lo establecido en la norma ACI 522 R, para certificar las mezclas conseguidas en ambos diseños propuestos, el vínculo existente entre la resistencia y porosidad es que mientras tengamos una mayor cantidad de poros la resistencia va a disminuir, se demostró que la mezcla tipo I con menos porcentaje de vacíos mecánicamente se comportó mejor que la de tipo II. Finalmente, esta investigación concluye que la mezcla de tipo I puede ser utilizada como capa de rodadura para pavimentos de tráfico ligero, para que este concreto poroso cumpla con su función tiene que considerarse un sistema de drenaje que ayude a disminuir los problemas de colmatación.

CABELLO, S. Y OTROS (2015) en su artículo de investigación denominado *Concreto poroso: constitución, variables influyentes y protocolos para su caracterización* de la Universidad Técnica de Machala consideró como objetivo principal evaluar la aplicación latente del hormigón permeable en construcciones del Cantón Machala, para ello utilizó una metodología no experimental de nivel descriptivo, utilizaron para la fase de caracterización del hormigón poroso el ensayo para definir la resistencia a compresión a 7, 14, 21 y 28 días para tal efecto se ejecutaron uno por cada dosificación y tiempo de fraguado, además se hizo el ensayo de flexotracción a los 28 días, ensayo de Arquímedes el cual es empleado para la cuantificación del porcentaje de vacíos del concreto y por último el ensayo

de permeabilidad, estos ensayos fueron realizados de acuerdo a las normas ACI y/o ASTM finalmente se concluyó que el cemento, el agua, agregado grueso, poco o nada de agregado fino y aditivos son los componentes del concreto permeable que mezclados con las proporciones idóneas de agua/cemento y con la granulometría adecuada de los agregados, puede ofrecer una pertinente relación en permeabilidad/resistencia.

CÁRDENAS, E. Y OTROS. (2016) en su artículo de investigación titulado *Pavimentos permeables. Una aproximación convergente en la construcción de viabilidades Urbanas y en la preservación del recurso agua* de la universidad autónoma del estado de México tuvo como objetivo principal estudiar la utilidad del concreto con características porosas en infraestructura vial para las urbanizaciones, para ello se utilizó una metodología no experimental que se ajusta a un modelo descriptivo. Los criterios vigentes de diseño para pavimentos está en identificar las cargas que serán aplicadas a ese pavimento como también la selección de los materiales con los que se construyen sus componentes, es importante señalar que la resistencia a la compresión y al corte en valores elevados es vital de forma que garantice la transitabilidad en la zona donde usen pavimentos permeables. Otro punto a destacar es atender las externalidades como la preservación del recurso hídrico, entonces se hará necesario identificar la caracterización de las variables que puedan hacer posible lo anteriormente dicho, para este caso es donde se piensa en la aplicación de pavimentos porosos, en donde su paquete estructural está constituido en la sub- base por materiales granulares que va desde 1" a 6" y se considera un espesor de 0.15 m, para la base se utiliza grava de ¾" con un espesor de 3 a 5cm y por encima de esta capa, aquella que estará en contacto permanente con el tránsito vehicular se colocara el pavimento poroso de 12 cm de espesor. Finalmente, esta investigación concluye que para una movilidad urbana sostenible la aplicación de concretos porosos debe ser una opción, ya que su uso maneja y preserva de la mejor manera el recurso agua.

MÉNDEZ, N. Y MOSQUEDA, M. (2016) en su trabajo de investigación para conseguir el grado de título denominado *Estudio de la resistencia del concreto permeable para pavimentos* de la universidad de Carabobo de Venezuela tuvo

como objetivo principal determinar la permeabilidad y resistencia del concreto poroso en el laboratorio de materiales, para ello se utilizó una metodología no experimental y se ajusta a un modelo descriptivo porque se va permitir realizar un diagnóstico del concreto permeable realizando dos distintos diseños de mezclas convencionales comparado con un diseño de concreto permeable. En relación a los ensayos para obtener el coeficiente de permeabilidad se definieron 6 probetas, los cuales tenían un diámetro de 15 cm por los 30 cm en cuanto a su altura, 3 probetas se elaboraron sin agregado fino y 3 incorporándoles agregado fino, así mismo se elaboraron 8 viguetas de 0.305 m de largo, 0.10 m de ancho y 0.08 m de alto donde 4 son con agregado fino y 4 sin agregado fino para ejecutar el ensayo de flexión, teniendo en cuenta para ambas dosificaciones la relación agua/ cemento y la relación de vacíos tanto para mezclas con y sin agregados finos. Finalmente se obtuvo como resultado un coeficiente de permeabilidad mayor a 9 % dentro de la mezcla de concreto sin la aplicación de finos a diferencia de la mezcla que contenía finos en su estructura, es decir al tener mayor agregado fino dentro de la mezcla la permeabilidad va a tender a disminuir. Por otro lado, esta investigación concluye que a pesar del desconocimiento de concreto poroso se pudieron hacer diferentes diseños de mezcla con o sin existencia de agregado fino y así realizar los ensayos de permeabilidad y resistencia respectivos.

AQUINO, R. (2015) en su trabajo de investigación para obtener el título denominado *Diseño y aplicación de concreto ecológico con fibras de polipropileno para pavimentos rígidos* de la universidad nacional de Cajamarca tuvo como objetivo principal hacer un concreto con fibras de polipropileno, además de cumplir con los requerimientos permeables y mecánicos. La tesis tiene un enfoque de tipo cuantitativo y se ajusta a un modelo experimental siendo el sujeto en estudio los especímenes de concreto. Se efectuaron ensayos para determinar la permeabilidad, flexión y compresión teniendo 132 especímenes, 12 especímenes cilíndricos para verificación de la permeabilidad, 48 especímenes para ensayos de flexión y 72 especímenes cilíndricos para ensayos de compresión, en cuanto al concreto ecológico se le incorporó aditivo plastificante polifuncional denominado Sikament- 290N, con el objetivo de tener trabajabilidad con la mezcla y fácil colocación, además se decidió usar fibras sintéticas de polipropileno con la finalidad de incrementar su resistencia mecánica. Para que la mezcla sea

considerada permeable o ecológica, el mínimo para el porcentaje de vacíos debería ser de 15% y como consejo se da que no sea superior a 25%. Por otro lado, esta investigación concluye que la mezcla de concreto ecológico está dentro de los requerimientos mecánicos y permeables para diseño de pavimento rígido de transitabilidad muy baja, este diseño de mezcla de concreto ecológico se hizo tomando en consideración lo estipulado en ACI 211. 3R- 97 y ACI 522R-1.

MALDONADO, A. Y PAREDES, L. (2015) Dentro del trabajo de investigación para alcanzar el grado de maestro denominado *Soluciones tecnológicas para el diseño de secciones Permeables en vías urbanas en la ciudad de Tarapoto* de la Universidad Nacional de Ingeniería de la ciudad de Lima tuvo como objetivo principal establecer un diseño de una sección permeable discontinua con la finalidad de que el agua atravesase su estructura, de tal forma que las calles no se noten inundadas totalmente en temporada de lluvia en la ciudad de Tarapoto, esta investigación obedece a un enfoque cuantitativo y se ajusta a un modelo experimental, cabe destacar que su alcance es de nivel explicativo porque busca constituir las causas de los fenómenos que se estudian. Se llevaron a cabo ensayos de infiltración utilizando el Infiltrómetro Cántabro Fijo (ICF), además se utilizaron 12.50 adoquines de 20 cm de largo, 10 cm de ancho y 6 centímetros de alto con un $f'c= 420 \text{ kg/cm}^2$. Finalmente se obtuvo como resultado que la filtración de agua acumulada de un pavimento permeable discontinuo sin colmatar está en 99.21% mientras que 99.03% es la infiltración acumulada en un pavimento permeable discontinuo colmatado al máximo y cabe añadir que se ha notado 97.01 % de infiltración en pavimento poroso discontinuo con mantenimiento. Por otro lado, la presente investigación finaliza con el acatamiento del objetivo principal ya que se alcanzó un estudio integro de la infiltración de una superficie porosa discontinua en tres escenarios de colmatación, de forma que las calles no estén inundadas totalmente en temporada de lluvia en la ciudad de Tarapoto, además se cuidó en tener buenos niveles de resistencias en calles urbanas de esta ciudad a modo de alcanzar buenos resultados a nivel social, ambiental y económico.

FLORES, C. Y PACOMPIA, I. (2015) en su trabajo de investigación para obtener el título denominado *Diseño de mezcla de concreto permeable con adición de tiras de plástico para pavimentos $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ en la ciudad de Puno* de la universidad

nacional del altiplano de la ciudad de Puno tuvo como objetivo principal determinar el alcance que tiene la incorporación de tiras de polipropileno en las propiedades del hormigón con características porosas diseñado para uso de pavimento y de esta manera dar una alternativa para solucionar las dificultades que se presentan cuando las lluvias son intensas, y se tienen pavimentos impermeables. Para ello utilizo un método de investigación cuantitativa con un alcance de nivel explicativo. Se ejecutaron ensayos de resistencia a la compresión, flexión, permeabilidad y contenido de vacíos, se elaboraron especímenes de 10 cm de diámetro y 15 cm de alto y se consideró dos muestras con gradación de agregados N° 8 y gradación N° 57 ambas con la inclusión de tiras polipropileno 3 mm x 30 mm, se obtuvo que la resistencia a la compresión realizada a 28 días del concreto poroso con agregados gruesos N° 57 fue menor en un 26.13% a la desarrollada con el N° 8 y también se demostró que la resistencia aumento en 16.7% y 4.2% al incluir tiras de polipropileno de 0.05% y 0.10% finalmente se tuvo que el óptimo porcentaje de incorporación de tiras de polipropileno es 0.05%. Se llega a la conclusión que para el diseño de mezcla de un concreto poroso $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ para uso de pavimento en la ciudad de Puno las tiras de polipropileno mejoran parcialmente las propiedades del mismo, específicamente la resistencia a la compresión.

BAUTISTA, A. (2018) en su trabajo de investigación para obtener el título denominado *Diseño de pavimento rígido permeable para la evacuación de agua pluviales según la norma ACI 522R-10* de la universidad San Martín de Porres de la ciudad de Lima tuvo como objetivo principal establecer un diseño de pavimento rígido permeable para la evacuación de las aguas pluviales determinando su resistencia a la compresión, flexión, contenido de vacíos y capacidad de infiltración de agua bajo los criterios establecidos de la norma ACI 522R-10, para ello utilizo una investigación experimental orientada a un enfoque cuantitativo con un alcance descriptivo, se llevaron a cabo ensayos con 5 diseños de mezcla realizándose especímenes de concreto cilíndricos para el ensayo de resistencia y vigas que corresponden al ensayo de flexión con contenido de vacíos de 10% 15% y 20% y contenido de arena de 0% , 10% y 20% para la realización de los ensayos de destrucción en las diferentes edades de curado 7, 14 y 28 días. Por otro lado, esta investigación concluye que los diseños que poseen agregado fino son más resistentes en cuanto a soportar esfuerzos, pero obstruyen los vacíos de la mezcla.

En ese sentido, los agregados finos ayudan al concreto a ganar resistencia, pero disminuyen la permeabilidad, y con los diseños que no poseen agregado fino sucedió lo contrario con un alto contenido de vacíos es decir alta permeabilidad, pero baja resistencia.

A continuación, se teorizarán las variables de este trabajo de investigación, tal es el caso de la variable adoquines de concreto permeable que, según GORDILLO, T. (2015) afirma que la metodología más eficaz y económica para la construcción de un pavimento permeable, es mediante la utilización de adoquines de concreto, el cual cuyo aspecto, una vez asentado deja una abertura entre ellos que son rellenados con gravilla fina por donde filtrara el agua de lluvia.

Así mismo explica que el pavimento permeable reduce la impermeabilidad efectiva de una urbanización, con lo que disminuye el caudal máximo de diseño y por consiguiente se aminorara el tamaño y el coste de la red secundaria, cabe destacar que esto es muy importante ya que causara ahorros en la inversión imprescindible para urbanizar el terreno.

Por otro lado, el Instituto Americano del Concreto (ACI) en su norma ACI-552R, está determinado como un material de estructura abierta hecho con agregados que dan la facultad de que el agua drene, además en su composición está el cemento portland, agregado grueso, poco o nada de finos, en algunos casos se utiliza aditivos y finalmente el agua. La mezcla de estos materiales produce un concreto endurecido con poros interconectados, cuyo tamaño oscilan entre 2 y 8 mm, lo que tolera el paso del agua. (FRANCISCO A. 2016).

En cuanto a los tipos de adoquines la norma indica que existen 3, en primera instancia tenemos al tipo I, el cual es utilizado en pavimentos de uso peatonal, luego tenemos al de tipo II, para pavimentos de tránsito vehicular ligero, finalmente al de tipo III, aplicado en pavimentos de tránsito vehicular pesado, patios industriales y contenedores. (NTP 399.611)

Tabla 2.1. Clasificación de los adoquines (NTP 399.611)

TIPO	USO
I	Adoquines para pavimentos de uso peatonal.
II	Adoquines para pavimentos de tránsito vehicular ligero.
III	Adoquines para tránsito vehicular pesado, patios industriales y de contenedores.

Fuente: Norma C.E 010 Pavimentos urbanos

Tabla 2.3. Requisitos mínimos para los diferentes tipos de Pavimento

Elemento \ Tipo de pavimento		Flexible	Rígido	Adoquines
Sub – rasante		95 % de compactación: Suelos granulares – Proctor Modificado Suelos Cohesivos – Proctor Estándar		
		Espesor compactado: ≥ 250 mm – Vías locales y colectoras ≥ 300 mm – Vías arteriales y Expresas		
Sub – base		CBR ≥ 40 % 100 % Compactación Proctor Modificado	CBR ≥ 30 % 100 % Compactación Proctor Modificado	
Base		CBR ≥ 80 % 100 % Compactación Proctor Modificado	N.A (NO APLICABLE)	CBR ≥ 80 % 100 % Compactación Proctor Modificado
Imprimación/capa de apoyo		Penetración de la imprimación ≥ 5 mm	N.A (NO APLICABLE)	Cama de arena fina, de espesor comprendido entre 25 y 40 mm
Espesor de la capa de rodadura	Vías locales	≥ 50 mm	≥ 150 mm	≥ 60 mm
	Vías colectoras	≥ 60 mm		≥ 80 mm
	Vías arteriales	≥ 70 mm		*No Recomendable
	Vías expresas	≥ 80 mm	≥ 200 mm	*No Recomendable
Material	Vías locales	Concreto asfáltico ***Debe ser hecho preferentemente con mezcla en caliente. Donde el proyecto considere mezclas en frío, estas deben ser hechas con asfalto emulsificado	MR ≥ 3,4 MPa (34 kg/cm ²)	f _c ≥ 38 MPa (380 kg/cm ²)
	Vías colectoras			
	Vías arteriales			
	Vías expresas			

Fuente: Norma C.E 10 Pavimentos urbanos.

En cuanto al diseño de mezcla, LAURA, S. (2006), señala que es el desarrollo de pautas que se correlacionan entre sí, tal es el caso de la elección de los materiales como lo es el cemento, agregados, agua y aditivos, así como también determinar las cantidades o proporciones de cada uno de ellos de forma que obtengamos un concreto trabajable, resistente a acciones de compresión y con una durabilidad propia.

Es importante destacar la información necesaria para efectuar un diseño de mezcla, así mismo tenemos que contar con el estudio de la granulometría de los agregados, peso unitario compactado tanto de agregado fino como grueso, así como también el peso específico de cada uno de ellos, también se requiere contar con el contenido de humedad y porcentaje de absorción, perfil y textura de los agregado fino y grueso, otra de las variables incluidas para el diseño de mezcla es el tipo, marca y peso específico del cemento, finalmente la relación entre resistencia y la relación agua/cemento, para mezclas probables de cemento y agregados.

En relación a los diferentes materiales que forman parte de la mezcla de concreto se conoce que está compuesto por el cemento, los agregados, agua, aditivos (opcional), Según GUTIÉRREZ DE LÓPEZ, L (2003), explica que el cemento alude a toda sustancia que tenga condiciones de pegante cualquiera sea su origen. El cemento portland es el resultado de la pulverización del Clinker con adición de yeso. El Clinker es obtenido de la calcinación hasta una fusión incipiente de una composición adecuadamente proporcionada de materiales como calcáreos, férricos y silíceos.

La clasificación utilizada se encuentra en la norma NTC 30, apoyada en las normas ASTM

- Cemento Portland tipo 1. Este tipo de cemento es aplicado de forma general en obras de concreto y no cuenta con características especiales.
- Cemento Portland tipo 2. Una de las características de este cemento es que tiene una moderada resistencia ante el ataque de sulfatos.
- Cemento Portland tipo 3. Logra una elevada resistencia inicial.
- Cemento Portland tipo 4. Tiene un bajo desprendimiento de calor.

- Cemento Portland tipo 5. Este tipo de cemento brinda una elevada resistencia ante la presencia de sulfatos.

Dentro de los componentes del concreto se encuentran los agregados tanto finos como gruesos, los cuáles tiene dos características principales donde está involucrado el proporcionamiento de las mezclas de concreto, que influye mucho en la trabajabilidad cuando el concreto se encuentra en estado fresco, una de las características es el tamaño de los agregados y la distribución de sus partículas. La otra característica se enfoca en la textura de su superficie, forma y porosidad.

El tamaño máximo de los agregados para concreto de alta resistencia superior a los 70 MPa o 700 kg/cm² es cercano a $\frac{3}{4}$ pulg. Para lograr altas resistencias se puede usar piedra triturada en lugar de grava de forma redonda. (KERKHOFF, B. Y OTROS, 2004).

En cuanto a los agregados destinados para la preparación de un hormigón con características porosas, para agregado grueso puede ser solo de un tamaño u oscilar entre $\frac{3}{4}$ y $\frac{3}{8}$ pulgadas (19 y 9,5 mm). En su forma puede ser de tipos redondos y machacados, para elaborar concreto poroso. Los agregados aplicados tienen que respetar los parámetros dados en ASTM D 448 y C 33. (ACI, 2006).

Otro de los componentes es el agua, y para TORRE, A. (2002), tiene como función reaccionar con el cemento con el objetivo de hidratarlo, además de actuar como lubricante para poder obtener una mezcla trabajable. Los límites que se pueden admitir en la mezcla y curado están definidos en la norma NTP 339.088, si el agua no reúne estos requisitos estipulados por la norma se procederá a realizar ensayos, los cuales van a determinar el tiempo de fraguado de la mezcla y la resistencia a la compresión a 7 y 28 días.

No se les dará uso a las aguas que no se rijan a los parámetros constituidos en la Norma Técnica Peruana (NTP) del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) actual, debido a que modificaría las propiedades o características del concreto, lo cual afectaría en la calidad de la construcción de la obra donde se involucre la utilización de concreto tal es el caso de columnas, zapatas, vigas, pavimento rígido, etc. Es por ello que se debe contar con un estricto control de los materiales en la

obra para tener como resultado construcciones durables y resistentes ante las condiciones de las cargas vivas y/o muertas.

Finalmente, se tiene en cuenta los aditivos, quienes mejoran las propiedades del concreto, aquellos son materiales orgánicos o inorgánicos incorporados en la mezcla y que funcionan como un reactivo para el proceso de hidratación, el endurecimiento e incluso la estructura interna del concreto. (PASQUEL E. 1998).

En cuanto a los aditivos podemos encontrar a los aditivos acelerantes, aditivos incorporadores de aire, aditivos reductores de agua – plastificantes, aditivos superplastificantes, aditivos impermeabilizantes y los aditivos retardadores. (KERKHOFF, B. Y OTROS, 2004).

En cuánto a DIEGO, S (2001) determina que la reacción química producto de la combinación de la pasta cementante con el agua unen también las partículas de los agregados tanto fino como agregado grueso, en algunos casos se le incorpora aditivo para mejorar las propiedades de la mezcla. El concreto tiene características importantes tal es el caso de la durabilidad y resistencia en estado endurecido, debido a eso su aplicación ha sido constantes en los últimos tiempos y es conocida a nivel mundial por ser utilizado en mega construcciones, una de las ventajas del concreto en estado fresco es su trabajabilidad y facilidad para colocarlo dentro de los diversos encofrados de casi la forma que se requiera, otra de las ventajas es la destacada propiedad mecánica del concreto como lo es la resistencia a la compresión, es decir, cargas verticales actuantes en los diferentes elementos estructurales de una edificación.

En cuanto a las desventajas es conveniente decir que en muchos casos se emplea una mano de obra no calificada la preparación del concreto es incorrecta debido a su desconocimiento, es muy importante conocer su elaboración ya que es un elemento fundamental para las construcciones, una de las desventajas del concreto es que tiene baja resistencia a la tracción y es limitado para ser usados en elementos estructurales a flexión, es importante describir que la tracción es complementada con el acero ya que responde muy bien cuando se está trabajando a flexión.

Según SÁNCHEZ, D. (2001) establece que entre de las propiedades del concreto convencional en estado fresco se tiene la trabajabilidad, la cual se refiere a la capacidad de la mezcla de concreto para ser colocada en casi cualquier forma que tenga el encofrado para posteriormente poder compactarlo y darle su respectivo acabado, otra de las propiedades es la consistencia el cual representa el grado de humedad de la mezcla, por lo general esto se puede apreciar en el ensayo para determinar la consistencia y fluidez del concreto, el cual es el Slump, los procedimientos y pautas a seguir están establecidos en NTP 339.054. Una vez realizado el ensayo se tomará la medida del asentamiento, esta medida debe estar dentro de los parámetros dictados por la norma, si bien es cierto que mientras tengamos más altura el concreto será más trabajable, pero es importante destacar que la mezcla no deberá ser tan fluida ya que iría en contra de las normativas de construcción. De la misma forma, a menor altura vamos a tener un concreto seco y de poca trabajabilidad. La uniformidad cuenta como otra de las propiedades del concreto cuando se encuentran en estado fresco, ya que los materiales usados en la mezcla de concreto reaccionan y se distribuyen en toda la masa. Así mismo está la homogeneidad esta propiedad es el reflejo de los materiales adecuados usados según el diseño de mezcla como uno de sus componentes encontramos a los agregados seleccionados del tamaño correcto el cual le otorga esa homogeneidad en la mezcla, así como también la relación agua y pasta cementante para poder obtener un concreto durable y que ofrezca una buena resistencia, además es importante decir que un buen amasado, adecuado transporte y colocación complementan un concreto homogéneo.

Por otro lado, en cuanto a las propiedades del concreto en estado endurecido encontramos la resistencia a la compresión del concreto, aquella es una propiedad mecánica muy importante dentro de una estructura, si bien es cierto tiene poca resistencia a la tracción, pero su complemento es el acero es cual la combinación de ambos se comporta muy bien ante los efectos de cargas actuantes en una edificación. Es preciso acotar que existe un ensayo que nos va a permitir obtener el valor de la resistencia a la compresión del concreto, para ello se elaborarán probetas con concreto de algún elemento estructural en estudio, posteriormente después de que fragua la mezcla se retira del molde metálico para su respectivo

curado, seguidamente se procederá a su rompimiento con la ayuda de una prensa hidráulica a los 7, 14 y 28 días. Vale destacar que el concreto alcanza su resistencia máxima a los 28 días. Los parámetros para la realización de este ensayo se encuentran implantados en NTP 339.034.

Además, como otra de las propiedades esta la durabilidad y dentro de este aspecto se define como la selección adecuada de los materiales que estarán incluidos en el diseño de mezcla para casos especiales, en donde el concreto va a estar expuesto ante agentes químicos que van a alterar su estructura, es necesario saber dónde se piensa colocar el concreto, ante qué condiciones climatológicas va a estar expuesto, de forma que se tomen las medidas correspondientes al momento de hacer el diseño de mezcla.

Según LÓPEZ, E. (2012) dentro de las propiedades del concreto permeable en estado fresco indica que se tiene a la consistencia y peso volumétrico, esto indica que el asentamiento de una mezcla de concreto permeable a comparación de un concreto convencional, posee de una mayor concentración, esto genera que, al momento de realizar el ensayo correspondiente, dé como resultado un asentamiento que oscila entre 0 a 1 cm. En cuanto al peso volumétrico del hormigón poroso se aproxima a un 70% del peso volumétrico del concreto convencional, si bien es cierto, el peso volumétrico es dependiente de la cantidad porcentual de vacíos variables de 1600 a 2000 kg/cm³.

Como otra de las propiedades se tiene la relación contenido de huecos de aire-peso volumétrico, esto representa que el concreto permeable compactado con 8 niveles distintos de energía emiten pesos volumétricos entre 1680 y 1920 kg/cm³, lo que indica que la energía con la cual es compactada el concreto influye mucho en el contenido de huecos de aire. Es importante decir que el cambio de los pesos volumétricos incide significativamente en la resistencia a compresión.

Por otro lado, como propiedad del concreto permeable en estado endurecido esta la resistencia a la compresión, dentro de esto se tiene que tener en cuenta la cohesión entre agregado y la pasta de cemento, la cantidad requerida de cemento

está en función de la granulometría de los agregados, es preciso anotar que si se requiere obtener una buena resistencia también es necesario tener una variación del tamaño de los agregados o también la incorporación de un aditivo, estos factores son claves para obtener una buena resistencia en el concreto permeable. Otro de los factores es la relación agua/cemento es cual debe estar dentro de 0.26 a 0.45. La resistencia a la flexión es otra de las propiedades del concreto poroso, aquella es mejor en comparación del concreto convencional, ya que representa un 30 % más de resistencia a la compresión que del concreto hidráulico ordinario. La resistencia a la flexión oscila entre 10 a 38 kg/ cm² para concretos porosos.

Una de las propiedades del concreto permeable es su capacidad de filtración, y su velocidad para atravesar su estructura depende de la porosidad de los materiales, la densidad del fluido y la presión a la que estará sometido. Si bien es cierto, la permeabilidad del concreto se relaciona con el contenido de huecos de aire, el cual se aproxima a un 15%. Se sabe que mientras tengamos una mayor cantidad de vacíos o hagamos más porosa la mezcla, la resistencia a la compresión tiende a disminuir, cabe destacar si su aplicación se proyecta para pavimento debe haber un equilibrio entre resistencia y permeabilidad.

En cuanto a la teorización de las variables es preciso estudiar la variable pavimento de baja transitabilidad. En primer lugar se presentará la definición de pavimento en general, el cual según, GIORDANI, C. Y OTROS (2015) indican, que un pavimento es una estructura de vías de comunicación formadas por capas con materiales tratados o no tratados, colocados sobre un terreno que se acondiciona para la puesta del paquete estructural previamente diseñado, las vías de comunicación tienen como función permitir el tránsito vehicular con seguridad y comodidad, además de la resistencia a las acciones del ambiente al que se expone la estructura.

RONDÓN, H. Y OTROS (2015) señalan que los pavimentos para carreteras y vías urbanas son estructuras que cuentan con varias capas superpuestas horizontalmente compuestas por materiales previamente seleccionados, aquellas estructuras se diseñan para soportar las cargas otorgadas por el tránsito y las

condiciones climatológicas, además las cargas dinámicas del tránsito producen un esfuerzo cíclico, deformaciones horizontales, deformaciones verticales y de corte en las interfaces de las capas. De forma generalizada se tiene a los siguientes tipos de pavimentos como lo son: los pavimentos flexibles, pavimentos rígidos y pavimentos articulados o en adoquín.

Se define como pavimento flexible a estructuras viales conformadas por una capa asfáltica apoyadas sobre capas de menor rigidez, constituidos por materiales granulares no tratados o ligados. Los esfuerzos que originan el tránsito que circula a diario se disipan a través de cada una de las capas que conforman el paquete estructural, de manera que, cuando llegue a subrasante, esta no se vea afectada debido a que la mayor energía debe disiparse en las capas inferiores, y así poder evitar las deformaciones que permitan el deterioro funcional o estructural de la vía. En lo que concierne a pavimentos rígidos se explica que es una estructura constituida por una capa o losa de concreto hidráulico de 18 a 30 cm de espesor, esta capa o losa se apoya en una capa granular no tratada o estabilizada con cementos hidráulicos, es importante indicar que debido a que el concreto cuenta con un alto valor de módulo de elasticidad los esfuerzos que se originan por el tráfico vehicular se aminoran en cuanto a flexión debido a la losa de concreto, en cuanto a los esfuerzos de compresión son distribuidos en una mayor área que son transmitidos al suelo en magnitudes menores. En relación a pavimentos articulados, se define como estructuras conformadas en su superficie por adoquines, los cuales van unidos entre sí por un material sellante, estos elementos rígidos y el sello se retienen sobre una capa de arena de 3 a 5 cm de espesor compacto.

Hay que mencionar, además que Fundación Centro Tecnológico do Granito de Galicia (2012) indica que el uso de pavimentos articulados suele emplearse en calles de la ciudad, las estaciones de carga, en estacionamientos, plazas y también en veredas para tráfico peatonal, las formas de los adoquines por lo general son prismáticas, cuadradas o rectangulares. La utilización de este tipo de pavimentos presenta diversas ventajas como lo pueden ser: rapidez en la colocación y puesta en funcionamiento, así como también flexibilidad, resistencia y reutilización, además es preciso recalcar que es muy importante el acabado superficial de forma

que se adapte rugosidad en los elementos individuales rígidos (adoquines) y así poder mitigar el riesgo de deslizamientos.

En lo que respecta a permeabilidad VELEZ, L. (2010) dice que la permeabilidad en el concreto se basa en la migración de agua o de otras sustancias líquidas por los poros del material en un tiempo determinado, y así ser el resultado de la composición de la porosidad en la pasta de concreto.

Es importante destacar que la permeabilidad en pavimentos es determinante si se requiere evitar inundaciones en la ciudad, ya que se tendría preparado un sistema sofisticado de construcción vial, la cual a través de su estructura evacuarían las aguas superficiales, el valor de permeabilidad también se relaciona con la resistencia a la compresión si se piensa elaborar concreto para uso de pavimento ya que estará sometido a las cargas repetitivas del tránsito y expuesto a las condiciones climatológicas de la zona.

Para GUZMÁN, C. (2016) agrega que las ventajas de los pavimentos permeables debido a su adecuado coeficiente de permeabilidad los charcos no tardaran mucho en desaparecer, puesto que el concreto permeable probablemente contenga agua en su estructura mientras se evacua al subsuelo, esto puede indicar la reducción o eliminación de los drenajes pluviales, otra de las ventajas es el control del escurrimiento de las aguas superficiales, así como también la reducción del ruido originado por el paso de los vehículos.

En cuanto a las desventajas está el uso o la aplicación de concreto poroso en pendientes pronunciadas genera sub-presiones que pueden dañar las estructuras subyacentes de la capa de rodadura, cuando la pendiente es mayor a 1%, otra de las desventajas es que debido a la colmatación por algún elemento que este en el ambiente la permeabilidad se vea afectada debido a la obstrucción de los poros incluidos en los pavimentos permeables lo que involucra que la estructura pierda su principal característica que es la evacuación de la aguas superficiales debido a su alto coeficiente de permeabilidad.

Es importante considerar los volúmenes de tránsito obtenidas de la base de estudio de tráfico, en tal forma entra a tallar el IMD (Índice medio diario), según (Fundación

laboral de la construcción), el IMD representa el número total de vehículos que pasan durante un año en una vía, dividido por los 365 días del año, o las 24 hrs de un día, el IMD se utiliza para saber el tráfico total de un país, zona, carretera o tramo y definir la importancia de la vía y relacionar el tráfico con otras variables, como puede ser el IMD de vehículos pesados, lo cual determina la categoría del tránsito necesaria para proyectar la sección del pavimento.

En el Perú la clasificación de calles urbanas agrupan a las de tipo residencial ligera y residenciales como vías locales, aquellas no exceden los 200 y 1000 vehículos por día respectivamente, también se encuentran las vías colectoras que recogen el tráfico de las vías locales y que reciben de 1000 a 8000 vehículos por día, cabe destacar que dentro de esta clasificación de vías colectoras están consideradas las calles industriales, cuyo volumen de tráfico va desde los 2000 a 4000 vehículos por día, así mismo se tiene a las calles comerciales consideradas como vías expresas, cuyo volumen de tráfico va desde los 11000 a 17000 vehículos por día, finalmente se tiene a las vías arteriales, divididas en arteriales mayores, cuyo volumen de tráfico va desde los 4000 a 30000 vehículos por día y arteriales menores oscilando entre los 4 000 a 15000 vehículos por día. (Norma CE.010 Pavimentos Urbanos, 2010)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

Este trabajo de investigación es de tipo aplicada, porque con la elaboración de adoquines a base de concreto permeable se procurará adquirir resultados que establezcan la factibilidad, para que posteriormente sea una alternativa innovadora en la infraestructura vial de la ciudad.

CHÁVEZ, R. (2007) menciona que la investigación de tipo aplicada busca el uso de los conocimientos que se logran, a partir de acciones inmediatas a corto plazo también se le conoce como investigación empírica, básicamente lo que concierne a los investigadores, principalmente son aquellos resultados obtenidos en la práctica para enfrentar problemas concretos.

Diseño de investigación

El diseño de esta investigación es experimental de nivel experimental puro porque los investigadores manipularán intencionalmente la variable adoquines de concreto, ya que en su elaboración, se tendrán en cuenta distintas dosificaciones de los materiales que conforman la mezcla de concreto, hasta conseguir las dosis adecuadas para que el adoquín de concreto se vuelva permeable y pueda ser usado en pavimentos de tránsito bajo.

HERNÁNDEZ, R; FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, P. (2014) mencionan que un diseño experimental responde a un plan o estrategia desarrollada para lograr tener la información que se requiere en una investigación, manipulando la variable independiente, además dentro de la tipología se encuentra a los diseños preexperimentales, experimentales puros y cuasiexperimentales

3.2. Variables y operacionalización

- Variable independiente: Adoquines de concreto permeable (cuantitativa)
- Variables dependiente: Pavimento (cualitativa)

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

Para QUEZADA, A. Y OTROS. (2010), universo o población es el conjunto constituido por todos los elementos, mediciones o individuos que tienen una cualidad en común o de suma importancia para el investigador.

En cuanto al presente trabajo de investigación, se reconoció como sujeto de estudio a las probetas y viguetas de concreto, en tal caso la población será los especímenes de concreto y su posterior utilización en pavimento articulado donde se elabore con agregado grueso de 1/2".

Muestra

Según HERNÁNDEZ, R; FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, P. (2014) indican que, para el proceso cuantitativo, la muestra es una parte en que se divide la población de utilidad, a aquello se hará una recolección de los datos y que se definirán y se delimitarán con exactitud, cabe destacar que la muestra señala un representativo de la población.

Para la presente investigación se ha decidido como muestra tomando en consideración el Manual de Ensayo de Materiales dado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC):

En primera instancia se ejecutará el ensayo para medir la resistencia a la compresión de las 9 probetas que se elaborarán, aquellas adoptarán forma de cilindro y tendrán un diámetro de 15cm, su longitud será de 30cm, serán 3 probetas hechas de concreto poroso que se ensayarán a los 7, 14 y 28 días.

Con respecto a la permeabilidad del concreto, se producirán 3 probetas de concreto, serán de forma cilíndrica con 15 cm de diámetro y su altura de 11.50cm, serán 3 para concreto permeable que se ensayarán a los 28 días.

En conclusión, la muestra para esta investigación será un total de 12 especímenes de concreto.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de investigación

Para CARRASCO, S. (2005), las técnicas de investigación son un conjunto de pasos que encaminan a los investigadores en cada una de las fases de investigación científica las técnicas que pueden utilizarse en una investigación científica es la técnica de Laboratorios, empleadas mayormente en ciencias.

Por consiguiente, en este trabajo de investigación se empleará la técnica del Ensayos de laboratorio para la recolección de datos como técnica primordial, en consecuencia, se efectuará: ensayo para verificación de la resistencia a compresión a los 7, 14 y 28 días y finalmente se llevará a cabo el ensayo de permeabilidad, a 28 días.

Instrumentos de investigación

Para CARRASCO, S. (2005), el instrumento tiene un papel fundamental dentro de la investigación científica en cuanto a la recolección de los datos, ya que estos se pueden obtener a través de un conjunto de preguntas e ítems las cuales nos puedan proporcionar características de personas o elementos que son materia de estudio.

En cuanto a esta investigación se usará el fichas de registro (formato de pruebas) otorgados por el laboratorio, posterior a haber ejecutado los ensayos pertinentes, los documentos son configuraciones que ya están estandarizados y están en función a normas ASTM C39, ASTM C293 y ACI 522R-10.

3.5. Procedimientos

Debido a que son documentos normalizados por ASTM y por desarrollar los ensayos por profesionales con un alto nivel de conocimiento y especializados en el tema, se fiará en los resultados y no necesita validación, menos aún la determinación de la confiabilidad.

3.6. Método de análisis de datos

Primero, se realizará el diseño de la mezcla para obtener un concreto con características porosas para ser usado en adoquines para pavimento, teniendo en consideración las pautas que indica el ACI 522R-10 tales como la selección de cada uno de los materiales y características de cada uno de ellos, además de la relación agua/cemento. Cabe destacar que se tendrá cuenta en todo momento la resistencia a la compresión que se pretende alcanzar con el concreto permeable diseñado, además se requerirá que estos cumplan los requisitos mínimos dados por la norma CE-010 Pavimentos urbanos. Es importante indicar que de la mezcla de Concreto poroso obtenida se harán probetas para llevar a cabo los ensayos de compresión y permeabilidad, de esta forma adquirir los datos esenciales para su posterior análisis. Finalmente se elaborarán los adoquines con las medidas estándares, en un área de 0.50 m².

3.7. Aspectos éticos

Los autores de esta investigación se comprometen a respetar la autenticidad de los resultados presentados una vez concluida la investigación, cabe indicar que hay una correcta citación de los autores nombrados en el marco teórico, y se confiara en los datos obtenidos en laboratorio donde se lleven a cabo los distintos ensayos requeridos a los especímenes de concreto poroso para su aplicación en pavimentos articulados.

IV. RESULTADOS

Los resultados del primero objetivo específico se enfocaron en identificar los parámetros en la clasificación de pavimentos de baja transitabilidad para la elaboración de adoquines de concreto permeable en calles de la ciudad de Piura. Piura. 2020.

Cuadro 1: Parámetros para pavimentos de baja transitabilidad

Pavimento	Clasificación	Espesor (mm)	Mínimo (Kg/cm²)	Promedio (Kg/cm²)	Volumen de tránsito (VPD)
Articulado (Adoquín)	Vías locales	60	370	410	≤ 200

Fuente: Valores extraídos de la norma CE.010 Pavimentos urbanos

Interpretación:

Es necesario recalcar que cuando se especifica baja transitabilidad se hace mención a las calles o vías locales, aquellas que reciben bajo volumen de tránsito y que dentro de la clasificación de adoquines pertenece al de tipo II, donde su uso es para pavimentos de tránsito vehicular ligero. Además, es importante definir siguiendo los lineamientos de la norma de Pavimentos urbanos, el espesor para vías locales, siendo mayor o igual a 60 mm y cuya resistencia a la compresión para este tipo de adoquines está en un promedio de 410 Kg/cm², teniendo como mínimo el valor $f'c=370$ Kg/cm².

Se debe agregar que dentro de la norma CE.010 Pavimentos urbanos, se encontró los valores correspondientes a los parámetros establecidos, dentro de los cuales se identificó la clasificación de las calles urbanas a la de tipo residencial ligera, precisamente detalla que no son calles tan largas y se encuentran en espacios residenciales, aquellas pueden tener retorno y otras no, además esta norma específica que las calles reciben tráfico para 20 o 30 casas o predios aproximadamente, si bien es cierto se les considera como vías locales, por recibir reducidos volúmenes de tránsito que está por debajo de 200 vehículos por día, es

importante agregar que el tráfico diario promedio de camiones (ADTT) va de 2 a 4 (en dos direcciones, no incluyendo a camiones de dos ejes y cuatro llantas), la carga máxima que le toca recibir a estas calles locales son de 98 KN y ejes tándem de 160 KN.

En cuanto al segundo objetivo, determinar la adecuada dosificación para el diseño de mezcla de un adoquín permeable para uso de pavimento en calles de la ciudad de Piura. Piura. 2020, los resultados fueron obtenidos a través de los ensayos practicados en laboratorio, los que proporcionaron las características de los agregados en general, para posteriormente proceder a realizar el diseño de mezcla siguiendo los lineamientos de la norma ACI.

2. Ensayos en laboratorio.

Inicialmente se realizaron ensayos con la finalidad de poder conseguir los valores requeridos, para posteriormente hacer el diseño de mezcla de concreto, tal es el caso de:

- Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global (NTP 400.012:2001)
- Método de ensayo para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75 μm (N° 200) (NTP 400.018:2002).
- Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado (NTP 339.185:2002).
- Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino. (NTP 400.022:2013).
- Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso. (NTP 400.021:2002).
- Método de ensayo para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (peso unitario) y los vacíos en los agregados (NTP 400.017:2011).
- Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (peso unitario) y los vacíos en los agregados (NTP 400.017:2011).
- Ensayo Equivalente de arena de suelos y agregados finos (ASTM D-2419, NTP 339.146)

Seguidamente se especificarán como fue que se llevó a cabo la recaudación de los datos:

a) Muestreo de agregados: NTP 400.010

Equipos

- Pala
- Regla de acero
- Sacos
- Balanza
- Cucharón

1. El agregado se consiguió de la cantera de Cerro Mocho y Sojo



Figura 4.1. Agregado fino de la cantera de Sojo, el cual fue usado en esta investigación.



Figura 4.2. Agregado grueso de la cantera de Cerro Mocho.

2. Destinar un área para el correcto almacenamiento de los agregados.
3. Posteriormente se mezclará homogéneamente el material depositado sobre los sacos.
4. Seguidamente se divide en cuatro partes (Cuarteo) la muestra seleccionada con una regla de acero.
5. A continuación, se procede a recoger el material con un cucharón y una tara de las dos partes opuestas.
6. Emplear la muestra seleccionada de las dos partes opuestas para llevar a cabo los ensayos.



Figura 4.3. Selección de las dos partes opuestas del cuarteo del agregado grueso de la cantera de Cerro Mocho.

b) Cantidad de material fino que pasa la malla N° 200: NTP 400.018

Equipos

- Recipientes metálicos
- Balanza calibrada
- Cocina industrial
- Tamiz N°200: lo utilizamos para lavar el agregado.

Procedimiento de ensayo

1. Inicialmente se procedió a muestrear el agregado, para posteriormente hacer el cuarteo del material, la muestra sacada de esto nos ayudará también con el ensayo de granulometría tanto para agregado grueso, así como también para el agregado fino. En cuanto al agregado grueso se tomó como peso 6000 gr y para el agregado fino fue de un peso de 1000 gr.
2. Seguidamente, la muestra se lavó sobre un recipiente metálico, pasando a través del tamiz N° 200, el procedimiento se hizo cuidadosamente de forma que se evite perder los finos en suspensión. Cabe destacar que esta técnica se hizo tanto para agregado grueso, como también para el agregado fino.
3. A continuación, se llevó a cabo el secado del material, para lo cual se utilizó una cocina industrial a fuego constante.
4. Finalmente se hizo enfriar a temperatura ambiente, de forma que se registre el peso seco final. Además, de determinar el peso seco, se calcula lo que pasa por el tamiz N° 200 en porcentaje en relación a la muestra inicial. NTP 400.018.



Figura 4.4. Lavado de material fino mediante la malla N°200

c) Granulometría: (NTP 400.012)

Equipos:

- Juego de tamices para agregado fino.
- Juego de tamices para agregado grueso.
- Taras o bandejas
- Balanza calibrada.

Procedimiento de ensayo

1. En primera instancia se hizo el muestreo de los agregados, además del cuarteo, de forma que obtengamos el peso idóneo para realizar el ensayo propuesto.
2. A continuación se presentará la tabla donde se muestran las cantidades mínimas para el agregado grueso.

Tabla 4.1 Cantidad mínima de muestra de agregado grueso

Máximo tamaño nominal con aberturas cuadradas		Masa mínima de la muestra de ensayo
mm	(Pulg.)	kg
9.5	(3/8)	1
12.5	(1/2)	2
19.0	(3/4)	5
25.0	(1)	10
37.5	(1½)	15
50.0	(2)	20
63.0	(2½)	35
75.0	(3)	60
90.0	(3½)	100
100.0	(4)	150
125.0	(5)	300

Fuente: Norma técnica Peruana NTP 400.012:2001 Agregados. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.



Figura 4.5. Peso de la muestra de agregado grueso de 1/2"

3. Se puso a secar el material en una cocina industrial.

4. Seguidamente se procedió a seleccionar los tamices (2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", 1/4", N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100, N° 200)



Figura 4.6. Distribución de tamices para agregado fino Y Agregado Grueso.

5. Se realizó el tamizado de manera manual, durante un tiempo determinado.



Figura 4.7. Tamizado de agregado grueso.

6. Después de realizar los procesos anteriores, se llevó al cabo la verificación del peso retenido de cada de uno de los tamices, para posteriormente calcular los valores requeridos para este ensayo.

d) Peso específico y absorción de agregado fino: NTP

Equipos:

- Picnómetro
- Balanza calibrada
- Cocina industrial

Procedimiento de ensayo

1. Del material pasante por la malla N° 04 se tomó un peso de 500 gr para agregado fino.
2. Se lavó el picnómetro y se pesó, posteriormente se llenó con agua hasta la marca indicada.
3. Seguidamente, solo dejamos con agua hasta la mitad del picnómetro y con la ayuda de un embudo introducimos el agregado fino, luego se limpió las paredes para poner el picnómetro con el agua y el agregado fino en la cocina hasta llegar a su punto de ebullición.

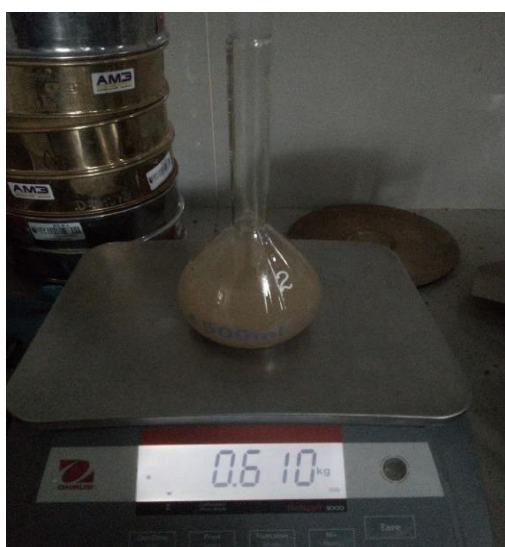


Figura 4.8. Pesado de picnómetro con agregado fino



Figura 4.9. Picnómetro, agua y agregado fino puesto en cocina hasta llegar a su punto de ebullición.

4. Finalmente se dejó enfriar a temperatura ambiente, luego se llenó con agua hasta la marca indicada en el picnómetro y se pesó para obtener los datos correspondientes al ensayo.

e) Peso específico y absorción del agregado grueso: NTP 400.021

Equipos

- Cesta metálica
- Recipiente de plástico
- Horno
- Balanza calibrada
- Paños industriales

Procedimiento de ensayo

1. Inicialmente se realizó el cuarteo del agregado grueso tomando una muestra cuyas cantidad mínimas se representan en la siguiente tabla 4.2.

Tabla 4.2. Cantidad mínima de muestra de ensayo

Tamaño máximo nominal mm (pulg)	Peso mínimo de la muestra de ensayo kg (lb)
12,5 (1/2) o menos	2 (4,4)
19,0 (3/4)	3 (6,6)
25,0 (1)	4 (8,8)
37,5 (1 ½)	5 (11)
50 (2)	8 (18)
63 (2 ½)	12 (26)
75 (3)	18 (40)
90 (3 ½)	25 (55)
100 (4)	40 (88)
112(4 ½)	50 (110)
125 (5)	75 (165)
150 (6)	125 (276)

Fuente: Norma técnica Peruana NTP 400.021:2001 Agregados. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción de agregado grueso.

- De acuerdo a la tabla 4.2 la proporción mínima según la muestra en función al tamaño máximo nominal del agregado grueso, se obtó utilizar 3 muestras de 2000 gr de agregado grueso de ½”.



Figura 4.10. Peso de una de las muestras de agregado grueso de ½”.

3. Posteriormente el material seleccionado fue puesto en recipientes metálicos y se dejaron saturar las muestras por 24 Hrs.



Figura 4.11. Muestras de agregado grueso sumergidas en recipientes con agua.

4. Después de 24 horas de saturación, se saca el agua de los recipientes y con la ayuda de los paños industriales quitamos la humedad hasta dejarlo superficialmente seco.
5. Seguidamente se tomó el peso del agregado grueso en estado saturado superficialmente seco.
6. Posteriormente en la canastilla metálica se vierte el agregado y se registra el peso de la muestra que se sumergió totalmente dentro del recipiente de plástico, cabe destacar que la canastilla va conectada a la balanza.



Figura 4.12. Pesado del agregado grueso sumergido totalmente

7. A continuación se puso las tres muestras de agregado grueso en el horno a 110°C , durante un tiempo de 24 Hrs.

8. Finalmente se sacó del horno y se dejó enfriar a temperatura ambiente y se registra el peso obtenido.

f) Peso unitario y porcentaje de vacíos de los agregados: NTP 400.017

Equipos

- Balanza con aproximación a 0.05 Kg y con sensibilidad 0.1% del peso de prueba.
- Recipiente de medida metálico en forma de cilindro.
- Cucharón metálico.
- Barra compactadora de acero.

Procedimiento de ensayo

Método de ensayo para la determinación del peso unitario suelto de los agregados.

1. Inicialmente se registró con la ayuda de la balanza el peso del molde, además se determinó el volumen del mismo.
2. Seguidamente se echó el material en el recipiente cilíndrico hasta llenarlo, la altura en la que se dejó caer el agregado no tiene que ser menor a 5 cm en función a la parte del borde superior del molde.



Figura 4.13. Colocación del agregado grueso en el molde.

3. Con la ayuda de una barra o regla metálica se enrasó el material de forma que quede parejo con el borde del molde, luego de hacer este proceso se pesó el molde más el material.



Figura 4.14. Peso de molde más agregado grueso y fino

Método de ensayo para la determinación del peso unitario compactado de los agregados.

1. Inicialmente se registró con la ayuda de la balanza el peso del molde, además se determinó el volumen del mismo.
2. A continuación se procedió a dividir el molde en tres partes iguales, y comenzamos el llenado en la primera capa, se niveló y se apisonó con la barra compactadora con la inclusión de 25 golpes sin tocar el fondo. Luego se repitió el mismo proceso en las capas superiores.



Figura 4.15. Aplicación de los 25 golpes en la primera capa para agregado grueso.

3. Se usó la barra compactadora para enrasar el agregado a nivel de la parte superior del molde.
4. Como último paso para este ensayo se procedió a pesar el molde más el material compactado.

g) Contenido de humedad: NTP 339.185

Equipos

- Balanza, con sensibilidad al 0.1% del peso de la muestra
- Puento de calor: Cocina a gas
- Recipientes metálicos

Procedimiento de ensayo

1. Inicialmente se realizó el cuarteo del agregado grueso tomando una muestra cuyas cantidad mínimas se representan en la siguiente tabla 4.3

Tabla 4.3. Tamaño de la muestra de agregado

Tamaño máximo nominal de agregado mm (pulgada)	Masa mínima de la muestra de agregado de peso normal en kg
4,75 (0,187) (Nº4)	0,5
9,5 (3/8)	1,5
12,5 (1/2)	2,0
19,0 (3/4)	3,0
5,0 (1)	4,0
37,5 (2.1/2)	6,0
50,0 (2)	8,0
63,0 (2.1/2)	10,0
75,0 (3)	13,0
90,0 (3.1/2)	16,0
100,0 (4)	25,0
150 (6)	50,0

Fuente: Manual de ensayo de materiales del MTC 2016

2. Seguidamente se pesó la tara y luego se procedió a pesar la tara más el agregado con el peso especificado para este ensayo, de forma que se respete las cantidades mínimas representadas en la tabla 4.3



Figura 4.16. Pesado de la muestra de agregado grueso

3. Luego se secó el agregado en una cocina a gas, revolviendo el material para acelerar el proceso teniendo cuidado de no perder ninguna partícula.



Figura 4.17. Secado de la muestra de agregado fino

4. Finalmente se pesa la muestra con el recipiente una vez que este se haya secado y enfriado.

h) Equivalente de arena: ASTM D-2419, NTP 339.146

Equipos

- Tamiz N°04
- Embudo de boca ancha
- Reloj
- Probeta graduada, tapón de jebe, tubo irrigador, varilla lastrada
- Pesa para equivalente de arena de 1000 kg.
- Pinza de Mohr y manguera tramo de 1.50 m.

Insumos

- Stock de solución (cloruro cálcico anhidro, glicerina, agua destilada, formaldehído)
- Solución de trabajo de cloruro cálcico

Procedimiento de ensayo

1. Como primer paso para este ensayo se llenó la probeta cilíndrica graduada hasta 10 cm con solución.

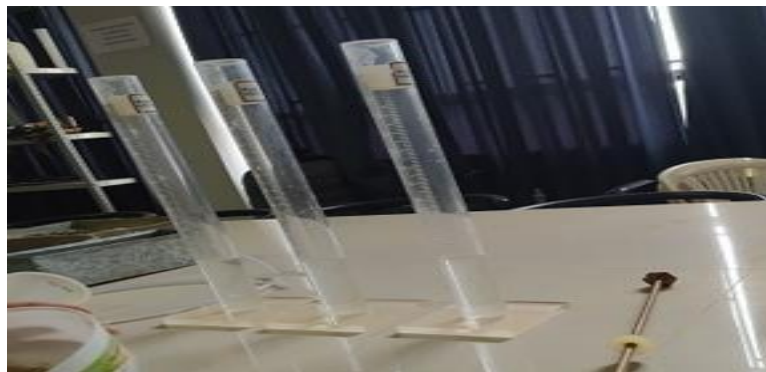


Figura 4.18. Llenado de probetas graduadas con solución

2. Posteriormente del material pasante del tamiz N°04, se pesó 150 gr de agregado fino y se vierte en la probeta con la ayuda de un embudo de boca ancha.



Figura 4.19. Colocado de la muestra de arena en la probeta con solución

3. A continuación, se procedió al golpear en la parte inferior para eliminar las burbujas y se dejó reposar durante un tiempo de 10 minutos.
4. Una vez que transcurrieron los 10 minutos se tapa la probeta y se agita manualmente durante 30 segundos, luego se destapó y se lavó las paredes interiores con disolución lavadora.
5. Seguidamente se introdujo el tubo irrigador hasta el fondo, esto permitió que el material fino atrapado ascendiera. Después de esto se dejó reposar durante un tiempo de 20 minutos. Finalmente se hizo la lectura h_1 y h_2 para las tres muestras ensayadas.

Diseño de mezcla de concreto permeable

El diseño de mezcla de concreto permeable es poco usado en la industria de la construcción en el Perú, a diferencia del concreto convencional, este concreto permeable tiene la capacidad de actuar efectivamente ante las precipitaciones por lo que su uso debería incrementarse en las carreteras ya que sería una solución eficaz, para tal efecto en este proyecto de investigación se utilizó lo descrito en la norma ACI 522R – 10, para concretos permeables. Ahora veamos, para realizar el diseño de mezcla, inicialmente se va a describir las características de cada uno de los materiales usados, estos son:

- Cemento



Figura 4.20. Cemento Fortimax Pacasmayo

Tabla 4.4. Propiedades del cemento establecidas por Pacasmayo

PROPIEDADES FISICAS		CPSAA	REQUISITO NTP 334.082 / ASTM C1157
Contenido de aire	%	6	NO ESPECIFICA
Expansión en autoclave	%	0.07	Máximo 0.80
Superficie específica	Cm ² /g	4210	NO ESPECIFICA
Retenido M325	%	3.8	NO ESPECIFICA
Densidad	g/mL	3.00	NO ESPECIFICA

Resistencia a compresión:

Resistencia compresión a 3 días	MPa (Kg/cm ²)	20.9 (213)	Mínimo 11.0 (Mínimo 112)
Resistencia compresión a 7 días	MPa (Kg/cm ²)	29.4 (300)	Mínimo 18.0 (Mínimo 184)
Resistencia compresión a 28 días	MPa (Kg/cm ²)	39.5 (403)	Mínimo 28.0 (Mínimo 286)

Tiempo de fraguado Vicat:

Fraguado inicial	min	171	Mínimo 45
Fraguado final	min	298	Máximo 420
Expansión barra de mortero edad 14 días	%	0.007	Máximo 0.020
Expansión por sulfato edad 6 meses	%	0.024	Máximo 0.10
Calor de hidratación a 7 días	Kcal/Kg	70	Máximo 70

Opción R: Baja reactividad con agregados álcali-sílice reactivos:

Expansión a 14 días	%	0.018	Máximo 0.020
Expansión a 56 días	%	0.040	Máximo 0.060

Fuente: Control de calidad de Pacasmayo

- Agregados

En cuanto a los agregados que se utilizaron en este trabajo de investigación se establece que el agregado fino fue traído de la cantera de Sojo y el agregado grueso de ½" de la cantera de Cerro Mocho.

- Agua

Se tuvo en cuenta que el agua cumpla con los requerimientos básicos establecidos por la norma NTP 339.088 para la producción de un concreto permeable de calidad, ya que son exigencias que se encuentran en el campo de la industria de la construcción.

- Aditivo

Es muy importante guardar las relaciones agua/cemento cuando se quiere elaborar concretos permeables, ya que por lo general son relaciones muy bajas para casos donde se quiere equilibrar la permeabilidad y la resistencia del concreto, además es preciso destacar que al ser una relación muy baja de agua y cemento, la trabajabilidad se va a ver afectada y para solución de esto es necesario usar aditivo plastificante de forma que obtengamos una mezcla trabajable. Las propiedades del aditivo cumplen con lo estipulado en NTP 334.088 Cementos. Aditivos químicos en pastas, morteros y hormigón (concreto). Especificaciones

Tabla 4.5. Propiedades del aditivo plastificante de Sika

--

Fuente: Hoja de datos del producto SikaCem® Plastificante



Figura 4.21. Aditivo - SikaCem® Plastificante

Fuente: www.Sikaguia.com

2.1. Diseño de mezcla. Método comité ACI 211.

Tabla 4.6. Características de los agregados

Definición	Agregado Fino	Agregado Grueso	Cemento
Peso Específico kg/m ³	1252	2665	2980
Peso Unitario Suelto	1624	1435	1501
Peso Unitario Varillado	1711	1580	
Módulo de fineza	2.9		
% Humedad Natural	1.00	0.60	
% Absorción	1.01	1.72	
Tamaño Máximo Nominal	1/4"	1/2"	

Fuente: Elaboración de los autores

- Resistencia de la compresión promedio para el diseño

$$F'_{cr} = 380 \text{ Kg/cm}^2$$

- Determinar el asentamiento

Revenimiento \longleftrightarrow 2" a 4"

- Relación agua-cemento (a/c)

$$a/c = 0.30$$

- Valores de diseño

Tabla 4.7 Valores de diseño

Valores de diseño			
Agua	R a/c (*)	Cemento	Aire atrapado
205.0	0.30	683.3	1.5

Fuente: Elaboración de los autores

- Cálculo de volumen absoluto del concreto

Volumen absoluto de:

$$\text{Cemento} = \frac{\text{Factor cemento}}{\text{P.e del cemento}} = \frac{683.3 \text{ kg}}{2980 \text{ kg/m}^3} = 0.229 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua} = \frac{\text{Vol. unit. agua}}{\text{P.e del agua}} = \frac{205 \text{ l}}{1000 \text{ l/m}^3} = 0.205 \text{ m}^3$$

$$\text{Aire} = \% \text{ de aire atrapado} = 1.5 \% = 0.015 \text{ m}^3$$

Tabla 4.8. Volumen absoluto de mezcla

Volumen absolutos m ³ /m ³ de mezcla				
Agua	Cemento	Aire	Pasta	Agregados
0.205	0.229	0.015	0.449	0.551
Relacion agregados en mezcla ag. f/ ag. gr.			60%	40%

Fuente: Elaboración de los autores

- Volumen absoluto de agregados

Tabla 4.9. Volumen absoluto de agregados

Agregados	0.551 m ³	
Agregado fino (60%)	0.330 m ³	413.681 kg/m ³
Agregado grueso (40%)	0.220 m ³	587.039 kg/m ³

Fuente: Elaboración de los autores

- Corrección por humedad

$$W_{agh} = W_{ag} * ((\% \text{ Humedad}/100) + 1)$$

Tabla 4.10. Pesos de los elementos de mezcla (kg/m³)

	Secos	Corregidos
Cemento	683.3	683.3
Agr. fino	413.7	417.8
Agr. grueso	587.0	590.6
Agua	205.0	211.6
Aditivo SikaCem Plastific	1.37	1.37
Aditivo Sika 5	0.00	0.00
Colada kg/m ³	1890.4	1904.7

Fuente: Elaboración de autores

- Corrección por absorción y agua efectiva

$$A = W_{ag} * (((\%Absorción - \% Humedad) / 100))$$

Tabla 4.11. Aporte de agua en los agregados

Ag. fino	-0.05
Ag. grueso	-6.57
Agua libre	-6.62
Agua efectiva	211.6

Fuente: Elaboración de los autores

- Dosificaciones en peso y en volumen

Cuadro 2. Dosificación de concreto permeable

En peso por kg de cemento	Cemento (kg)	Ag. Fino (kg)	Ag. Grueso (kg)	Agua (lt)	Aditivo 1 Sikament 290 N (gr)
	1	0.611	0.864	0.310	2.0
En volumen por bolsa de cemento	Cemento (bolsa)	Ag. Fino (pie3)	Ag. Grueso (pie3)	Agua (lt)	Aditivo 1 Sikament 290 N (ml)
	1	0.6	0.9	13.2	70.8

Fuente: Elaboración de los autores

Interpretación:

Se pudo verificar que dentro del diseño de mezcla la relación a/c cumplen con los lineamientos de ACI 522R, ya que aquel ente especifica que los valores para que un concreto sea considerado permeable tienen que estar en un rango de 0.26 a 0.45 dependiendo del uso de aditivo y agregados. Y la relación agua – cemento utilizada en el presente trabajo de investigación fue de 0.30 con la adición de aditivo plastificante el cual le da la trabajabilidad al concreto. La dosificación en volumen fue, por bolsa de cemento se agregará 0.60 pie³ de agregado fino, 0.90 pie³ de agregado grueso, 13.20 lt de agua y 70.80 ml de aditivo plastificante.

En cuanto al tercer objetivo específico, establecer la propiedad mecánica del concreto permeable de los adoquines aplicado para pavimento de baja transitabilidad en calles de la ciudad de Piura. Piura. 2020, se realizaron ensayos

con el concreto fresco como es el caso del método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto con el cono de Abrams, en la cual se siguieron los lineamientos de la Norma Técnica Peruana 339.035:1999. HORMIGON, este ensayo se hizo con la finalidad de conocer la consistencia del concreto, que si bien es cierto se clasifica dentro de una de las propiedades del concreto en estado fresco. Además, se realizó el método de ensayo para determinar la densidad y el contenido de vacíos del concreto permeable fresco, siguiendo lo establecido en la Norma Técnica Peruana 339.230:2015. CONCRETO.

En cuanto a los valores que obtenemos de las dosificaciones se procedió a la elaboración y curado de las probetas, los días especificados para llevar a cabo el método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas, son a los 7, 14 y 28 días. El ensayo mencionado anteriormente nos ayudará a definir una de las propiedades mecánicas del concreto como es el caso de la resistencia a la compresión del mismo. Es preciso acotar que la relación agua/cemento va a influir en cuánto a llegar a la resistencia querida, más adelante están precisados los gráficos que representan la relación a/c utilizada y la resistencia que alcanzó. Seguidamente se presentaron los ensayos correspondientes donde se determinó finalmente la resistencia a la compresión del concreto permeable.

- a) Asentamiento del concreto mediante el método de cono de Abrams (NTP 339.035)

Equipos

- Molde de cono de Abrams
- Varilla de acero
- Wincha

Procedimiento de ensayo

1. En primera instancia se procedió a mojar el molde, y posteriormente lo poseionaremos sobre una superficie seca y nivelada, una vez realizado esto se procedió a dividir el molde en tres partes iguales.
2. Luego se echó el concreto fresco en el cono hasta la tercera parte de este mismo y se dieron 25 golpes con la varilla de acero de 0.60 m de longitud

procurando no tocar el fondo. El mismo proceso se repitió en las capas superiores, evitando sobrepasar la varilla a las otras capas, se procuró compactar solo la capa a la que se le agregó la mezcla de concreto.

3. En la última capa se cuidó que esté completamente llena hasta el borde superior del cono y se compactó, es muy importante acotar que al compactar hubo un retiro del material por estar sobrepasado en su capacidad del cono pero se rellenó con material y se enrasó con la varilla de acero.
4. Finalmente se levantó cautelosamente en forma vertical el cono, luego se procedió a invertir el molde y poner en forma horizontal la varilla para tomar la medida del asentamiento con una wincha desde el centro de la cara del concreto fresco hasta la cara superior de la varilla.

b) Elaboración y curado de probetas

Equipos

- Moldes cilíndricos de 15 cm de diámetro por 30 cm de longitud
- Varilla de acero
- Mazo de goma

Procedimiento.

1. Inicialmente se procedió a dividir los moldes cilíndricos en tres partes iguales, una vez que se agregó la mezcla de concreto se compactó con la cantidad de 25 golpes y así con las demás capas.
2. En la capa superior de molde como en las demás se proporcionaron los respectivos golpes pero se procuró en que se llene totalmente con material sin dejar espacios vacíos, es importante agregar que en cada capa se dieron golpes con el mazo de goma, de esta forma se eliminó las burbujas de aire que se encuentran dentro del molde con el concreto fresco y así poder hacer más efectivo el proceso de elaboración de probetas cilíndricas.
3. Seguidamente se procedió a desencofrar al cabo de 20 ± 4 horas después de haberse realizado lo anteriormente explicado.
4. Después de que se extraen las probetas de los moldes cilíndricos, estas se sumergieron en agua totalmente para el proceso de curado.

c) Resistencia a la compresión (F'c) – NTP 339.034:2008

Equipo

- Máquina de ensayo: La máquina de ensayo será de capacidad conveniente, suficiente y capaz de proveer una velocidad de carga donde se aplique continuamente y sin detenimiento.

Procedimiento

1. Las probetas se ensayaron en condiciones húmedas y se tuvieron en cuenta el tiempo permisible para ser fracturados a una edad determinada.

Tabla 4.12. Edad de ensayo y tolerancia permisible

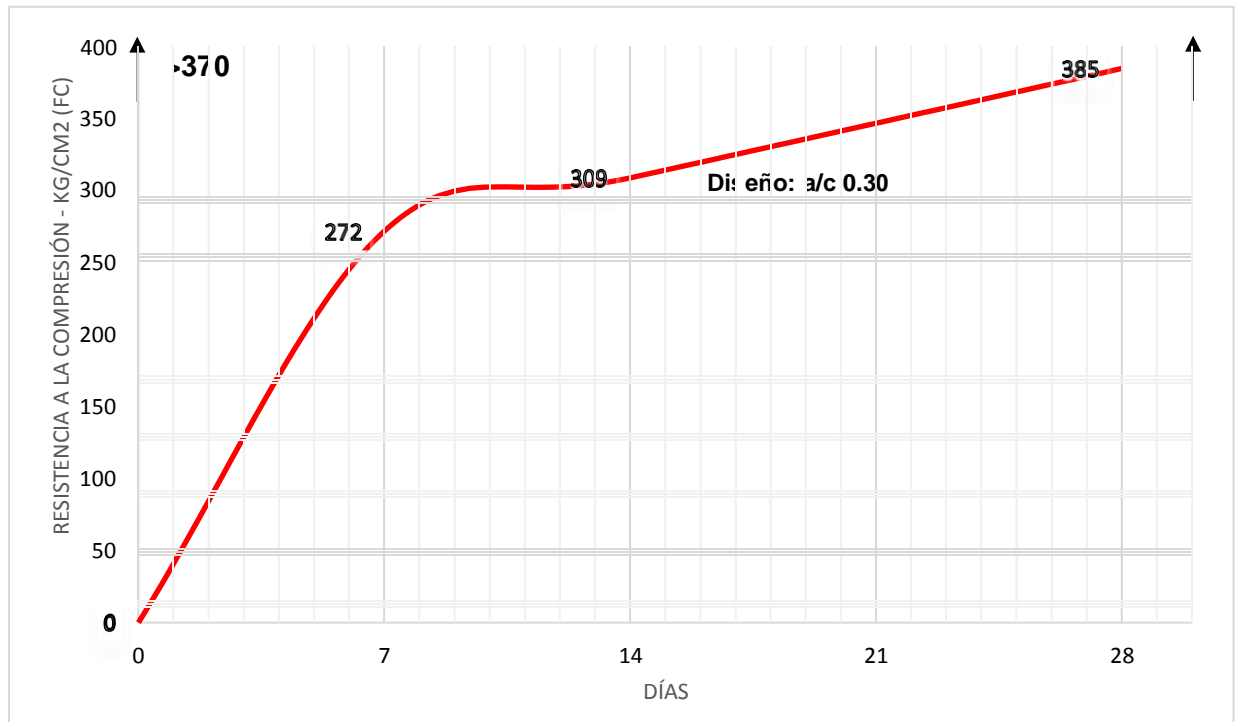
Edad de ensayo	Tolerancia permisible
24 h	± 0,5 h ó 2,1 %
3 d	± 2 h ó 2,8 %
7 d	± 6 h ó 3,6 %
28 d	± 20 h ó 3,0 %
90 d	± 48 h ó 2,2 %

Fuente: Norma Técnica Peruana NTP 339.034:2008

2. Se colocaron las probetas en la máquina de ensayo limpiando las caras de las mismas, además de limpiar las caras de contacto superior e inferior de la máquina
3. Seguidamente se alinearon los ejes de la probeta de ensayo o testigo con el centro de empuje de la rótula del bloque asentado.
4. se aplicó la fuerza y se registró la carga máxima alcanzada por el testigo en el dial.

3. Resistencia a la compresión por edad

Gráfico 4.1 Resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 día



Interpretación:

Se estableció que una de las propiedades mecánicas del concreto permeable estudiadas para el presente trabajo de investigación como es el caso de la resistencia a la compresión del concreto, cuya relación agua/cemento fue de 0.30, tuvo una evolución en su resistencia de 272 kg/cm² a la edad de 7 días, alcanzando el 71% de la resistencia final, a la edad de 14 días se alcanzó la resistencia de 309 Kg/cm², y finalmente se obtuvo a la edad de 28 días la resistencia a compresión de 385 Kg/cm². Para este diseño se observó que se cumplió con la resistencia especificada de $F'c = 380 \text{ kg/cm}^2$.

Respecto al último objetivo específico que fue conocer el coeficiente de permeabilidad de los adoquines aplicables a calles de la ciudad de Piura. Piura. 2020, los resultados conseguidos surgieron a partir del ensayo:

4. Permeabilidad. Ensayo para determinar el coeficiente de permeabilidad mediante el método de cabeza constante, permeámetro de carga constante y carga variable. (I.N.V.E – 130 - 07)

Equipos

- El equipo utilizado consiste en que la probeta, cuyas dimensiones ya dadas, reciba continuidad del flujo sin cambios en el volumen del testigo, además del flujo con los vacíos del suelo saturados con agua evitando burbujas de aire, así como también mantener el flujo uniforme sin cambios en el gradiente hidráulico y procurando la proporcionalidad directa de la velocidad de flujo. En la figura 4.22 se puede apreciar el equipo adaptado empleado para este ensayo.

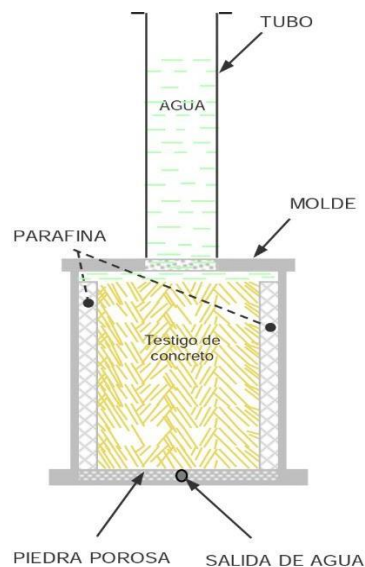


Figura 4.22. Equipo adaptado para ensayo de permeabilidad del concreto.

Procedimiento de ensayo

1. El ensayo se llevó a cabo a la edad de 28 días, en primera instancia se colocó la placa porosa, sobre aquella se situó el testigo de concreto permeable con las dimensiones ya especificadas.
2. Seguidamente se colocó sobre el testigo, la parte superior del permeámetro y se fija seguramente produciendo un sello a prueba de aire. Se midió y se anotó también la altura de la probeta

3. Luego de haber conectado el embudo con el permeámetro se vertió el agua abriendo en el permeámetro la válvula y dejando pasar a su interior dónde se encuentra el testigo de concreto permeable.
4. Posteriormente se dejó que la muestra o testigo de concreto permeable se sature completamente, además se tomó la altura que había entre la salida de agua en la parte inferior del permeámetro y la superficie del agua en el embudo.
5. Finalmente para el procedimiento de carga constante se abrieron las válvulas de entrada y salida del permeámetro y se vertió agua en el embudo manteniendo un flujo de carga constante, luego se colocó una probeta graduada y se tomó la medida que tarda en recolectar en un tiempo determinado. A diferencia del procedimiento de carga variable se tomó el tiempo que transcurrió en cada segmento de altura determinado.

Datos:

D=	15.23	cm.
A=	182.18	cm ²
L=	11.65	cm.
r=	0.50	cm.
H _o =	119.5	cm.
a=	0.79	cm ²
F=	2.30	

Fuente: Elaboración de los autores

Dónde:

D = Diámetro del testigo

A = Área del testigo

L = Altura de testigo

r = Radio del tubo alimentador

H_o = Carga hidráulica

a = Área del tubo alimentador

a) Desagüe sobre determinado nivel de agua (después de saturación) – carga constante.

$$K = \frac{L * q}{A * H_o * t}$$

Dónde:

K = Coeficiente de permeabilidad (cm/s)

L = Altura del testigo (cm)

q = Caudal (cm³)

A = Área del testigo (cm²)

H_o = carga hidráulica (cm)

t = tiempo (s)

t min.	t sec.	q cm ³	Q = q / t cm ³ /sec	K=L * Q / A * H _o cm/sec
	120	72	0.6000000	3.21E-04
	97	62	0.6391753	3.42E-04
	97	62	0.6391753	3.42E-04
	97	62	0.6391753	3.42E-04
PROMEDIO				3.37E-04

Fuente: Elaboración de los autores

b) Caída nivel de agua en proporción (sin agregar agua) – carga variable

$$K = 2.30 * \frac{L * a}{A * t} * \log \frac{h_1}{h_2}$$

Dónde:

K = Coeficiente de permeabilidad (cm/s)

L = Altura del testigo (cm)

a = Área del tubo alimentador

A = Área del testigo (cm²)

h₁, h₂ = carga hidráulica inicial, final respectivamente (cm)

t min.	t sec.	$A = 2.30 \cdot (L \cdot a / A \cdot t)$ cm/sec	Ho - Ht cm	Ht cm	Ho / Ht	$B = \log Ho / Ht$	$K = A \cdot B$ cm/sec
60	3600	0.000032089	0.9	118.6	1.0076	0.00328322	1.05E-07
60	3600	0.000032089	1.1	118.4	1.0093	0.0040162	1.29E-07
60	3600	0.000032089	0.9	118.6	1.0076	0.00328322	1.05E-07
60	3600	0.000032089	1.0	118.5	1.0084	0.00364955	1.17E-07
60	3600	0.000032089	1.1	118.4	1.0093	0.0040162	1.29E-07
PROMEDIO							1.17E-07

Fuente: Elaboración de los autores

Interpretación:

En el procedimiento con permeámetro de carga constante se puede apreciar el valor promedio más alto de permeabilidad indicado en $K = 0.000337$ cm/s, además es preciso destacar que los resultados presentados en el ítem b de procedimiento de permeámetro de carga variable, se puede apreciar que a medida que la altura (Ho-Ht) aumenta, la permeabilidad del testigo de concreto permeable también incrementará, lo que indica que en mayor concentración de agua el presente testigo va a evacuar más rápidamente a diferencia de las otras alturas propuestas en la tabla de resultados de carga variable, para este caso se tiene como promedio $K = 1.17 \text{ E-}07$ cm/s. En ambos casos la permeabilidad se encuentra fuera de los valores de 0.14 a 1.22 cm/2 recomendado por ACI 522 R.

5. Elaboración de adoquines. Norma Técnica Peruana NTP 399.611

Materiales para volumen de concreto

Cemento = 1 bolsa de cemento

Agregados = 0.6 pie³ (Agregado fino), 0.9 pie³ (Agregado grueso)

Agua = 13.20 lt

Aditivos = 70.80 ml

Herramientas:

- Moldes con las dimensiones especificadas
- Materiales de acabado

Dimensiones Nominales –NTP 399.611

- $L = 20 \text{ cm}$
- $A = 10 \text{ cm}$
- $e = 6 \text{ cm}$

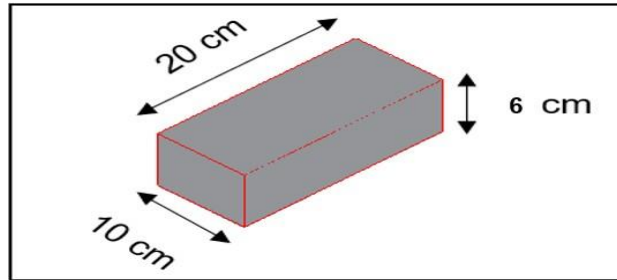


Figura 4.23. Dimensiones del adoquín NTP 399.611

Fuente: Elaboración de los autores

- $F'c = 385 \text{ kg/cm}^2$ (Resistencia a la compresión)
- $K = 0.000337 \text{ cm/s}$ (Permeabilidad)
- Cantidad = 9 adoquines
- Área = 0.50 m^2 de adoquines (Véase la Figura 4.25)



Figura 4.24. Nueve unidades de adoquines en un área de 0.50 m^2

V. DISCUSIÓN

Según el primer objetivo específico es identificar los parámetros en la clasificación de pavimentos de baja transitabilidad para la elaboración de adoquines de concreto permeable en calles de la ciudad de Piura. Piura. 2020. El CE.010 PAVIMENTOS URBANOS, (2010), establece que dentro de los valores mínimos de la resistencia a la compresión se encuentran a los adoquines de tipo dos, cuyo espesor de 60 mm tiene que contar con un promedio de $f'c = 410 \text{ Kg/cm}^2$ siendo $f'c = 370 \text{ Kg/cm}^2$ el esfuerzo a la compresión mínimo para este tipo de adoquines considerados para vías locales. Los resultados de este 1er objetivo en este trabajo mostrados en el cuadro 1 representan los parámetros para pavimento de bajo tránsito, haciendo mención a calles urbanas de tipo vía local, además especifica que las vías locales deben contar con un espesor de 60 mm, y cuyo promedio de resistencia a la compresión debe ser de $f'c = 410 \text{ Kg/cm}^2$, teniendo en cuenta el mínimo de $f'c = 370 \text{ Kg/cm}^2$, para pavimentos con volumen de tránsito por debajo de los 200 vehículos por día.

Comparando con los resultados encontrado en el antecedente de MALDONADO, A. Y PAREDES, L. (2015) *Soluciones tecnológicas para el diseño de secciones 66 Permeables en vías urbanas en la ciudad de Tarapoto* de la Universidad Nacional de Ingeniería de la ciudad de Lima, concluyó que mediante la utilización de adoquines de 20 cm de largo, 10 cm de ancho y 6 centímetros de alto con un $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$, se alcanzó un estudio integro de la infiltración de una superficie porosa discontinua compuesta por adoquines en tres escenarios de colmatación, de forma que las calles no estén inundadas totalmente en temporada de lluvia en la ciudad de Tarapoto, además se comprobó la durabilidad de los materiales utilizados, el cual permite su uso en vías de tráfico ligero.

Con estos resultados se puede inferir que se ha tenido en cuenta el promedio de la resistencia a la compresión $f'c = 410 \text{ Kg/cm}^2$, para espesores de adoquines de 60 mm, considerados para vías que reciben tránsito ligero.

En cuanto al segundo objetivo específico determinar la adecuada dosificación para el diseño de mezcla de un adoquín permeable para uso de pavimento en calles de la ciudad de Piura. Piura. 2020. En este sentido FRANCISCO, A. (2016) menciona que la composición del concreto permeable es cemento portland, agregado grueso, poco o nada de agregado fino, agua y en algunos casos se usa aditivos, la mezcla endurecida cuenta con poros interconectados, cuyos tamaño oscilan entre 2 y 8 mm, lo que tolera el paso del agua. Los resultados de este objetivo en este trabajo mostrados en el cuadro 2 detallan las proporciones para cada uno de los materiales que componen al concreto permeable, tal es el caso que para volumen por bolsa de cemento, se agregan 0.60 pies³ de agregado fino, 0.9 pie³ de agregado grueso de ½", más la adición de 13.2 lt de agua y 70.80 ml de aditivo plastificante. Además esta dosificación tiene una relación de agua – cemento de 0.30, cumpliendo con los valores establecidos por ACI – 522R para concretos permeables.

Los resultados del trabajo previos de BAUTISTA, A. (2018), *Diseño de pavimento rígido permeable para la evacuación de agua pluviales según la norma ACI 522R-10* de la universidad San Martín de Porres de la ciudad de Lima, concluyó que los porcentajes de vacíos utilizados de 10%, 15% y 20% y los contenidos de arena de 0%, 10% y 20% utilizados en 5 diseños de mezclas, aporta a que los diseños que poseen agregado fino son más resistentes en cuanto a soportar esfuerzos, pero obstruyen los vacíos de la mezcla. En ese sentido, los agregados finos ayudan al concreto a ganar resistencia, pero disminuyen la permeabilidad, y con los diseños que no poseen agregado fino sucedió lo contrario con un alto contenido de vacíos es decir alta permeabilidad, pero baja resistencia.

Con estos resultados se puede inferir que se ha tenido en cuenta las proporciones para que la mezcla cuente con poca adición de agregado fino, además de la utilización de un aditivo plastificante que va a permitir que el concreto permeable sea trabajable, también se guardó la relación agua/cemento para obtener una adecuada permeabilidad/resistencia.

Respecto al tercer objetivo: establecer la propiedad mecánica del concreto permeable de los adoquines aplicados para pavimento de baja transitabilidad en calles de la ciudad de Piura. Piura. 2020, Se debe agregar que LÓPEZ, E. (2010) especifica que para la propiedad mecánica del concreto el cual es la resistencia a la compresión es necesario tener una variación del tamaño de los agregados o también la incorporación de un aditivo, además la relación agua/cemento debe estar dentro de 0.26 a 0.45. Estos factores son claves para obtener una buena resistencia en el concreto permeable. Los resultados de esta investigación en este objetivo, mostrados en el gráfico 4.1 detallan la resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días, obteniendo que la resistencia alcanzada a los 28 días fue de 385 Kg/cm² con el factor a/c de 0.30, esto cumplió con la resistencia a la compresión promedio de $F'c=380$ kg/cm² establecido en el diseño de mezcla. Es importante decir que los resultados expuestos obedecen al promedio de tres testigos presentados en laboratorio para su respectivo ensayo en las edades correspondientes.

Los resultados del trabajo anterior de MOUJIR, Y. Y CASTAÑEDA, L. (2014) dentro de su investigación para obtener el grado de título denominado *Diseño y aplicación de concreto poroso para pavimentos*. Concluyeron que luego de haber hecho el diseño de mezcla se evaluaron dos tipos de mezcla, la primera de tipo I con inclusión de agregados finos y la mezcla de tipo II sin agregado fino considerando lo establecido en la norma ACI 522 R, además se demostró que la mezcla tipo I con menos porcentaje de vacíos mecánicamente se comportó mejor que la de tipo II. Así mismo se especificó que la mezcla de tipo I puede ser utilizada como capa de rodadura para pavimentos de tráfico ligero, para que este concreto poroso cumpla con su función tiene que considerarse un sistema de drenaje que ayude a disminuir los problemas de colmatación.

Con estos resultados se puede deducir que un buen comportamiento mecánico del concreto permeable va a estar en función al porcentaje de agregado fino en la mezcla, al tamaño del agregado grueso que para este caso fue de ½" y la inclusión de aditivo plastificante.

Con respecto al cuarto objetivo específico, el cual es conocer el coeficiente de permeabilidad de los adoquines aplicables a calles de la ciudad de Piura. Piura. 2020. Según SANCHEZ, D. (2001), la capacidad de permeabilidad y/o filtración, y su velocidad para atravesar su estructura depende de la porosidad de los materiales, la densidad del fluido y la presión a la que estará sometido. Si bien es cierto, la permeabilidad del concreto se relaciona con el contenido de huecos de aire, el cual se aproxima a un 15%. Se sabe que mientras tengamos una mayor cantidad de vacíos o hagamos más porosa la mezcla, la resistencia a la compresión tiende a disminuir, cabe destacar si su aplicación se proyecta para pavimento debe haber un equilibrio entre resistencia y permeabilidad. Los resultados mostrados en permeabilidad mediante el procedimiento de permeámetro de carga constante el valor promedio más alto de permeabilidad indicado es de $K = 0.000337 \text{ cm/s}$. En relación a los resultados mostrados en carga variable indicó que en mayor concentración de agua el presente testigo va a evacuar más rápidamente a diferencia de las otras alturas propuestas en la tabla de resultados, para este caso el promedio de permeabilidad es $K = 1.179 \text{ E-07 cm/s}$.

El trabajo previo de SAÑUDO, L. (2014), *Análisis de la infiltración de agua de lluvia en firmes permeables con superficies de adoquines y aglomerados porosos para el control en origen de inundaciones*. Mostraron que con la obtención de un análisis total de la infiltración a través del Infiltrómetro Cántabro Fijo (ICF) para las tasas de infiltración en diferentes secciones de firmes porosos, obtuvo como resultado del ensayo para medir la drenabilidad de superficies de concreto permeable y asfalto los valores de permeabilidad de las probetas de hormigón poroso reforzado con polímeros indica como permeabilidad media 0.0172 m/s y para permeabilidad de las probetas de asfalto poroso arroja como permeabilidad media 0.0120 m/s . Además se calificó a los firmes porosos como sistemas de captación del agua de lluvias para el control de las inundaciones urbanas.

Con estos resultados se puede inferir que al tener una mayor resistencia a la compresión del concreto la permeabilidad disminuye, por lo que se buscaría realizar dosificaciones que equilibren la permeabilidad y resistencia para que pueda usarse en pavimentos de baja transitabilidad y puedan evacuar el agua de las lluvias que reciben, de forma que eviten aniegos en las urbanizaciones.

VI. CONCLUSIONES

1. Los parámetros en la clasificación de pavimentos de baja transitabilidad para la elaboración de adoquines de concreto permeable en calles de la ciudad de Piura son, según la norma CE.010 Pavimentos urbanos el espesor para vías locales es mayor o igual a 60 mm y cuya resistencia a la compresión para este tipo de adoquines está en un promedio de 410 Kg/cm², teniendo como mínimo el valor $f'_c=370$ Kg/cm². Estas calles locales reciben tráfico para 20 o 30 casas o predios aproximadamente, y tienen volúmenes de tránsito que está por debajo de 200 vehículos por día, es importante agregar que el tráfico diario promedio de camiones (ADTT) va de 2 a 4 (en dos direcciones, no incluyendo a camiones de dos ejes y cuatro llantas), la carga máxima que le toca recibir a estas calles locales son de 98 KN y ejes tándem de 160 KN.
2. Se determinó que la adecuada dosificación para el diseño de mezcla de un adoquín permeable para uso de pavimento en calles de la ciudad de Piura. Indicaron que las proporciones para cada uno de los materiales que componen al concreto permeable son: para volumen por bolsa de cemento, se agregan 0.60 pies³ de agregado fino, 0.9 pie³ de agregado grueso de ½", más la adición de 13.2 lt de agua y 70.80 ml de aditivo plastificante.
3. Se estableció que la propiedad mecánica del concreto permeable de los adoquines aplicados para pavimentos de baja transitabilidad en calles de la ciudad de Piura es la resistencia a la compresión, cuyos valores fueron de 272 kg/cm² a la edad de 7 días, 309 Kg/cm² a los 14 días y finalmente se obtuvo a la edad de 28 días la resistencia a compresión de 385 Kg/cm²
4. Se conoció que el coeficiente de permeabilidad de los adoquines de concreto permeable para las calles de la ciudad de Piura, fue de un valor $K = 0.000337$ cm/s, pero la norma del concreto permeable ACI 522 R expresa que para que un concreto se considere permeable tiene que estar en un rango de 0.14 a 1.22 cm/s, por lo tanto la mezcla de concreto de esta investigación no

cumple con los lineamientos de la normativa internacional ACI para concretos permeables por ser de una baja permeabilidad.

5. La conclusión general es que se elaboraron adoquines de concreto con los parámetros encontrados en cada objetivo de esta investigación para pavimentos de baja transitabilidad en calles de la ciudad de Piura, de acuerdo a los moldes de 20 cm de largo, 10 cm de ancho y 6 cm de alto, colocando estos adoquines en un área de 0.50 m² en 20 calles de baja transitabilidad en la ciudad de Piura, consiguiendo una resistencia a la compresión de 385 kg/cm², pero la permeabilidad fue muy baja, es decir, el nivel de paso o permeabilidad no fue la esperada según fue presentado en la simulación. Esto se conoce porque el coeficiente de permeabilidad fue bajo.

VII. RECOMENDACIONES

1. Elaborar una normativa para pavimento con adoquines de concreto permeable, que permita llevar a cabo una nueva metodología constructiva en el Perú.
2. Añadir en las dosificaciones de concreto permeable, aditivos que ayuden en la trabajabilidad de la mezcla, de esta forma se va a poder manipular el concreto permeable en etapas de procesos constructivos realizados en campo.
3. Utilizar agregados de otras canteras para poder diferenciar las variaciones de las propiedades mecánicas del concreto permeable, como es el caso de la resistencia a la compresión, de forma que se busque obtener una resistencia mayor y además que esta esté equilibrada con la permeabilidad.
4. Crear un sistema de evacuación que permita el recojo de las aguas que atraviesan la estructura de los adoquines, producto de las intensas lluvias en la ciudad de Piura, con el objetivo de poder utilizar el recurso hídrico.

REFERENCIAS

ACI. 2006. [En línea] 2006. [Citado el: 24 de Noviembre de 2019.] <https://es.scribd.com/doc/203022677/ACI-522R>.

Alonso, Francisco, y otros. 2016. [En línea] Diciembre de 2016. [Citado el: 05 de Octubre de 2019.] https://www.ingenieria.unach.mx/images/Articulos_revista/pakbal-37_pag.10-14.pdf.

Aquino Cusquisibán, Roberto. 2015. [En línea] 2015. [Citado el: 25 de Noviembre de 2019.] [file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/aquino%20\(%20antecedente%20nacional\).pdf](file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/aquino%20(%20antecedente%20nacional).pdf).

Bautista Pereda , Alessandro Jesús. 2018. [En línea] 2018. [Citado el: 26 de noviembre de 2019.] [file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/bautista_paj%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/bautista_paj%20(1).pdf).

Cabello Sequera , Sandra, y otros. 2015. 2015, págs. 64-69. 1390-9541.

Cárdenas Gutiérrez, Eusebio, Albiter Rodríguez, Ángel y Jaimes Jaramillo, Janner. 2017. [En línea] Julio - Octubre de 2017. [Citado el: 23 de Noviembre de 2019.] [file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Dialnet-PavimentosPermeablesUnaAproximacionConvergenteEnLa-6046445%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Dialnet-PavimentosPermeablesUnaAproximacionConvergenteEnLa-6046445%20(1).pdf). 1405-0269.

Carrasco Díaz, Sergio. 2005. Metodología de la investigación científica. Primera . Lima : San Marcos, 2005. 9972-34-242-5.

Chávez Abad, Richard. 2015. [En línea] 2015. [Citado el: 13 de Junio de 2020.] <file:///C:/Users/HP/Downloads/63%20INTRODUCCION%20A%20LA%20METODOLOGIA%20DE%20LA%20INVESTIGACION.pdf>. 978-9942-24-023-1.

De Aguiar, Mariam. 2016. SaberMetodología. [En línea] 2016. [Citado el: 20 de Noviembre de 2019.] <https://sabermetodologia.wordpress.com/2016/02/15/tipos-y-disenos-de-investigacion/>.

Dzul Escamilla, Marisela. 2013. [En línea] Diciembre de 2013. [Citado el: 23 de Noviembre de 2019.] https://www.uaeh.edu.mx/docencia/VI_Presentaciones/licenciatura_en_mercadotecnia/fundamentos_de_metodologia_investigacion/PRES39.pdf.

Felipe moujir, Yalil y Castañeda U., Luis . 2014. [En línea] 14 de Octubre de 2014. [Citado el: 24 de noviembre de 2019.] [file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/moujir%20\(3er%20antecedente%20internacional\).pdf](file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/moujir%20(3er%20antecedente%20internacional).pdf).

Fernández Carrasco, Blanca. 2019. iagua. [En línea] 08 de Enero de 2019. [Citado el: 05 de Octubre de 2019.] <https://www.iagua.es/noticias/gestion-agua-etsii-upm/ciudades-esponja>.

Flores Quispe , Cesar Eddy y Pacompia Calcina, Ivan Alexander . 2015. [En línea] 2015. [Citado el: 27 de noviembre de 2019.] [file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/FLORES_QUISPE_CESAR_EDDY_PACOMPIA_CALCINA_IVA_ALEXANDER%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/FLORES_QUISPE_CESAR_EDDY_PACOMPIA_CALCINA_IVA_ALEXANDER%20(2).pdf).

Fundación Centro Tecnológico do Granito de Galicia (FCTGG). 2012. Guía para el diseño, construcción y mantenimiento de pavimentos exteriores de piedra natural . Vigo : Ideaspropias , 2012. 978-84-9839-413-9.

Fundación laboral de la construcción . [En línea] [Citado el: 24 de Noviembre de 2019.] <http://www.diccionariodelaconstruccion.com/procesos-productivos-obra-civil/firmes-y-pavimentos/intensidad-media-diaria>.

Giordani, Claudio y Leone, Diego. 2015. [En línea] 03 de Marzo de 2015. [Citado el: 09 de Octubre de 2019.] https://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/civil/1_anio/civil1/files/IC%20I-Pavimentos.pdf.

Gordillo, Timoteo. 2015. [En línea] 2015. http://www.sismatica.net/gdc/utilidades/objetos/documentos/Archivo_516.pdf.

GUTIÉRREZ DE LÓPEZ, LIBIA. 2003. EL CONCRETO Y OTROS MATERIALES PARA LA CONSTRUCCION. Segunda. Manizales : Universidad Nacional de Colombia, 2003. 958-9322-82-4.

Gutiérrez De López, Libia. 2003. El concreto y otros materiales para la construcción. Segunda . Manizales : Universidad de Colombia sede Manizales , 2003. 958-9322-82-4.

Guzmán Camacho, Cesar Leonardo. 2016. [En línea] Diciembre de 2016. [Citado el: 24 de Noviembre de 2019.] <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/15662/Guzm%c3%a1nCamachoCesarLeonardo2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

H. Kosmatka, Steven , y otros. 2004. [En línea] Primera Edición, 2004. [Citado el: 24 de Noviembre de 2019.] <https://es.scribd.com/doc/189238711/Libro-Diseno-y-control-de-mezclas-de-concreto-PCA-1>. 0-89312-233-5.

Hernández Sampieri, C. Roberto, Fernández Collado, Carlos y Baptista Lucio, Pilar. 1991. [En línea] 1991. [Citado el: 14 de Noviembre de 2019.] https://www.uv.mx/personal/cbustamante/files/2011/06/Metodologia-de-la-Investigaci%C3%83%C2%B3n_Sampieri.pdf. 968-422-931-3.

2019. INFORME ESPECIAL: concreto versus asfalto en pistas de Lima. Lima, provincia constitucional del Callao : ATV, 24 de ABRIL de 2019.

Lara Huanca , Samuel . 2006. [En línea] Marzo de 2006. [Citado el: 24 de Noviembre de 2019.] <https://itacanet.org/esp/construccion/concreto/dise%C3%B1o%20de%20mezclas.pdf>.

López Palacios, Emiliano. 2012. [En línea] 2012 de Abril de 2012. [Citado el: 28 de Noviembre de 2019.] <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/559/A6%20Capitulo%203%20Propiedades%20Del%20Concreto%20Permeable.pdf?sequence=6>.

M. Vélez, Ligia. 2010. [En línea] Diciembre de 2010. [Citado el: 24 de Diciembre de 2019.] <https://revistas.itm.edu.co/index.php/tecnologicas/article/view/131/135>.

Maldonado Lozano, Amelia Eunice y Paredes Aguilar, Luis. 2015. [En línea] Universidad Nacional de Ingeniería, 2015. [Citado el: 28 de Septiembre de 2019.] <file:///C:/Users/USUARIO/Desktop/TESIS/Antecedente%20Nacional.pdf>.

Manual de carreteras. DG-2013. 2013. primera . Lima : MACRO, 2013. 978-612-304-192-2.

Méndez Z., Nathasha G. y Mosqueda V., María C. 2016. [En línea] Noviembre de 2016. [Citado el: 23 de Noviembre de 2019.] <http://mriuc.bc.uc.edu.ve/bitstream/handle/123456789/5506/mendezn.pdf?sequence=1>.

Ministerio de vivienda construccion y saneamiento. 2009. [En línea] Primera Edición, Julio de 2009. file:///C:/Users/HP/Downloads/E.060ConcArmado.pdf. 978-9972-9433-4-8.

NTP 399.611. 2010. [En línea] 2010. [Citado el: 24 de Noviembre de 2019.] <https://es.scribd.com/document/359297615/NTP-399-611-2010-Revisada-el-2015><https://es.scribd.com/document/359297615/NTP-399-611-2010-Revisada-el-2015>.

Pasquel Carbajal , Enrique. 1998. Tópicos de tecnología del concreto en el Perú. Segunda. Lima : s.n., 1998.

Quezada, Alberto, Martínez, Fray y Cazar, María Elena. 2010. Métodos y técnicas de indagación en ciencias médicas. Cuenca : s.n., 2010. pág. 456 P.

Rondón Quintana, Hugo Alexander y Reyes Lizcano, Fredy Alberto. 2015. [En línea] 2015. https://books.google.com.pe/books?id=zuwcDgAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=que+son+los+pavimentos&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiFgle7ua_qAhX1CrkGHeH7DS8Q6AEwBnoECAQQA#v=onepage&q&f=false. 978-958-771-175-2.

—. **2015.** Pavimentos: Materiales, construcción y diseño. Primera. Bogotá : Ecoe Ediciones Ltda., 2015. 978-958-771-175-2.

Sánchez de Guzmán , Diego . 2001. ACADEMIA. [En línea] 2001. [Citado el: 06 de Octubre de 2019.] https://www.academia.edu/35759848/Tecnolog%C3%ADa_del_concreto_y_del_mortero_Diego_S%C3%A1nchez_De_Guzm%C3%A1n-_Bhandar_Editores. 9589247040.

Sañudo Fontaneda, Luis Angel. 2014. [En línea] Junio de 2014. [Citado el: 23 de
Noviembre de 2019.]
file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Tesis%20LASF%20(1).pdf.

**Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción –
SENCICO. 2010.** [En línea] Marzo de 2010. [Citado el: 10 de Octubre de 2019.]
<https://www.sencico.gob.pe/descargar.php?idFile=182.978-9972-9433-5-5>.

SPANISH.CHINA. ORG. CN. 2010. [En línea] 06 de Abril de 2010. [Citado el: 05 de
Octubre de 2019.] [http://spanish.china.org.cn/international/txt/2010-
04/06/content_19751781.htm](http://spanish.china.org.cn/international/txt/2010-04/06/content_19751781.htm).

Torre Carrillo , Ana. 2002. [En línea] Noviembre de 2002. [Citado el: 24 de
Noviembre de 2019.] file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/97748361-Agua-Para-
El-Concreto%20(7).pdf.

ANEXOS

Anexo. Certificado del análisis granulométrico y pasante del tamiz N° 200 del agregado Fino de Cerro Mocho.



CONSULTGEOPAV SAC
 RUC: 20602407021
 Sistema Integral de Geotecnia
 Suelos y Pavimentos
 Telf: 037-501000 Cel. Claro: 986279811 - Cel Movistar: 979199772
 Dirección: Calle Arequipa # 308 Bellavista - Sullana - Piura
 Email: geopav_mcastro@hotmail.com - junior_castro@hotmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
 (MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)

PROYECTO : "Elaboración de adoquines de concreto permeable para uso de pavimento de baja transitabilidad en calles de la ciudad de Piura. Piura. 2020"

CALICATA

MUESTRA : ARENA GRUESA **ING.RESP.** : ING. ROBERTO CASTRO AGUIRRE

PROFUNDIDAD

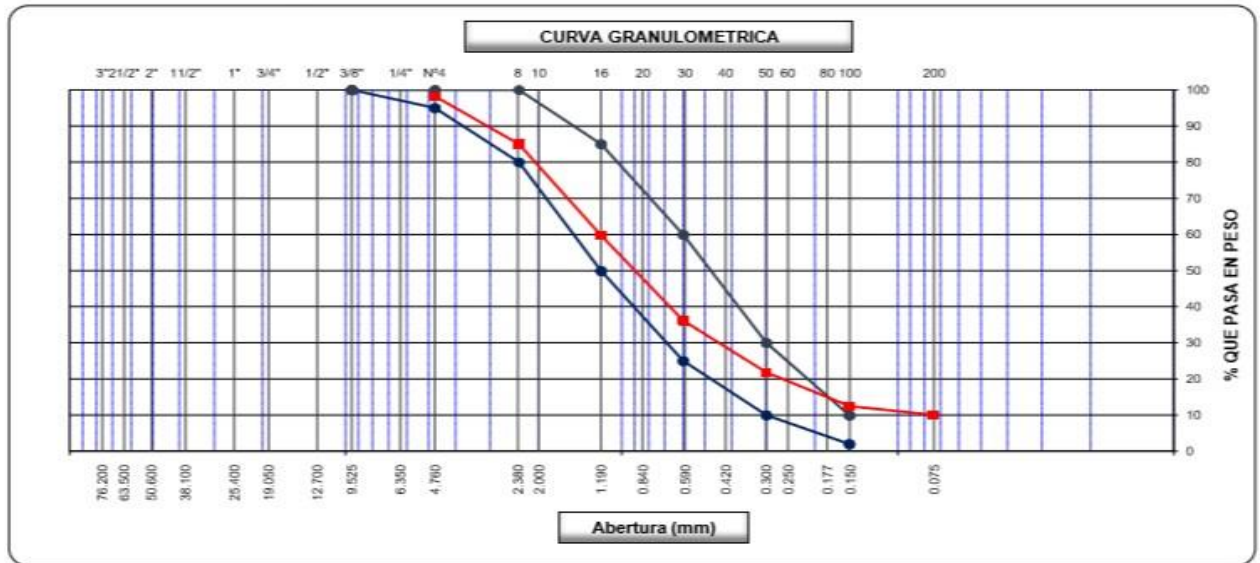
UBICACIÓN : SOHO **TECNICO** :

LADO

COLOR : MARRON CLARO **FECHA** : 01/05/2020

SOLICITA : MEDINA KEVIN LAMA DUSLEY

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Arena - Concreto	Descripcion
5"	127.000						1. Peso de Material
4"	101.600						Peso Inicial Total (kg) 500.0
3"	73.000						Peso Fraccion Fina Para Lavar (gr) 500.0
2 1/2"	60.300						2. Características
2"	50.800						Tamaño Maximo 3/8"
1 1/2"	37.500						Tamaño Maximo Nominal 1/4"
1"	25.400						Grava (%) 1.8
3/4"	19.000						Arena (%) 88.1
1/2"	12.700						Finos (%) 10.1
3/8"	9.520				100.0	100	Modulo de Fineza (%) 2.9
1/4"	6.350						3. Clasificación
N° 4	4.750	8.90	1.8	1.8	98.2	100	Limite Liquido (%) 17
N° 8	2.360	67.20	13.2	15.0	85.0	80	Limite Plastico (%) 16
N° 10	2.000						Indice de Plasticidad (%) 1
N° 16	1.190	128.90	25.3	40.3	59.7	50	Clasificación SUCS SP
N° 20	0.850						Clasificación AASHTO A-1-a (0)
N° 30	0.600	120.00	23.6	63.9	36.1	25	
N° 40	0.420						
N° 50	0.300	72.70	14.3	78.2	21.9	10	
N° 60	0.250						
N° 80	0.180						
N° 100	0.150	47.80	9.4	87.5	12.5	2	
N° 200	0.075	12.10	2.4	89.9	10.08		
Pasante		51.3	10.1	100.0			



Anexo. Certificado de peso unitario suelto y compactado del agregado Fino de la cantera de Sojo.



PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS

MTC E 203 - ASTM C 29 - ASSHTO T-19

PROYECTO	: "Elaboración de adoquines de concreto permeable para uso de pavimento de baja transitableidad en calles de la ciudad de Piura. Piura. 2020"	ING. RESP	: ING. ROBERTO
ESTRUCTURA	:	REVISADO	: MANUEL CASTRO
MUESTRA	: ARENA GRUESA	FECHA	: 01/05/2020
CANTERA	: SOHO	HORA	: -
SOLICITA	:		

AGREGADO FINO

PESO UNITARIO SUELTO

DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	12310	12186	12215	
Peso del recipiente	(gr)	7215	7215	7215	
Peso de la muestra	(gr)	5095	4971	5000	
Volumen	(cm ³)	3093	3093	3093	
Peso unitario suelto	(kg/m ³)	1648	1607	1617	
Peso unitario suelto promedio	(kg/m ³)	1624			

PESO UNITARIO VARILLADO

DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	12543	12475	12501	
Peso del recipiente	(gr)	7215	7215	7215	
Peso de la muestra	(gr)	5328	5260	5286	
Volumen	(cm ³)	3093	3093	3093	
Peso unitario compactado	(kg/m ³)	1723	1701	1709	
Peso unitario compactado promedio	(kg/m ³)	1711			

OBSERVACIONES

Anexo. Certificado de humedad natural del agregado Fino de la cantera de Sojo.

 <p>CONSULTGEOPAV SAC RUC: 20602407021 Sistema Integral de Geotecnia Suelos y Pavimentos Telf: 037-501000 Cel. Claro: 986279811 - Cel Movistar: 979199772 Direccion: Calle Arequipa # 308 Bellavista - Sullana - Piura Email: geopav_mcastro@hotmail.com - junior_castro@hotmail.com</p>
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
CONTENIDO DE HUMEDAD (MTC E-108 / ASTM D-2216)
<p>PROYECTO : "Elaboración de adoquines de concreto permeable para uso de pavimento de baja transitabilidad en calles de la ciudad de Piura. Piura. 2020"</p> <p>CALICATA</p> <p>MUESTRA : ARENA GRUESA</p> <p>PROFUNDIDAD</p> <p>UBICACIÓN : SOHO</p> <p align="right">ING.RESP. : ING. ROBERTO CASTRO AGUIRRE TECNICO : FECHA : 01/05/2020</p>

1. Contenido de Humedad Muestra Integral :

Descripcion	1	2
Peso de tara (gr)		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	500.0	
Peso de la tara + muestra seca (gr)	495.0	
Peso del agua contenida (gr)	5.0	
Peso de la muestra seca (gr)	495.0	
Contenido de Humedad (%)	1.0	
Contenido de Humedad Promedio (%)	1.0	

Anexo. Certificado de peso específico y absorción del agregado Fino de la cantera de Sojo



CONSULTGEOPAV SAC
 RUC: 20602407021
 Sistema Integral
 de Geotecnia
 Suelos y Pavimentos

Telf: 037 501000 Cel. Claro: 986279811 - Cel Movistar: 979199772
 Direccion: Calle Arequipa # 308 Bellavista - Sullana - Piura
 Email: geopav_mcastro@hotmail.com - junior_castro@hotmail.com

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN (MTC E-205,206 / ASTM C-127,128 / AASHTO T-84, T-85)	
PROYECTO :	"Elaboración de adoquines de concreto permeable para uso de pavimento de baja transitabilidad en calles de la ciudad de Piura, Piura, 2020"
CANTERA :	SOHO
MATERIAL :	ARENA GRUESA
CORDENADAS :	
PROFUNDIDAD :	
ING.RESP. :	ING. ROBERTO CASTRO AGUIRRE
TECNICO :	
FECHA :	01/05/2020

DATOS			1	2	3	4
1	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en Aire) (gr)	gr.	300.0	300.0	300.0	
2	Peso Frasco + agua	gr.	657.0	657.2	657.1	
3	Peso Frasco + agua + A (gr)	gr.	957.0	957.2	957.1	
4	Peso del Mat. + agua en el frasco (gr)	gr.	717.2	717.5	717.8	
5	Vol de masa + vol de vacío = C-D (gr)	gr.	239.8	239.7	239.3	
6	Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)	gr.	298.0	297.0	296.0	
7	Vol de masa = E - (A - F) (gr)		237.8	236.7	235.3	

RESULTADOS						PROMEDIO
8	Pe bulk (Base seca) = F/E		1.243	1.239	1.237	1.240
9	Pe bulk (Base saturada) = A/E		1.251	1.252	1.254	1.252
10	Pe aparente (Base Seca) = F/G		1.253	1.255	1.258	1.255
11	% de absorción = ((A - F)/F)*100		0.671	1.010	1.351	1.011

OBSERVACIONES :

Anexo. Certificado de equivalente de arena.



CONSULTGEOPAV SAC
RUC: 20602407021
Sistema Integral
de Geotecnia
Suelos y Pavimentos

Telf: 037-501000 Cel. Claro: 986279811 - Cel Movistar: 979199772
Direccion: Calle Arequipa # 308 Bellavista - Sullana - Piura
Email: geopav_mcastro@hotmail.com - junior_castro@hotmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

EQUIVALENTE DE ARENA

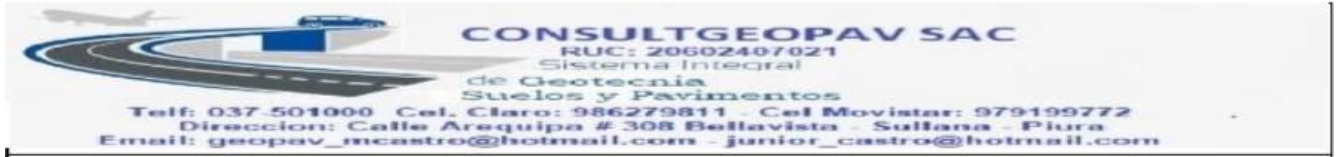
(MTC E-114 / ASTM D-2419 / AASTHO T-176)

PROYECTO	"Elaboración de adoquines de concreto permeable para uso de pavimento de baja transitabilidad en calles de la ciudad de Piura. Piura. 2020"		
CANTERA	SOHO	ING.RESP.	ING. ROBERTO CASTRO AGUIRRE
MATERIAL	ARENA GRUESA	TECNICO	
CORDENADAS		FECHA	: 01/05/2020
PROFUNDIDAD:			

Descripcion	U/m	IDENTIFICACION				Promedio
		1	2	3	4	
Tamaño máximo (pasa malla N° 4)	mm	4.76	4.76			
Hora de entrada a saturación		13:00	13:02			
Hora de salida de saturación (mas 10")		13:10	13:12			
Hora de entrada a decantación		13:12	13:14			
Hora de salida de decantación (mas 20")		13:32	13:34			
Altura máxima de material fino	plg	3.80	3.60			
	plg	3.30	3.20			
Equivalente de Arena	%	87	89			88

OBSERVACIONES :

Anexo. Certificado del análisis granulométrico del agregado grueso de la cantera de Cerro Mocho.

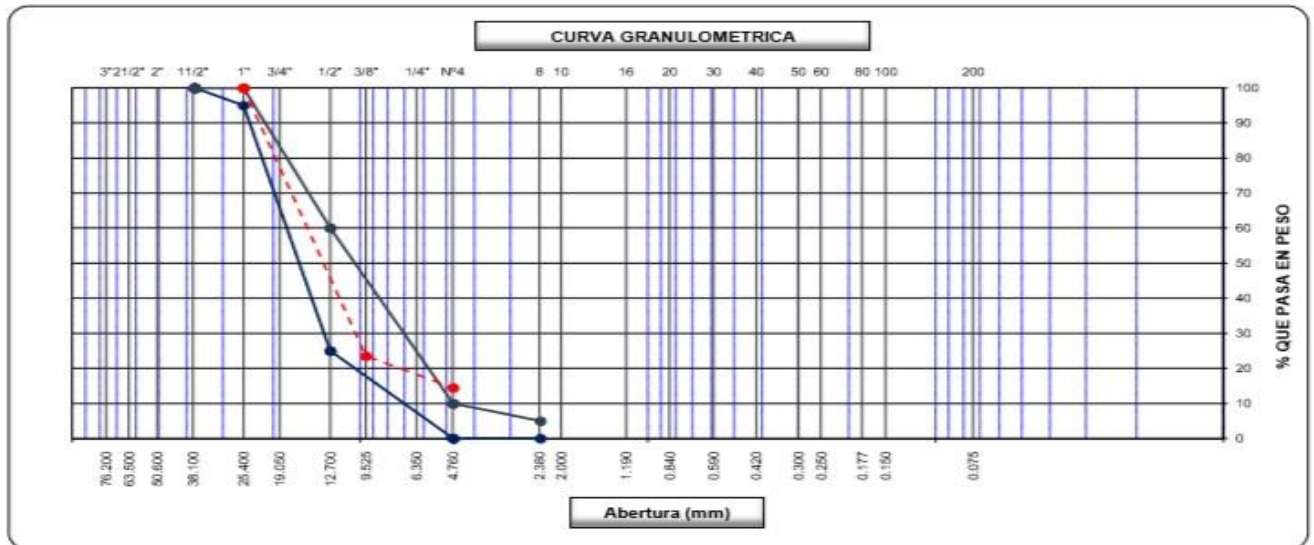


ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)

PROYECTO	"Elaboración de adoquines de concreto permeable para uso de pavimento de baja transitabilidad en calles de la ciudad de Piura. Piura. 2020"
CANTERA	CERRO MOCHO
MATERIAL	NATURAL
FECHA	01/05/2020
SOLICITA	MEDINA KEVIN LAMA DUSLEY

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Grava Concreto AG-3		Descripcion
5"	127.000							1. Peso de Material
4"	101.600							Peso Inicial Total (kg) 5,000
3"	76.200							Peso Fraccion Fina Para Lavar (gr)
2 1/2"	63.500							2. Caracteristicas
2"	50.800							Tamaño Maximo 1/2"
1 1/2"	37.500					100	100	Tamaño Maximo Nominal 1/2"
1"	25.400				100.0	95	100	Grava (%) 85.5
3/4"	19.000	198.0	4.0	4.0	96.0			Arena (%) 14.5
1/2"	12.700	2,256.0	45.1	49.1	50.9	25	60	Finos (%) 0.0
3/8"	9.520	1,367.0	27.3	76.4	23.6			Modulo de Fineza (%) 0.0
1/4"	6.350							3. Clasificacion
N° 4	4.750	456.0	9.1	85.5	14.5	0	10	Limite Liquido (%)
N° 8	2.360	51.8	1.0	86.6	13.4	0	5	Limite Plastico (%)
N° 10	2.000							Indice de Plasticidad (%)
N° 16	1.190							Clasificacion SUCS
N° 20	0.850							Clasificacion AASHTO
N° 30	0.600							
N° 40	0.420							
N° 50	0.300							
N° 60	0.250							
N° 80	0.180							
N° 100	0.150							
N° 200	0.075							
Pasante		671.2	13.4	100.0				



Anexo. Certificado de peso unitario suelto y compactado del agregado grueso de la cantera de Cerro Mocho.



CONSULTGEOPAV SAC
 RUC: 20602407021
 Sistema Integral
 de Geotecnia
 Suelos y Pavimentos
 Telf: 037-501000 Cel. Claro: 986279811 - Cel Movistar: 979199772
 Direccion: Calle Arequipa # 308 Bellavista - Sullana - Piura
 Email: geopav_mcastro@hotmail.com - junior_castro@hotmail.com

PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS

MTC E 203 - ASTM C 29 - ASSHTO T-19

PROYECTO	"Elaboración de adoquines de concreto permeable para uso de pavimento de baja transitabilidad en calles de la ciudad de Piura. Piura. 2020"
CANTERA	CERRO MOCHO
MATERIAL	
FECHA	01/05/2020

AGREGADO GRUESO

PESO UNITARIO SUELTO

DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	11600	11685	11680	
Peso del recipiente	(gr)	7215	7215	7215	
Peso de la muestra	(gr)	4385	4470	4465	
Volumen	(cm ³)	3093	3093	3093	
Peso unitario suelto	(kg/m ³)	1418	1445	1444	
Peso unitario suelto promedio	(kg/m ³)	1435			

PESO UNITARIO VARILLADO

DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	11996	12143	12164	
Peso del recipiente	(gr)	7215	7215	7215	
Peso de la muestra	(gr)	4781	4928	4949	
Volumen	(cm ³)	3093	3093	3093	
Peso unitario compactado	(kg/m ³)	1546	1593	1600	
Peso unitario compactado promedio	(kg/m ³)	1580			

OBSERVACIONES

Anexo. Certificado de humedad natural del agregado grueso de la cantera de Cerro Mocho.

 <p>CONSULTGEOPAV SAC RUC: 20602407021 Sistema Integral de Geotecnia Suelos y Pavimentos Telf: 037-501000 Cel. Claro: 986279811 - Cel Movistar: 979199772 Direccion: Calle Arequipa # 308 Bellavista - Sullana - Piura Email: geopav_mcastro@hotmail.com - junior_castro@hotmail.com</p>	
CONTENIDO DE HUMEDAD	
(MTC E-108 / ASTM D-2216)	
PROYECTO	"Elaboración de adoquines de concreto permeable para uso de pavimento de baja transitabilidad en calles de la ciudad de Piura. Piura. 2020"
CANTERA	CERRO MOCHO
	SOLICITA MEDINA KEVIN LAMA DUSLEY
MATERIAL	NATURAL
FECHA	01/05/2020

1. Contenido de Humedad Muestra Integral :

Descripcion	1	2
Peso de tara (gr)		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	500.0	
Peso de la tara + muestra seca (gr)	497.0	
Peso del agua contenida (gr)	3.0	
Peso de la muestra seca (gr)	497.0	
Contenido de Humedad (%)	0.6	
Contenido de Humedad Promedio (%)	0.6	

Anexo. Certificado de peso específico y absorción del agregado grueso de la cantera de Cerro Mocho.

 <p>CONSULTGEOPAV SAC RUC: 20602407021 Sistema Integral de Geotecnia Suelos y Pavimentos Telf: 037-501000 Cel. Claro: 986279811 - Cel Movistar: 979199772 Dirección: Calle Arequipa # 308 Bellavista - Sullana - Piura Email: geopav_mcastro@hotmail.com - junior_castro@hotmail.com</p>	
<p>GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN (MTC E- 205,206 / ASTM C-127,128 / AASHTO T-84, T-85)</p>	
PROYECTO	: "Elaboración de adoquines de concreto permeable para uso de pavimento de baja transitabilidad en calles de la ciudad de Piura. Piura. 2020"
CANTERA	: CERRO MOCHO SOLICITA MEDINA KEVIN LAMA DUSLEY
MATERIAL	: NATURAL
FECHA	: 01/05/2020

DATOS			1	2	3	4
1	Peso de la muestra saturada con superficie seca (B) (aire)	gr.	1960	1993	1910	
2	Peso de la canastilla dentro del agua	gr.	766	766	766	
3	Peso de la muestra saturada+peso canastilla dentro del agua	gr.	1926	2025	2001.2	
4	Peso de la muestra saturada dentro del agua (C)	gr.	1160	1259	1235.2	
5	Peso de la tara	gr.	664	664	664	
6	Peso de la tara + muestra seca (horno)	gr.	2590	2584.7	2581	
7	Peso de la muestra seca (A)	gr.	1926	1920.7	1917	

RESULTADOS						PROMEDIO
8	Peso Especifico de masa		2.408	2.617	2.841	2.622
9	Peso Especifico de masa saturada superficie seco		2.450	2.715	2.830	2.665
10	Peso especifico aparente		2.514	2.903	2.812	2.743
11	Porcentaje de absorción	%	1.77	3.76	-0.37	1.72

OBSERVACIONES :

Anexo. Certificado de diseño de mezcla de concreto permeable



Diseño de Mezcla de Concreto Hidráulico

$$f_c = 380 \text{ kg/cm}^2 (*)$$

Obra : Elaboración de adoquines de concreto permeable para uso de pavimento de baja transitabilidad en calles de la ciudad de Piura. Piura. 2020
Solicitada : MEDINA KEVIN - LAMA DUSLEY
Cemento : Pacasmayo Tipo MS **Fecha:** 15-May-20
Ag. Fino : Cantera Soho
Ag. Grueso : Cantera Cerro Mocho
Agua : POTABLE
Asentamiento : 2" - 4"
Concreto : sin aire incorporado

Características de los agregados			
Definición	Agregado Fino	Agregado Grueso	Cemento
Peso Especifico kg/m ³	1252	2665	2980
Peso Unitario Suelto	1624	1435	1501
Peso Unitario Varillado	1711	1580	
Módulo de fineza	2.9		
% Humedad Natural	1.00	0.60	
% Absorción	1.01	1.72	
Tamaño Máximo Nominal	1/4"	1/2"	

Valores de diseño			
Agua	R a/c (*)	Cemento	Aire atrapado
205.0	0.30	683.3	1.5

Volumen absolutos m ³ /m ³ de mezcla				
Agua	Cemento	Aire	Pasta	Agregados
0.205	0.229	0.015	0.449	0.551
Relacion agregados en mezcla ag. f/ ag. gr.			60%	40%

Volumen absoluto de agregados	
0.551	m ³

Fino	60%	0.330	m ³	413.681	kg/m ³
Grueso	40%	0.220	m ³	587.039	kg/m ³

Pesos de los elementos kg/m ³ de mezcla		
	Secos	Corregidos
Cemento	683.3	683.3
Agr. fino	413.7	417.8
Agr. grueso	587.0	590.6
Agua	205.0	211.6
Aditivo SikaCem Plastific	1.37	1.37
Aditivo Sika 5	0.00	0.00
Colada kg/m ³	1890.4	1904.7

Aporte de agua en los agregados	
Ag. fino	-0.05
Ag. grueso	-6.57
Agua libre	-6.62
Agua efectiva	211.6

Volumenes aparentes con humedad natural de acopio

	Cemento	Fino	Grueso	Agua (lt)	Aditivo SikaCem Plastificante (lt)
En m ³	0.455	0.257	0.412	211.6	1.1
En pie ³	16.077	9.09	14.53	211.6	1.1

Dosificación en Planta/Obra con humedad de acopio

En peso por kg de cemento	Cemento (kg)	Ag. Fino (kg)	Ag. Grueso (kg)	Agua (lt)	Aditivo 1 Sikament 290 N (gr)
	1	0.611	0.864	0.310	2.0
En volumen por bolsa de cemento	Cemento (bolsa)	Ag. Fino (pie ³)	Ag. Grueso (pie ³)	Agua (lt)	Aditivo 1 Sikament 290 N (ml)
	1	0.6	0.9	13.2	70.8

Observaciones

Se emplea : CEMENTO PORTLANT TIPO MS

Anexo. Certificado del ensayo de resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 día



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO	"Elaboración de adoquines de concreto permeable para uso de pavimento de baja transitabilidad en calles de la ciudad de Piura. Piura. 2020"	ESP.SUELOS Y PAVIMENTOS R.C.A
SOLICITA	MEDINA KEVIN - LAMA DUSLEY	TECNICO FECHA DE INFORME

RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO HIDRÁULICO F'C - 380 Kg/cm² MTC E 704 ASTM C 39 Y AASHTO T 22

NÚMERO DE TESTIGO	REGISTRO	UBICACIÓN	FECHA		Edad Días	SLUMP (PULGADAS)	Diámetro (cm)		AREA (cm ²)	LECTURA DEL DIAL (Kg)	RESISTENCIA DEL TESTIGO (Kg/cm ²)	RESISTENCIA DEL DISEÑO F'c (Kg/cm ²)	RESISTENCIA OBTENIDA %	RESISTENCIA REQUERIDA %	OBSERVACIONES
			MOLDEO	ROTURA			D1	D2							
01-D	M - 01	LABORATORIO	16/05/2020	23/05/2020	7	4	15.00		176.7	47560	269	380	71	70	CUMPLE
02-D				23/05/2020		4	15.14		180.0	49520	275	380	72		
03-D				23/05/2020		4	15.15		180.3	48960	272	380	71		
04-D	M - 01	LABORATORIO	16/05/2020	30/05/2020	14	4	15.10		179.1	54620	305	380	80	80	CUMPLE
05-D				30/05/2020		4	15.20		181.5	55930	308	380	81		
06-D				30/05/2020		4	15.15		180.3	56720	315	380	83		
07-D	M - 01	LABORATORIO	16/05/2020	13/06/2020	28	4	15.20		181.5	68980	380	380	100	100	CUMPLE
08-D				13/06/2020		4	15.14		180.0	69215	384	380	101		
09-D				13/06/2020		4	15.10		179.1	69850	390	380	103		

Anexo. Certificado de ensayo de permeabilidad



CONSULTGEOPAV SAC
 RUC: 20602407021
 Sistema Integral
 de Geotecnia
 Suelos y Pavimentos

Telf: 037-501000 Cel. Claro: 986279811 - Cel Movistar: 979199772
 Direccion: Calle Arequipa # 308 Bellavista - Sullana - Piura
 Email: geopav_mcastro@hotmail.com - junior_castro@hotmail.com

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

OBRA : ELABORACION DE ADOQUINES DE CONCRETO PERMEABLE PARA USO DE PAVIMENTO DE BAJA TRANSITABILIDAD EN CALLES DE LA CIUDAD DE PIURA. PIURA. 2020

TESTIGO : REVISADO B.G.T.

UBICACIÓN : ING° RESP. R.C.G

FECHA

ENSAYO DE PERMEABILIDAD TUBO DE TERMINAL ABIERTO

**A.- DESAGUE SOBRE DETERMINADO NIVEL DE AGUA
(DESPUES DE SATURACION)
(CARGA CONSTANTE)**

$$K = \frac{L \cdot q}{A \cdot H_o \cdot t}$$

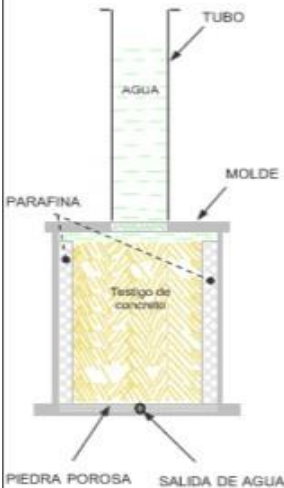
t min.	t sec.	q cm3	Q = q / t cm3/sec	K=L * Q / A * Ho cm/sec
	120	72	0.6000000	3.21E-04
	97	62	0.6391753	3.42E-04
	97	62	0.6391753	3.42E-04
	97	62	0.6391753	3.42E-04
PROMEDIO				3.37E-04

D=	15.23	cm.
A=	182.18	cm ²
L=	11.65	cm.
r=	0.50	cm.
Ho=	119.5	cm.
a=	0.79	cm ²
F=	2.30	

**B.- CAIDA NIVEL DE AGUA EN PROPORCION
(SIN AGREGAR AGUA)
(CARGA VARIABLE)**

$$K = 2.30 \cdot \frac{L \cdot a}{A \cdot t} \cdot \log \frac{h_1}{h_2}$$

t min.	t sec.	A = 2.30 *(L*a / A*t) cm/sec	Ho - Ht cm	Ht cm	Ho / Ht	B= log Ho / Ht	K = A * B cm/sec
60	3600	0.000032089	0.9	118.6	1.0076	0.00328322	1.05E-07
60	3600	0.000032089	1.1	118.4	1.0093	0.0040162	1.29E-07
60	3600	0.000032089	0.9	118.6	1.0076	0.00328322	1.05E-07
60	3600	0.000032089	1.0	118.5	1.0084	0.00364955	1.17E-07
60	3600	0.000032089	1.1	118.4	1.0093	0.0040162	1.29E-07
PROMEDIO							1.17E-07



OBSERVACIONES:

RESP. DE SERVICIO
CONTROL DE CALIDAD

RESP. DE PROGRAMA

SUPERVISION

Anexo. Análisis de costo unitario de concreto permeable.

<u>ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS</u>						
<u>CONCRETO PERMEABLE</u>						
<u>Partida:</u>						
Adoquines de concreto permeable f'c = 385 kg/cm2						
<u>Rendimiento:</u>						
Preparación y vaceado:	15 m3/día					UND. m3
Curado:	40 m3/día					
Descripción	Und.	Cuadrilla	Cantidad	Precio Unit.	Parcial	Total
MATERIALES						
Cemento Portland	bls	42.5 kg	9.66	27.40	264.70	
Arena Gruesa	m3		0.03	46.00	1.38	
Grava redondeada (1/2")	m3		0.62	50.00	31.00	
Agua	m3		0.13	5.00	0.65	
Aditivo Plastificante	lts		4	8.50	34.00	
					COSTO DE MATERIAL S/ 331.73	
MANO DE OBRA						
Operario	hh	1.00	0.55	17.22	9.47	
Oficial	hh	1.00	0.53	13.66	7.24	
Peón	hh	5.00	2.87	12.36	35.47	
Operario Equipo Liviano	hh	1.00	0.53	12.93	6.85	
					COSTO MANO DE OBRA S/ 59.03	
EQUIPO, HERRAMIENTAS						
Mezcladora de 9-11 p3	hm	1.00	0.53	12.00	6.36	
Vibrador de 2.0" , 4HP	hm	1.00	0.53	10.00	5.30	
Herramientas 3% M.O			0.03	59.03	1.77	
					COSTO DE EQUIPO, HERRAMIENTAS S/ 13.43	
					TOTAL	S/ 404.19

Anexo

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escalas de medición
Adoquines de concreto permeable	En la norma ACI-522R, los adoquines de concreto poroso están definidos como un elemento cuyo asentamiento es cero, y en su composición encontramos al cemento Portland, agregado grueso, poco o nada de agregados finos, aditivo (opcional) y agua. Como resultado tenemos una mezcla cuya resistencia máxima es alcanzada a los 28 días, además sus poros interconectados oscilan entre 2 a 8 mm, esto hace que el agua pueda infiltrarse. (ALONSO F. Y OTROS, 2016)	La variable adoquín de concreto se va a medir en función al diseño de mezcla, el cual contiene la proporción de cada uno de los materiales como lo son: el cemento, el agua, los agregados y el aditivo. Además, una vez que se obtenga el concreto se practicarán las correspondientes pruebas de resistencia a la compresión y se hará una prueba de permeabilidad mediante un permeámetro de carga variable y carga constante.	Dosificación de los materiales	Diseño de mezcla	Intervalo
			Propiedad del concreto permeable	-Resistencia a la compresión - Relación agua/cemento	Razón
			Permeabilidad	Coefficiente de permeabilidad	
Pavimentos	Son estructuras que están conformadas por capas superpuestas horizontalmente compuestas por materiales previamente seleccionados. Estos están diseñados para soportar las cargas repetitivas del tránsito y las condiciones climatológicas. (RONDÓN H. Y OTROS, 2015)	La variable Pavimentos se va a medir en función a los requisitos mínimos establecidos por la norma de pavimentos urbanos para usar adoquines en calles de la ciudad de Piura. Piura. 2020	Normativa	Pavimentos urbanos	Nominal

Fuente: Elaboración de los autores

Anexo

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tema: Elaboración de adoquines de concreto permeable para uso de pavimento de baja transitabilidad de la ciudad de Piura. Piura. 2020			
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Método
<p>Problema general ¿Cómo es la elaboración de adoquines de concreto permeable para uso de pavimento de baja transitabilidad en calles de la ciudad de Piura. Piura. 2020?</p> <p>Problemas específicos ¿Cuáles son los parámetros en la clasificación de pavimentos de baja transitabilidad para la elaboración de adoquines de concreto permeable en calles de la ciudad de Piura? Piura. 2020?</p> <p>¿Cuál es la adecuada dosificación para el diseño de mezcla de un adoquín permeable para uso de pavimento en calles en la ciudad de Piura? Piura. 2020?</p> <p>¿cuál es la propiedad mecánica del concreto permeable de los adoquines aplicados para pavimento de baja transitabilidad en calles en la ciudad de Piura. Piura. 2020?</p> <p>¿cuál es el coeficiente de permeabilidad de los adoquines aplicables en calles en la ciudad de Piura. Piura. 2020?</p>	<p>Objetivo general *Elaborar adoquines de concreto permeable para uso de pavimento de baja transitabilidad en calles de la ciudad de Piura. Piura. 2020</p> <p>Objetivos específicos *Identificar los parámetros en la clasificación de pavimentos de baja transitabilidad para la elaboración de adoquines de concreto permeable en calles de la ciudad de Piura. Piura. 2020 * Determinar la adecuada dosificación para el diseño de mezcla de un adoquín permeable para uso de pavimento en calles de la ciudad de Piura. Piura. 2020 * Establecer la propiedad mecánica del concreto permeable de los adoquines aplicados para pavimento de baja transitabilidad en calles de la ciudad de Piura. Piura. 2020 *Conocer el coeficiente de permeabilidad de los adoquines aplicables a calles de la ciudad de Piura. Piura. 2020.</p>	<p>En relación con la hipótesis de este trabajo de investigación, es posible hacer un diseño de mezcla para la obtención de un concreto con características porosas que nos permita ser aplicado en adoquines para pavimento articulado de baja transitabilidad, de forma que pueda drenar el agua superficial a través de su estructura y controlar las inundaciones que se presentan en calles de la ciudad de Piura. Piura. 2020.</p>	<p>Tipo de investigación: Aplicada</p> <p>Diseño de investigación: Experimental puro</p> <p>Población: probetas de concreto</p> <p>Muestra: 12 especímenes de concreto para su aplicación en pavimentos articulados</p> <p>Técnica: Ensayo de la resistencia a compresión, y el ensayo de permeabilidad.</p> <p>Instrumentos: Formato de pruebas dado por el laboratorio.</p>

Fuente: Elaboración de los autores

Anexo. Técnica e instrumento de recolección de datos

OBJETIVO ESPECÍFICO	TÉCNICA	INSTRUMENTO	LOGRO
Identificar los parámetros en la clasificación de pavimentos de baja transitabilidad en calles de la ciudad de Piura. Piura. 2020.	Documentales	Análisis de contenido	Se identificó los parámetros en la clasificación de pavimentos de baja transitabilidad en calles locales de la ciudad de Piura.
Determinar la adecuada dosificación para el diseño de mezcla de un adoquín permeable para uso de pavimento en calles de la ciudad de Piura. Piura. 2020.	La técnica de ensayo de laboratorio	Formato de pruebas dado por el laboratorio	Se determinó la adecuada dosificación para el diseño de mezcla de un adoquín permeable para uso de pavimento en calles de la ciudad de Piura.
Establecer la propiedad mecánica del concreto permeable de los adoquines aplicados para pavimento de baja transitabilidad en calles de la ciudad de Piura. Piura. 2020.	La técnica de ensayo de laboratorio	Formato de pruebas dado por el laboratorio – Equipo mecánico, prensa de concreto.	Se estableció la propiedad mecánica del concreto permeable de los adoquines aplicados para pavimento de baja transitabilidad en calles de la ciudad de Piura.
Conocer el coeficiente de permeabilidad de los adoquines aplicables a calles de la ciudad de Piura. Piura. 2020.	La técnica de ensayo de laboratorio	Formato de pruebas dado por el laboratorio – Permeámetro	Se Conoció el coeficiente de permeabilidad de los adoquines aplicables a calles de la ciudad de Piura. Piura. 2020.

Fuente: Elaboración de los autores