



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Diseño de mezcla de concreto permeable para uso en pavimento  
rígido, Piura 2021**

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

**Ingeniera Civil**

**AUTORAS:**

**Castillo Coronado, Karen (ORCID: 0000-0003-2366-0928)**

**Saavedra Córdova, Camila Coral (ORCID: 0000-0003-2267-5730)**

**ASESOR:**

**Ing. Medina Carbajal, Lucio Sigifredo (ORCID: 0000-0001-5207-4421)**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

**Diseño de infraestructura vial**

**PIURA – PERÚ**

**2021**

## **AGRADECIMIENTO**

Le agradecemos a Dios por habernos permitido culminar con éxito nuestra tesis, a nuestros padres, por su apoyo incondicional durante este proceso.

A nuestros familiares y amigos cercanos, por su apoyo moral, a nuestro Asesor Ing. Lucio Sigifredo Medina Carbajal, por su dedicación, por brindarnos ayuda constantemente en el proceso de creación del presente trabajo, a nuestro asesor que nos ayudó con cada duda que teníamos. Nuestra universidad que nos facilita el ingreso a bases de datos reconocidas mundialmente para poder enriquecer nuestros proyectos.

## **DEDICATORIA**

Esta investigación está dedicada a Dios que es quien dispone que logremos culminar nuestro trabajo, a nuestros padres por el apoyo brindado para poder terminar una etapa más como futuras profesionales y que son la base de todo nuestro crecimiento académico pues sin su incondicional apoyo este trabajo no hubiera sido posible.

A nuestros asesores que nos encaminan en todo el proceso de formación como investigadores y el tiempo dedicado y principalmente a nosotras por esfuerzo y dedicación puestos en el desarrollo del trabajo.

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTO .....	ii
DEDICATORIA .....	iii
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT .....	viii
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>9</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>12</b>
<b>III. METODOLOGÍA.....</b>	<b>31</b>
<b>3.1. Tipo y Diseño de investigación .....</b>	<b>31</b>
<b>3.2. Variables y operacionalización.....</b>	<b>31</b>
<b>3.3. Población muestra y muestreo.....</b>	<b>32</b>
<b>3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....</b>	<b>33</b>
<b>3.5. Procedimiento.....</b>	<b>33</b>
<b>3.6. Método de análisis.....</b>	<b>34</b>
<b>3.7. Aspectos éticos .....</b>	<b>35</b>
<b>IV. RESULTADOS.....</b>	<b>36</b>
<b>V. DISCUSIÓN.....</b>	<b>59</b>
<b>VI. CONCLUSIONES .....</b>	<b>61</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>63</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>66</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>.....</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 01.</b> Paquete estructural de un pavimento permeable. ....	18
<b>Figura 02.</b> Concreto permeable .....	21
<b>Figura 03.</b> Textura del concreto permeable. ....	22
<b>Figura 04.</b> Testigo de Concreto permeable .....	25
<b>Figura 05.</b> Concreto permeable como capa de rodadura .....	29
<b>Figura 06.</b> Curva Granulométrica de Agregado Grueso TMN 3/4" .....	37
<b>Figura 07.</b> Curva Granulométrica de Agregado Fino. ....	41
<b>Figura 08.</b> Testigos de mezcla de Concreto Permeable I .....	44
<b>Figura 09.</b> Testigos de mezcla de Concreto Permeable II .....	45
<b>Figura 10.</b> Testigos de mezcla de Concreto Permeable III .....	46
<b>Figura 11.</b> Curva de resistencia $f'c$ vs. Tiempo Concreto MR 48.....	47
<b>Figura 12.</b> Curva de resistencia $f'c$ vs. Tiempo Concreto Permeable I .....	48
<b>Figura 13.</b> Curva de resistencia $f'c$ vs. Tiempo Concreto Permeable II .....	49
<b>Figura 14.</b> Curva de resistencia $f'c$ vs. Tiempo Concreto Permeable III .....	50
<b>Figura 15.</b> Ensayo de permeabilidad de mezcla de Concreto Permeable I .....	51
<b>Figura 16.</b> Ensayo de permeabilidad de mezcla de Concreto Permeable II ....	53
<b>Figura 17.</b> Ensayo de permeabilidad de mezcla de Concreto Permeable III ...	55
<b>Figura 18.</b> Tipo de infiltración completa al terreno.....	64
<b>Figura 19.</b> Tipo de infiltración parcial al terreno.....	65
<b>Figura 20.</b> Tipo sin infiltración al terreno.....	65

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 01.</b> Gradación Agregado Fino .....	26
<b>Tabla 02.</b> Gradación Agregado Grueso .....	26
<b>Tabla 03.</b> Granulometría del Agregado Grueso .....	36
<b>Tabla 04.</b> Características del Agregado Grueso .....	37
<b>Tabla 05.</b> Peso unitario suelto del agregado grueso de $\frac{3}{4}$ " .....	38
<b>Tabla 06.</b> Peso unitario compactado del agregado grueso de $\frac{3}{4}$ " .....	38
<b>Tabla 07.</b> Peso Específico y % de Absorción de agregados gruesos .....	38
<b>Tabla 08.</b> Determinación de una cara fracturada .....	39
<b>Tabla 09.</b> Determinación de dos o más caras fracturadas .....	39
<b>Tabla 10.</b> Resumen de determinación de caras fracturadas .....	39
<b>Tabla 11.</b> Granulometría del Agregado Fino .....	40
<b>Tabla 12.</b> Características del Agregado Fino .....	41
<b>Tabla 13.</b> Peso unitario suelto del agregado fino #4 .....	42
<b>Tabla 14.</b> Peso unitario compactado del agregado fino #4 .....	42
<b>Tabla 15.</b> Peso Específico y % de Absorción de agregados finos .....	42
<b>Tabla 20.</b> Dosificación de Concreto de Resistencia MR 48 .....	43
<b>Tabla 21.</b> Dosificación de Concreto Permeable I .....	44
<b>Tabla 22.</b> Dosificación de Concreto Permeable II .....	45
<b>Tabla 23.</b> Dosificación de Concreto Permeable III .....	46
<b>Tabla 24.</b> Resistencia a la Compresión Concreto MR 48 .....	47
<b>Tabla 25.</b> Resistencia a la Compresión Concreto Permeable I .....	48
<b>Tabla 26.</b> Resistencia a la Compresión Concreto Permeable II .....	49
<b>Tabla 27.</b> Resistencia a la Compresión Concreto Permeable III .....	50
<b>Tabla 28.</b> Datos de las probetas de ensayo .....	51
<b>Tabla 29.</b> Características Físicas del Concreto Permeable I .....	51
<b>Tabla 30.</b> Datos de ensayo de permeabilidad al Concreto Permeable I .....	52
<b>Tabla 31.</b> Características Físicas del Concreto Permeable II .....	53
<b>Tabla 32.</b> Datos de ensayo de permeabilidad al Concreto Permeable II .....	54
<b>Tabla 33.</b> Características Físicas del Concreto Permeable III .....	54
<b>Tabla 34.</b> Datos de ensayo de permeabilidad al Concreto Permeable III .....	56
<b>Tabla 35.</b> Análisis de Costos Unitarios de Concreto Permeable Optimo .....	57
<b>Tabla 36.</b> Análisis de Costos Unitarios de Concreto Convencional .....	58

## RESUMEN

La investigación realizada pretende resolver uno de los principales problemas en la ciudad de Piura durante las lluvias, la inundación, por lo cual se desea lograr el objetivo principal de Diseñar una mezcla de concreto permeable para uso en pavimento rígido, con respecto a la metodología utilizada es de tipo aplicada, el diseño es no experimental – transversal, con enfoque cuantitativo, nivel descriptivo, para cumplir con la meta principal se realizó 3 diseños de mezcla de concreto permeable, de las cuales solo se obtuvo 1 resultado favorable respecto a su resistencia y permeabilidad, ya que los otros diseños no cumplieron con los parámetros establecidos, para ello se efectuaron ensayos de granulometría, resistencia a la compresión y permeabilidad, además una comparación de costos unitarios entre un concreto convencional y el concreto permeable óptimo, de esta manera se concluye que el concreto permeable óptimo diseñado en la presente tesis es de 93% de incidencia en piedra y 7% de arena, con una resistencia de mayor a 210 kg/cm<sup>2</sup> y un coeficiente de permeabilidad de 20.23%, el cual puede ser utilizado en vías con bajo tránsito debido a estos factores, y el agua recolectada pueda ser reutilizada para buenos fines.

**Palabras clave:** concreto permeable, pavimento rígido, permeabilidad, infiltración, agua pluvial.

## **ABSTRACT**

The research carried out aims to solve one of the main problems in the city of Piura during rains, flooding, for which the main objective of Designing a permeable concrete mixture for use in rigid pavement is desired, with respect to the methodology used. It is of an applied type, the design is non-experimental - transversal, with a quantitative approach, descriptive level, to meet the main goal, 3 permeable concrete mix designs were carried out, of which only 1 favorable result was obtained regarding its resistance and permeability, since the other designs did not comply with the established parameters, for this, granulometry, compressive strength and permeability tests were carried out, as well as a comparison of unit costs between conventional concrete and optimal permeable concrete, in this way that the optimal permeable concrete designed in this thesis is 93% incidence in stone and 7% sand, with a resistance greater than 210 kg / cm<sup>2</sup> and a permeability coefficient of 20.23%, which can be used on roads with low traffic due to these factors, and the collected water can be reused for good purposes.

**Keywords:** pervious concrete, rigid pavement, permeability, infiltration, storm water.



## I. INTRODUCCIÓN

En la provincia de Piura, mayormente durante los primeros meses del año acontecen precipitaciones, las cuales afectan a muchos sectores debido al estancamiento de aguas pluviales. Particularmente, durante las lluvias dadas en años pasados, se ha observado inundaciones, causando el deterioro de viviendas, de forma interior y exterior, perjuicios en parques y pérdida de bienes materiales, asimismo ocurren cambios desfavorables en las veredas y el pavimento existente, en otras palabras, la provincia de Piura, sufre daños considerables, afectando a los pobladores, la infraestructura y el ambiente.

El problema presente en Piura es la falta de un drenajes pluviales en distintas zonas de la provincia, lo cual ocasiona el estancamiento de aguas pluviales durante las épocas de lluvia y como consecuencia obstaculiza el paso vehicular y peatonal en dichas zonas, de igual manera en lo que respecta a la infraestructura vial, estos estancamientos producen un hidroneo y la deformación del pavimento existente, creando un problema más grande puesto que después de que las aguas son evacuadas, se procede a la reconstrucción del pavimento para así poder reaperturar el tránsito.

Silva (2016) “Desde el punto de vista regional, Piura es una zona calurosa, y con antecedentes de constantes precipitaciones. La presencia de lluvias entre los meses de enero, febrero y marzo son el resultado de las elevadas temperaturas, que han logrado llegar a los 39 grados centígrados” (p.11).

Si el problema persiste, la población volverá a sufrir daños desmedidos, puesto que anteriormente ya se han perdido bienes materiales y de ser así, estos perjuicios serán iguales o incluso peores que los pasados, Además, respecto al pavimento existente en zonas de riesgo de inundación, tendrá que ser reconstruido nuevamente, pues este se modificaría por completo ya que la inundación forja al terreno a deformarse y algunas zonas al tener una capa de rodadura flexible, el pavimento llegaría a dañarse al punto de destruirse.

Para poder darle solución al problema, se considera que el pavimento rígido con capa de rodadura de concreto permeable es una excelente alternativa para poder evacuar las aguas pluviales y evitar las inundaciones, puesto que este es un

sistema novedoso que infiltra el agua proveniente de las lluvias, de modo que la superficie quede libre de agua pluvial y en conjunto con la estructura del pavimento drenante poder evacuar el agua y esta pueda ser reservada, tratada y usada de manera útil para diversos fines como el riego de áreas verdes, entre otros. Esto lo convierte en un sistema sostenible y ecológico de modo que es beneficiario para el medio ambiente.

El pavimento rígido con una capa de rodadura de concreto permeable, puede considerarse como un sistema de tratamiento de aguas pluviales autónomo, puesto que su estructura infiltra, recolecta, transporta y almacena el agua, y de esta manera controla la escorrentía y la contaminación provocadas por las lluvias, brindando así la seguridad debida al tránsito. (Jato y otros, 2016, p. 2).

Este proyecto de investigación pretende responder a la pregunta principal: ¿Cuál es el diseño de mezcla de concreto permeable para uso en pavimento rígido, Provincia Piura? Además busca responder a las preguntas específicas: ¿Qué materiales son aptos para realizar la mezcla de concreto permeable adecuada?, ¿La mezcla de concreto permeable cumple con la resistencia necesaria para su aplicación en pavimento rígido?, ¿Cuál es la permeabilidad del concreto poroso para cumplir con los parámetros de diseño?, ¿Cuál es la diferencia de costos entre un concreto convencional y un concreto permeable?

Asimismo proyecta a lograr el objetivo principal: Elaborar el diseño de mezcla de concreto permeable para uso en pavimento rígido, Provincia Piura. Y como objetivos específicos tiene: Establecer los materiales a utilizar en la mezcla de concreto permeable, Evaluar la resistencia a la compresión y el módulo de rotura del concreto permeable, Determinar la permeabilidad de la mezcla de concreto poroso de acuerdo a los parámetros, Realizar la comparación de costos entre un concreto convencional y un concreto permeable.

De la misma manera, tiene la hipótesis general: El Diseño de mezclas de concreto permeable cumple con los parámetros establecidos que permiten utilizarlo en pavimento rígido. Y como hipótesis específicas: El material a utilizar debe ser bien clasificado pues es este quien permitirá el correcto diseño de la mezcla; el concreto permeable es resistente a las cargas que se efectúen sobre él, teniendo como  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ ; mezcla del concreto poroso tiene una taza de

infiltración apta para las precipitaciones elevadas que presenta Piura; el concreto permeable al contener un porcentaje de vacíos, disminuye la cantidad de material a utilizar en su mezcla y evita la construcción de drenajes pluviales convencionales.

El presente proyecto se justifica puesto que tiene como propósito mejorar la calidad de vida de los habitantes de la Provincia de Piura, pues es una medida muy necesaria debido a que están expuestos a las precipitaciones que se presentan alrededor del año generando malestar en estos. Con el uso de este sistema, las personas y principalmente los conductores que transitan por las vías que corren el riesgo de inundarse, podrán hacerlo de una manera más segura, debido a que la capa de rodadura de un pavimento rígido convencional durante las lluvias pierde su fricción debido al estancamiento de aguas con el hidroplaneo, volviéndolo peligroso. Por otro lado, con respecto al medio ambiente, este tipo de pavimento especial, ya que ayuda a recolectar el agua proveniente de las lluvias, evitando que ésta se desperdicie, por lo que contribuye en la conservación de este elemento, y por consiguiente, en el cuidado de la flora existente a los alrededores, ya que el agua recogida sirve para el riego de ésta. Además el pavimento permeable es utilizado en diversos países y los resultados son óptimos, generando así el interés de estudiarlo, aplicando los conocimientos adquiridos durante la formación académica, así como y de esa manera conocer los beneficios que trae consigo.

## II. MARCO TEÓRICO

En el proceso de búsqueda de información respecto a trabajos de investigación previos sobre el tema seleccionado, se encontraron los siguientes, a nivel internacional:

DEL VALLE MONETTI, Malena (2018), en su tesis para obtener el grado de maestría titulado “Hormigón poroso con materiales locales, una contribución para la gestión de las aguas de lluvia” de la facultad de Ingeniería de la Universidad Tecnológica Nacional, Argentina, el cual tuvo como objetivo general: Contribuir con la regulación de las aguas pluviales en relación a su escurrimiento en zonas urbanas, con la elaboración del diseño y la fabricación de hormigón poroso a base de material local que posea la filtración necesaria. Su metodología empleada fue de tipo aplicada y su estudio fue teórico-experimental. Este trabajo tuvo como conclusión que en el pavimento permeable, además de ser considerado un sistema urbano de drenaje sostenible, la lluvia tiene una salida más controlada y se atenúa el pico con un escurrimiento superficial prácticamente nulo, una gran infiltración y una salida por dren controlada y desfasada del comienzo de la lluvia. Se comprobó una reducción de la escorrentía superficial en estacionamiento en estudio mediante el empleo del sistema de pavimento permeable de hormigón poroso. Dicha reducción fue del 99% en relación al pavimento de hormigón convencional.

MÉNDEZ Z. Nathasha G. y MOSQUEDA V. María C. (2016), en su tesis para optar el título profesional de ingeniero civil titulada “Estudio de la resistencia del concreto permeable para pavimentos” en la facultad de Ingeniería Civil de la Universidad de Carabobo, Venezuela, tuvo como objetivo general: Evaluar la resistencia del concreto permeable en el laboratorio de materiales, escuela de ingeniería civil, Universidad de Carabobo. Acerca de la metodología empleada en el trabajo, fue de tipo aplicada de enfoque cuantitativo, contó con un diseño de investigación experimental, sin embargo, también tuvo carácter descriptivo. Este trabajo de investigación llegó a la conclusión que A pesar del total desconocimiento de este tipo de concreto en Venezuela, se pudo recabar información internacional suficiente para conocer y realizar diseños de mezcla

con presencia y ausencia de agregado fino para elaborar un concreto permeable o poroso, así como para realizar los ensayos de permeabilidad respectivos.

DE SOUSA GUEDES, Claudia (2015), en su tesis para obtener el grado de maestría titulada “Evaluación del desempeño hidrológico de pavimentos permeables” de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Federal de Goiás, Brasil, buscó lograr el objetivo general: Evaluar el desempeño de los pavimentos permeables, con miras a controlar la escorrentía en lluvias. Este trabajo de investigación fue de tipo aplicado y aplicó un diseño experimental, asimismo tuvo un enfoque cuantitativo. Llegó a la conclusión principal que los pavimentos permeables evaluados en esta investigación permitieron la reducción de más del 50% de la escorrentía y el retraso de un promedio de 17 minutos de escorrentía, así como el almacenamiento temporal de agua de lluvia.

Entre los trabajos de investigación previos a nivel nacional, se localizaron los siguientes:

ESQUERRE GARCIA, Michell y SILVA SILVA, Héctor (2019), en su tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil titulada “Propuesta de diseño de pavimento drenante para la captación de agua de lluvias en zonas urbanas del norte del Perú” de la facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, tuvo como objetivo principal: Proponer la opción de concreto permeable como una herramienta de captación de las aguas pluviales en zonas urbanas que cuenten con un tránsito moderando. El trabajo tuvo un carácter teórico-experimental, de tipo aplicado. Concluyó que es posible utilizar concreto drenante como capa de rodadura en vías urbanas de tránsito moderado, bajo exigencias mecánicas (Resistencia a la flexión, compresión, permeabilidad) y de performance (Trabajabilidad, condiciones óptimas en estado fresco). Cumpliendo con la Norma Peruana CE.010 Pavimentos Urbanos.

PALACIOS BERNALDO, Frank (2018), en su tesis titulada “Diseño de concreto permeable para su aplicación en pavimentos como óptimo sistema de drenaje en distrito de Independencia – Huaraz – Ancash, 2018” en la facultad de ingeniería civil de la Universidad Cesar Vallejo Huaraz para optar por el Título Profesional de Ingeniero Civil. El objetivo principal de su trabajo fue determinar si ejecutando un adecuado diseño de mezcla de Concreto Permeable, que

desempeñe con las cualidades mecánicas apropiadas logre poder usarse a modo de capa de rodadura en pavimentos rígidos, y así poseer un excelente sistema de drenaje. Con relación a la metodología utilizada en la presente tesis, ésta fue de diseño experimental, de tipo aplicativo. Como conclusión se determinó el diseño de una mezcla precisa de concreto permeable, que se logró debido a las cualidades mecánicas aptas que permitieron colocar en una estructura de pavimento rígido, asimismo este concreto satisface con propiedades hidráulicas excelentes que permiten poseer un sistema de drenaje adecuado.

MORALES CÓRDOVA, Ani (2018), en su tesis “Diseño de pavimento rígido permeable  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, utilizando agregado de río Huallaga - Jr. Los Andes, Morales - San Martín - 2018” en la facultad de ingeniería civil de la Universidad Cesar Vallejo Tarapoto. La investigación fue elaborada con estudios elementales de ingeniería, y su objetivo general fue diseñar un pavimento rígido permeable, fueron empleados agregados de río con la intención de que este fuera apto de drenar una cantidad de agua y conservara la funcionalidad apropiada para su drenaje. El tipo de investigación fue aplicada, con un diseño de investigación experimental. De acuerdo con los resultados logrados, se llegó a la conclusión de que si es viable diseñar un pavimento rígido permeable en el Jr. Los Andes con un aguante al aplastamiento 210 kg/cm<sup>2</sup>; estando en una zona de menudo volumen de tráfico, la estructura del pavimento quedará compuesto por una losa de concreto permeable con un grosor de 22.5 cm de mezcla pegajosa y una sub base granular.

Asimismo, a nivel local se hallaron los siguientes trabajos previos:

JIMENEZ PESANTES, Hilder Javier (2019) en su tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil titulada “Evaluación del concreto permeable como una alternativa sostenible para el control de las aguas pluviales en la ciudad de Castilla, provincia Piura y departamento de Piura” de la facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Piura, tuvo como objetivo principal ayudar con la investigación del concreto permeable como solución razonable para la inspección de las aguas pluviales en la Ciudad de Castilla. Provincia de Piura, departamento de Piura. Con respecto a la metodología de investigación tuvo un

enfoque cuantitativo debido a que se realizaron modelos los cuales se analizaron con base en los resultados obtenidos. El diseño fue experimental a escala de laboratorio, pues se buscó determinar a través de la metodología experimental, mediante ensayos de testigos. Como conclusión se obtuvo que el concreto permeable es una opción factible como área de penetración de escurrimientos y que de igual manera tiene un puesto de manto de rodadura, teniendo de resultado un instrumento sostenible que proporcionara la vigilancia de las aguas pluviales en áreas urbanas suministrando favores económicos, sociales y del medio ambiente durante su vida útil.

ANTÓN JUAREZ, Antony (2018), en su tesis titulada “Diseño del pavimento de concreto permeable como solución ante inundaciones en la calle Sr. de Los Milagros desde La Progresiva 0+250 hasta 1+250, Cancas, Canoas de Punta Sal, Tumbes – 2018”, en la facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo Piura para optar por el Título Profesional de Ingeniero Civil. El objetivo de su exploración se encuadró en la ejecución del diseño del pavimento de concreto permeable en la calle “Señor de los Milagros” en la localidad de Cancas, distrito de Canoas de Punta Sal en el departamento de Tumbes. La metodología utilizada fue aplicada, cuantitativa y experimental. Como conclusión se logró el diseño del pavimento de concreto permeable; en alianza con las carencias de la propiedad originaria, el tránsito de la calle y conforme a las medidas determinadas por la Normativa.

SILVA JULCA, Rosita Alexandra (2016), en su tesis titulada “Concreto permeable como propuesta sostenible para mejorar el sistema de drenaje pluvial de la vía Blas De Atienza en Piura”, en la facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo Piura para optar por el Título Profesional de Ingeniero Civil. El objetivo general fue Mejorar el sistema de drenaje pluvial de la vía Blas de Atienza en Piura mediante la propuesta sostenible del uso de concretos permeable. La metodología utilizada fue aplicada y experimental. Como conclusión que el impacto negativo que genera sobre la población, el FEN radica en los daños que este puede causar tanto en vidas humanas como en infraestructura.

Acerca de las variables del presente trabajo de investigación, se encontraron diversos documentos, como artículos científicos y tesis, de los cuales se obtuvo información valiosa y de apoyo para el tema en estudio.

Los pavimentos permeables, como bien su nombre indica, tiene como característica principal el poseer permeabilidad, es decir, la capacidad de infiltración de líquido, que en este caso es el agua pluvial, que pasa sin dañar su estructura a diferencia del resto de pavimentos, además que resulta ser más económico que los pavimentos convencionales.

Cárdenas y otros (2017, p. 4) consideran a los pavimentos permeables como una disposición que contribuye al bienestar ambiental en materia de construcción de infraestructura vial, puesto que la intención de este sistema está ligado al aprovechamiento de las aguas pluviales para diversos fines.

En otras palabras, los pavimentos permeables permiten el libre paso del agua hacia el subsuelo o algún sistema de recojo de aguas pluviales, su estructura está diseñada para minimizar la acumulación de las aguas durante las lluvias y de esta manera no dañar el pavimento existente, ayudando a su vez a darle el uso adecuado a las aguas recolectadas en actividades consideradas como buenas prácticas para el ambiente y la sociedad.

Se puede decir que el pavimento permeable es una alternativa de drenaje pluvial, siendo ésta más favorable que un convencional, sin embargo en la provincia de Piura no es utilizado comúnmente.

Por su parte, para Jato y otros (2019, p. 1) “Los sistemas de pavimento permeable (SPP) son una alternativa a los sistemas de pavimentación convencionales que permiten que el agua se filtre a través de sus capas en lugar de escurrirse por ellas. Se trata de un sistema urbano de drenaje sostenible (SUDS) de control de fuentes estructurales, que pueden contribuir a reducir el aumento del riesgo de inundaciones”.

Esto da a entender que los pavimentos permeables tienen mayores beneficios en la sociedad que otros pavimentos, sobretodo en la ciudad de Piura, cuya temperatura es elevada durante los primeros meses del año, haciendo que llueva y por consiguiente en algunas zonas se estanque el agua, es ahí donde se



encuentra la necesidad de contar con un sistema de drenaje sostenible, que ayude tanto a la población como al medio ambiente, proponiendo una alternativa innovadora, sabiendo que ésta aún no es utilizada comúnmente en la región y muy pocas veces se ha proyectado como una alternativa de solución o apoyo al drenaje pluvial, a pesar de ser necesario.

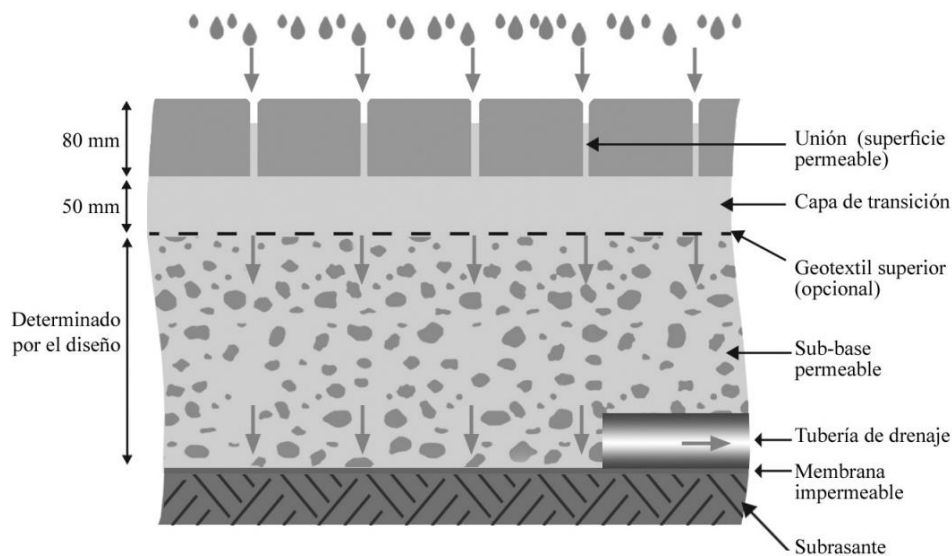
Como toda construcción civil, los pavimentos permeables también tienen la intención de velar por el bienestar social, aportando una novedosa técnica para mejorar la infraestructura vial de la ciudad.

Basado en esto, Cárdenas y otros (2017, p. 6) dicen que los pavimentos permeables ayudan a alcanzar beneficios sociales, ambientales y económicos para el entorno. Estos pavimentos han mostrado tener la capacidad de poseer cualidades necesarias para aportar resistencia al pavimento, evitando los problemas derivados de la permeabilidad que presenta.

Es así que el pavimento permeable es muy beneficioso para la sociedad y va a tener un buen funcionamiento, siempre y cuando se utilicen los materiales adecuados en el diseño de la mezcla de concreto permeable o poroso, este pavimento podrá tener las características suficientes para cumplir con el propósito de todo pavimento, sin ser afectado por su permeabilidad.

Usualmente, para el diseño se toman como base los estudios de suelo, la topografía del terreno, los antecedentes de las precipitaciones y los daños causados en la zona, así como los ensayos realizados al concreto armado poroso diseñado para este fin. Sin embargo, debido a los estudios realizados por otros investigadores, muchas veces se coinciden en las medidas de ciertas capas del pavimento, las cuales pueden tomarse como medidas estándar de este tipo de pavimento o como una referencia para nuevos diseños.

La estructura de los pavimentos permeables consta de varias capas de materiales capaces de escurrir el agua y a su vez aporte resistencia mecánica suficiente para soportar las cargas de tránsito. (Jato y otros, 2016, p. 2).



**Figura 01.** Paquete estructural de un pavimento permeable.

**Fuente:** Cárdenas et al. (2017)

El pavimento permeable presenta mayor durabilidad ya que al filtrarse el agua por medio de este pavimento, no lo daña a diferencia de los convencionales los cuales se desgastan debido al agua acumulada que genera la erosión de las capas del mismo. Es anti deslizante ya que al no presentar agua en su superficie, su fricción es la misma, además por los áridos que se encuentran a la intemperie genera mejor agarre. Es muy beneficioso encontrar un pavimento que brinde buenas cualidades además que brinda mejoras al medio ambiente.

Tanto el pavimento permeable, como otras Prácticas de Gestión Integradas, disminuye el cuerpo de la corriente de agua, destila agentes contagiosos, esparce la corriente y llena las aguas subterráneas. De esta manera, amenora la cantidad de áreas impermeables. (Zegarra et al, 2019, p.1)

Como lo mencionan estos autores, éstas son algunas de las características que tiene el pavimento permeable, como ya se ha señalado, la mayor parte de terreno de la ciudad está compuesto por pavimento o alguna edificación minimizando así la cantidad de áreas verdes que ayudan a la filtración del agua, por esta razón los pavimentos permeables logran reemplazarla y hacer que el agua pueda discurrir sobre su estructura y llegue hacia algún lugar de recojo o al subsuelo.

Este tipo de pavimento es eco-amigable pues con la previa realización de estudios, las aguas que se filtran pueden ser colectadas por medio de tuberías o un drenaje pluvial convencional como cunetas y posteriormente ser utilizadas en el riego de áreas verdes, de esta manera disminuiríamos la pérdida de agua potable que podría ser utilizada en otras ocasiones.

Para Becker y Pinheiro la permeabilidad que presenta este tipo de pavimento da paso a ser utilizada en zonas donde el agua recolectada sea aprovechada de manera eficaz, como son las zonas cerca de cultivos, y de este modo no solo ayudar a contrarrestar las inundaciones, sino también evitar el desperdicio de agua. (2019, p. 2). De esto se puede confirmar que los pavimentos permeables son una buena alternativa para disminuir el deterioro del medio ambiente.

Los sistemas de drenaje pluviales convencionales no han funcionado correctamente en los últimos tiempos debido a que no se realiza un respectivo mantenimiento, y al momento de que desarrollan su función están obstruidos generando así la acumulación del agua pluvial, causando un daño mayor al pavimento existente, pues desgasta su estructura, a diferencia del pavimento con concreto permeable, que conduce las aguas por debajo de la superficie sin generar ningún daño al pavimento y genera que los sistemas de drenaje pluvial no colapsen y se evite la reconstrucción con gastos exorbitantes.

Para Masy y otros (2016, p. 1) Los sistemas de pavimento permeable, discrepa con los sistemas de evacuación de aguas pluviales convencionales, ya que son un aparato viable para incrementar la gestión de escorrentía. De esa manera el agua que se colecta se filtra y es tratada para ser reusada en riego u otros empleos en los que la calidad del agua es adecuada.

Si se desea reutilizar las aguas que son evacuadas primero deben pasar por procesos que determinaran si son aptas para dicho destino o no, ya que se debe evaluar en qué área se encuentra ubicado el pavimento pues existen zonas con mayor contaminación como son los lugares cerca a mercados o comercio a diferencia de zonas urbanas.

El pavimento existente en la provincia de Piura mayormente es de tipo flexible, convirtiéndolo en un pavimento más vulnerable a su deformación durante las

lluvias, además de no contar con un drenaje pluvial, generando así, no solo el malestar de los conductores y pobladores de la zona, sino también gastos adicionales con respecto a su reconstrucción y mantenimiento. Asimismo, se incrementan los gastos dado que se deben evacuar las aguas pluviales estancadas.

Ojeda, Álvarez y Orona. De tal manera, los SUDS, se definen como componentes que comprenden la infraestructura hidráulica urbana, conservadores del paisaje (naturalizados), y dirigidos a filtrar, retener, infiltrar, transportar y almacenar agua de escorrentía, de tal manera que no sea afectada por ningún desperfecto o incluso permita la evacuación, de manera natural, de parte del agente contaminante que puede haber sido filtrado en los procesos de escorrentía urbana previa. (2020, p. 3).

Así los sistemas de drenaje pluvial son los encargados de transportar las aguas que filtran y puedan ser llevadas a un sistema de recojo o naturalmente al subsuelo evitando futuros colapsos. Con el paso del tiempo existe menos áreas verdes y más áreas pavimentadas por lo que el subsuelo no logra filtrar naturalmente el agua proveniente de lluvias y genera así las inundaciones es por ello que estos sistemas se aplican actualmente.

En la ciudad de Piura, los pavimentos drenantes son un sistema que no ha sido utilizado puesto que se tiende a emplear sistemas con mezclas densas, procurando que el pavimento tenga la mayor resistencia posible, sin pensar que el uso de este pavimento convencional afecta al medio ambiente. Son pocos los que tienen conocimiento acerca del pavimento permeable, que es una alternativa sostenible de drenaje pluvial que con un correcto diseño y una adecuada ejecución de su construcción, alcanza la resistencia suficiente para soportar el tránsito y contar con una buena durabilidad.

El concreto permeable como capa de rodadura, permite que las aguas filtren fácilmente a través de los vacíos que tiene su estructura, debido al material granular del que está compuesto. Este tipo de concreto es mucho más duradero gracias a sus propiedades, entonces tiene una vida útil mayor que los otros tipos de pavimento, de esta forma se debe realizar un buen trabajo con estudios

adecuados y validar su durabilidad y buen funcionamiento, así como brindarle el mantenimiento adecuado.



**Figura 02.** *Concreto permeable*

**Fuente:** *ICMQ DRAINBETON (Fabricante de Concreto Permeable en Italia)*

La composición del concreto permeable es el cemento, agua, aditivos, seguido de agregado grueso y la cantidad mínima de agregado fino. Debido a su conformación es que podemos obtener un concreto con alto contenido de poros lo cual aprueba el paso del agua sobre su estructura funcionando como un filtro natural haciendo que gran parte de elementos solidos queden sobre este, para posteriormente ser colectados al momento de la realización de su respectivo mantenimiento. Amorós, Bendezú (2019, p.10)

Lo que diferencia al concreto permeable del concreto convencional es su composición pues se hace mayor uso de agregado grueso, y en un porcentaje mínimo de agregado fino y principalmente de agua, esto permite que se logre la porosidad que se requiere, debido a que se forman vacíos entre dichos agregados, para que así el agua pueda drenar.



**Figura 03.** *Textura del concreto permeable.*

**Fuente:** *Report on Pervious Concrete ACI 522R-10*

Por otro lado, hoy en día se busca que las construcciones civiles contribuyan a la conservación del entorno, implementando nuevas técnicas de construcción, así como la creación de materiales tanto ecológicos como los convencionales modificados con el fin de ayudar al ambiente.

Carvalho y otros (2016, p. 1) sostienen que hoy en día existe una gran demanda de materiales ecológicos para construcciones viales, asimismo, el proceso requiere de menos tiempo, energía y materiales.

Entonces se puede decir que el concreto permeable al utilizar menos agregados en la preparación del concreto armado poroso, emplea un material modificado ecológicamente, lo cual lo convierte en una técnica de construcción sostenible y muy beneficiosa.

La utilización de los materiales es una de las partes más importante al momento de construir, pues mientras mejor determinemos que material utilizar y sus características, mejor son los resultados.

Al respecto Bai (2013, p. 1) nos dice que el hormigón poroso alberga un mayor contenido de cemento y en lo mínimo o ningún fino añadido, por lo cual presenta elevado aguante y tiene la disposición de que el agua pase sobre él.

Por esta razón es que se considera la calidad en los materiales, de esa manera se reduce el riesgo de futuros problemas que se puedan presentar y que originen fallas en el trabajo hecho y que no cumpla con su función.

Si queremos ver buenos resultados en cualquier obra se debe de invertir en materiales, pues muchas veces elegimos los que están más al alcance obteniendo resultados fallidos, ya que los materiales granulares que se utilizan mayormente están con impurezas, generando así asentamientos en las estructuras.

Tras examinar varias obras relativas a la producción de concreto permeable, se encontró que la granulometría del agregado grueso es uno de los factores que más interfiere en la ejecución final de este compuesto, siendo que, en la gran mayoría, los investigadores optan por utilizar un tamaño de partícula uniforme (Barata, et al, 2019, pp. 2).

El buen uso y determinación de los materiales hacen que la construcción de los pavimentos sea mucho más eficiente y segura ya que al tener un rango definido de granulometría de los materiales todo será más uniforme y tendremos mejores resultados al momento de ponerlo en funcionamiento.

El concreto permeable es considerado hoy en día como un material excelente para el control de las aguas pluviales y la reutilización de este elemento, por lo tanto, se puede decir que contribuye a las buenas prácticas ambientales.

Las características más significativas que se deben tomar en balance acerca de los agregados que se manejarán, son el tamaño máximo nominal (TMN), peso unitario suelto y varillado, peso específico normal y aparente, capacidad de humedad y porcentaje de hidratación. (Palacios. 2018, p. 33).

Asimismo, según el Report on Pervious Concrete ACI 522R-10 (2010), nos dice que el agregado grueso mayormente es un solo tamaño o puede estar dentro de un intervalo de 3/8" a 3/4", es decir de 9.5mm a 19mm. Y con respecto al agregado fino, lo más recomendable es que su uso sea nulo o en un porcentaje mínimo y de esta manera no afecte el sistema de poros.

Del mismo modo, Report on Pervious Concrete ACI 522R-10 (2010), indica que la relación de agua/cemento ( $a/c$ ) debe ser de 0.28 a 0.40, siendo esta relativamente baja con respecto al concreto convencional, dado que si esta relación  $a/c$  excede a lo indicado, originaría el drenaje la pasta, y como

consecuencia, se obstruiría el sistema de poros o vacíos, llevando a una poca permeabilidad y por tanto un incumplimiento de su función más importante.

En efecto, el concreto permeable a utilizar debe cumplir con los requisitos mínimos tanto para la resistencia adecuada que debe tener el pavimento para soportar las cargas del tránsito, así como la porosidad para infiltrar el agua correctamente, cumpliendo con su principal función.

El concreto permeable al ser un concreto especial, requiere de aditivos especiales que no se usan comúnmente, en el caso del diseño propuesto en esta tesis, se está empleando un aditivo incorporador de aire, el cual, como bien su nombre lo indica, tiene como principal función el introducir burbujas de aire al concreto, haciendo que este sea un concreto poroso y por lo tanto cumpla con la permeabilidad necesaria. En la ciudad de Piura donde podemos encontrar una empresa llamada Z Aditivos, la cual brinda el Aircon Z, un producto que, según sus especificaciones dadas en la ficha técnica, además de implantar micro burbujas de aire, también ayuda a aumentar la resistencia del concreto frente a los sulfatos, plastifica la mezcla de concreto y aumenta la trabajabilidad de todo tipo de concreto, asimismo cumple con la norma ASTM C260, que indica la especificación normalizada con respecto a los aditivos incorporadores de aire.

Disfani y otros (2020, p. 1) proponen el uso de productos reciclados que funcionen como agregados del concreto armado permeable, sin embargo recomiendan su uso en zonas con tránsito leve a moderado.

Por lo tanto, se entiende que dependiendo de la zona, el material a utilizar podría variar, siempre y cuando tenga la resistencia y permeabilidad necesarias para su correcto funcionamiento.

Por ejemplo, para Kamali, Delkash y Tajrishy (2017, p. 1) el concreto permeable es un perfecta opción de material de construcción para aceras en áreas urbanas de alto tránsito, aportando en la disminución y control de la escorrentía superficial.

Es decir, que el concreto permeable se puede utilizar tanto en pavimentos como en aceras, cumpliendo siempre con su función de filtrar el agua pluvial para darle



un buen uso posteriormente y evitando así la acumulación de ésta en las vías de tránsito.

Para que el concreto permeable cumpla sus funciones correctamente, es necesario que el diseño de la mezcla sea el adecuado, y así poder trabajar, satisfaciendo las necesidades por las cuales fue diseñado y proyectado.



**Figura 04.** Testigo de Concreto permeable

**Fuente:** ICMQ DRAINBETON (Fabricante de Concreto Permeable en Italia)

Para Costa y otros (2020, p. 5) es necesario realizar los ensayos requeridos donde se efectúen simulaciones para así poder adecuar el diseño a las necesidades reales, asimismo para que este modelo tenga la confiabilidad pretendida para ser ejecutado.

Es decir, los ensayos y pruebas que se realicen antes de diseñar el concreto permeable son fundamentales para que éste trabaje de manera esperada durante su vida útil.

Para poder brindar seguridad al momento de realizar el diseño de concreto permeable, se debe garantizar que los agregados cumplen con los parámetros, para esto se toma en cuenta el ASTM C33, donde indica las especificaciones normalizadas de los agregados a utilizar en el concreto.

Con respecto a los agregados finos, el ASTM C33, Gradación "C", indica los límites de gradación que debe cumplir el agregado, como se indica en la tabla 01.

**Tabla 01. Gradación Agregado Fino**

MALLA	GRADACIÓN
3/8"	100
#4	95 – 100
#8	80 – 100
#16	50 – 85
#30	25 – 60
#50	10 – 30
#100	2 – 10

**Fuente:** Elaboración propia

Y en lo que concierne al agregado grueso, el ASTM C33, Serie 57 dice que los límites de gradación son los indicados en la Tabla 02.

**Tabla 02. Gradación Agregado Grueso**

MALLA	GRADACIÓN
1"	95 – 100
3/4"	65 – 85
1/2"	25 – 60
3/8"	18 – 44
#4	0 – 10
#8	0 – 5

**Fuente:** Elaboración propia

Debido a los vacíos existentes en el concreto permeable utilizado como capa de rodadura, existe la posibilidad que con el paso del tiempo, éstos lleguen de obstruirse si no se les brinda un debido mantenimiento.

MA y otros (2020, p. 3) expresan que los pavimentos con concreto permeable son propensos a obstruirse en los primeros años, debido a que, por investigaciones y saberes, se evidenció la sedimentación abarcada en la precipitación o la escorrentía, lo cual originó el atascamiento y condujo a una

disminución de la permeabilidad del 59% al 75%. Las tarifas de aumento de la obstrucción necesitan de las peculiaridades del pavimento, las medidas de precipitación y el área de drenaje.

Debido a la cantidad de contaminantes se reduce su capacidad de filtración del concreto permeable, originando que no pueda funcionar en óptimas condiciones y si no tiene el mantenimiento adecuado y se deja pasar mucho tiempo, es posible que el problema cause un daño irreparable.

Según Liu y Borst (2018, p. 11) la mayoría de veces, la obstrucción de los vacíos del concreto permeable se debe a los metales desprendidos de los vehículos que transitan por dicha vía, además, estos metales se vuelen contaminantes del agua infiltrada, lo que hace que sea poco beneficioso al momento de ser reutilizada.

Los carros sueltan sustancias contaminantes provenientes del aceite para lo cual se debe tener en cuenta si el agua que se está colectando puede ser utilizada, debido a que en zonas con alta cantidad de tránsito sería difícil su reutilización.

Al momento de que los automóviles pasan de lado a otro sobre los charcos de agua, en la superficie se origina un desgaste, pues al fricciónamiento del agua y los agregados con los neumáticos erosiona la estructura de la capa de rodadura de concreto convencional de los pavimentos.

Zegarra, Santos y De Fátima “Uno de los factores que se toma en cuenta resulta ser la pérdida por salpicamiento de sus extremos del área de estudio” (2015, p. 1).

Esta es otra característica favorable que presenta el concreto permeable, pues al filtrarse fácilmente las aguas pluviales de la superficie, no queda rastro de agua sobre éste, evitando así que al momento de pasar los automóviles no originen salpicamiento de agua o también llamado spray & splash. Así evitan accidentes tanto de conductores como peatones.

De este modo se puede decir que el concreto permeable está diseñado para que el agua que se presenta en la superficie del pavimento logre filtrarse a través de él y así pueda permanecer lo más seco posible gracias a los vacíos que tiene,

los cuales deben permanecer limpios, libre de contaminantes y finos que obstruyan el pase del agua, en esto influye también en la ubicación del pavimento ya sea en una zona residencial, rural o de comercio donde se sabe hay más cantidad de basura que puede obstruir los espacios, dependiendo de esto se le debe realizar el respectivo mantenimiento, según el ACI se debe revisar anualmente si el pavimento presenta algún deterioro y revisar el crecimiento de vegetación cerca a éste.

Sin embargo, no siempre la obstrucción de vacíos es formada por contaminantes y sedimentos, sino también puede crearse desde la construcción del pavimento permeable. Marinho y otros (2020, p. 11) dicen que el porcentaje de infiltración depende de la compactación de los materiales, puesto que en algunas zonas del pavimento la compactación es mayor, generando que el porcentaje de vacíos disminuya y como consecuencia no realice una correcta labor.

Brown y Borst (2015, p. 34) exponen que el pavimento permeable debería ser utilizado en zonas que no cuenten con vegetación cercana, puesto que la posibilidad de obstrucción de la superficie se incrementaría.

Lo más recomendable para el respectivo mantenimiento preventivo del concreto permeable es un lavado a presión conjuntamente de un aspirado, claramente sin excederse pues si lo realizamos constantemente se podría dañar significativamente la estructura de éste, haciendo que los espacios vacíos que presenta se ensanchen. Lo recomendable es hacer el mantenimiento una vez al año antes de la época de lluvias, pues es ahí donde desarrolla su función principal y no genera gastos elevados.

Para Englund y Nassiri nos dicen que discrepan del concreto convencional que es empleado en la mayoría de vías y aparcamientos, de otro lado el concreto permeable hace que el agua pluvial discurra libremente hacia el subsuelo. (2018, p.1)

Muy de acuerdo con los autores en que los pavimentos con concreto convencional crean charcos de aguas en la superficie por lo que ésta se queda estancada dañando su estructura, a sabiendas de esto se sigue construyendo

este tipo de pavimentos con gastos exorbitantes y con resultados muy deficientes.

La evacuación de las aguas pluviales es sumamente importante en la sostenibilidad de la sociedad, puesto que evita uno de los grandes problemas que es la inundación en temporada de verano en Piura, dado que en muchos sectores la mayoría de veces padecen de este problema cuando se presentan las precipitaciones y debido a la falta de una buena evacuación de estas, se acontecen hechos devastadores para la población.

Se puede decir que el concreto permeable como capa de rodadura, también ayuda en la conservación del elemento agua, ya que es el principio del procedimiento para la preservación y de esta manera pueda ser reservado y reutilizado en alguna actividad que ayude a la preservación del medio ambiente.



**Figura 05.** *Concreto permeable como capa de rodadura*

**Fuente:** *ICMQ DRAINBETON (Fabricante de Concreto Permeable en Italia)*

Con respecto a este proyecto de investigación la meta como investigadores es dar a conocer a las personas, sobre todo a los ingenieros y autoridades, acerca del concreto permeable y sus beneficios, puesto que brinda una solución a las aguas pluviales estancadas en la superficie de los pavimentos convencionales y los sistemas de drenaje inadecuados que son una gran problemática en la ciudad

de Piura, además de presentar las ventajas de tener menor costo en materiales, construcción y mantenimiento, ayuda a que las aguas drenen con facilidad sin dañar la estructura del pavimento, nos brinda una solución ecológica y sostenible, pues las aguas que se filtran pueden ser tratadas y usadas para otros fines como el riego de las áreas verdes. Además, se debe brindar información, en particular a los conductores, sobre el respectivo uso de este pavimento y su correcto mantenimiento, puesto que es un pavimento que necesita un cuidado especial, tanto al pavimento en si, como sus alrededores, para que este no se obstruya y deje de funcionar como debe, y con respecto al mantenimiento, si no se sabe cómo realizarlo se estaría dañando la estructura, por lo tanto, debe ser realizado por personas especializada, procurando que este concreto permeable continúe con su óptimo funcionamiento. De esta manera se espera que en un futuro pueda ser puesto en práctica y funcione correctamente de acuerdo al diseño que se le brinde, respecto a la zona de aplicación y con los especialistas designados.

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y Diseño de investigación**

El tipo de investigación del presente trabajo es aplicada y tiene un enfoque cuantitativo ya que se realizaron ensayos de laboratorio, los cuales tienen resultados numéricos.

Reyes y Boente (2019). La investigación aplicada se basa principalmente en dar una solución simplificada para ayudar a los investigadores con ciertas limitaciones para no pluralizar, así disminuye la influencia de saber desde el punto de vista teórico (p.58).

En un enfoque cuantitativo, la principal y fundamental herramienta para recolectar datos es la medición de las variables o fenómenos de estudio, asimismo toma el nombre de cuantitativo puesto que los resultados obtenidos se representan numéricamente. (Hernández, Fernández, Baptista, p. 5).

En este caso nuestra investigación tiene un Diseño no experimental- transversal porque no se realizó la manipulación de la variable, sino se analizó por medio de ensayos de laboratorio para obtener los datos. Además tiene un nivel descriptivo ya que se hablará sobre el funcionamiento del concreto permeable.

La investigación no experimental se define como aquella que se efectúa sin maniobrar intencionadamente variables. Se consideran conocimientos donde no altera de manera deliberada las variables independientes para observar su resultado sobre otras variables. (Hernández, Fernández, Baptista, p. 152).

#### **3.2. Variables y operacionalización**

En este trabajo de investigación nuestras variables son las mencionadas a continuación:

##### **1- Concreto Permeable (V. I.)**

Definición conceptual: Es un tipo diferente de concreto con una elevada porosidad, que le permite el paso al agua proveniente de precipitaciones y pasen a través de su estructura disminuyendo la escorrentía (ARGOS)

Definición operacional: Para medir la variable se hizo uso de ensayos básicos en laboratorio, que determine la cantidad de materiales a utilizar en el diseño de mezcla del concreto.

Indicadores: Dosificaciones, Vida útil del concreto, Porcentaje de vacíos y permeabilidad, comparación de costos.

Escala: Nominal.

## 2- Pavimento Rígido (V. D.)

Definición conceptual: Es un tipo de pavimento formado por una losa de hormigón con cemento portland que descansa sobre la base o sub-base que disipa las cargas ligeramente al suelo. (UNIFORT)

Definición operacional: Para medir la variable se hizo uso de la revisión del estado del arte.

Indicadores: Funcionamiento.

Escala: Nominal.

### 3.3. Población muestra y muestreo

#### **Población**

La población que se va a analizar será el pavimento rígido con concreto convencional que se encuentra en Piura, donde tiende a estancarse el agua de lluvias en la superficie hasta llegar a inundarse, debido a la falta de un drenaje pluvial.

#### **Muestra**

La muestra será la mezcla de concreto permeable para uso en pavimento rígido en Piura.

La muestra es aquella que delimita la población para generalizar resultados y establecer parámetros. (Hernández, Fernández, Baptista, p. 171).



### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **Técnicas**

Para el presente trabajo de investigación se utilizó como técnica principal el Análisis Mecánico a través de los Ensayos de Laboratorio para la recolección de datos del concreto permeable para su aplicación en pavimentos rígidos que se realizaron en la presente investigación, son: granulometría, ensayo de resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28, módulo de rotura y el ensayo de permeabilidad, a la edad de 28 días.

Para Carrasco (2013), las técnicas de recolección de datos son aquellas herramientas que sirven para dar solución a un problema relacionado con la metodología de trabajo aplicada, en el caso de la investigación científica, cuando el enfoque es cuantitativo, suele utilizarse la práctica de laboratorio o ensayos (p. 274).

#### **Instrumentos**

- Maquina universal de pruebas mecánicas, que sirve para realizar los ensayos necesarios.
- Probetas, para las muestras de mezcla de concreto permeable.
- Ficha de granulometría
- Ficha de datos de resistencia a la compresión
- Ficha de datos de permeabilidad

### **3.5. Procedimiento**

Para realizar la presente tesis, se detectó un problema latente en la comunidad, generando el interés de investigar para darle una solución viable y beneficiaria para la población, es así como se optó por realizar un diseño de concreto permeable para pavimento rígido.

Para poder realizar un correcto diseño del concreto permeable, primero se recolectó información en los trabajos de investigación realizados previamente con respecto al tema seleccionado, cuyos resultados fueron favorables y

cumplieron con las expectativas propuestas. Estos trabajos fueron obtenidos de fuentes confiables como lo son los repositorios de universidades, tanto internacionales, como nacionales y locales.

Del mismo modo y con el fin de conceptualizar las variables, se recurrió a los artículos científicos, estos fueron adquiridos de revistas científicas, elaboradas y arbitradas por especialistas, encontradas en base de datos, como Scielo, ScienceDirect, entre otras.

Con la información recolectada, y con los conocimientos previos conseguidos en la formación académica, se plantea un diseño de concreto permeable, a base de ensayos de laboratorio y de esta forma se logra proyectar una solución factible y ecoamigable al problema inicial.

### **3.6. Método de análisis**

Para iniciar con el diseño de concreto permeable se procedió a realizar los ensayos básicos para determinar las características de los materiales a utilizar en la mezcla de concreto permeable para adecuar al uso en pavimento rígido, como es el porcentaje de vacíos, el material a utilizar y la dosificación de estos, la relación agua/cemento, resistencia a la compresión, módulo de rotura y permeabilidad. Asimismo se debe tener en cuenta los criterios y requisitos mínimos dictados en la normativa, como los del ACI 522R-10, ASTM C 33, Norma CE. 010 Pavimentos Urbanos.

Los ensayos se hicieron a través de probetas, ayudaron a determinar la resistencia del diseño de mezcla de concreto permeable y así se pudo establecer si es apto para el uso en pavimentos rígidos. De los datos obtenidos de los ensayos, se procesaron y analizaron los resultados de resistencia tanto a la compresión como a la flexión, la permeabilidad y su relación con el porcentaje de vacíos. De esta forma se realizó el diseño adecuado y por consiguiente se estipulará la cantidad de materiales a utilizar para dicho diseño, cumpliendo con los requisitos necesarios investigados.

### **3.7. Aspectos éticos**

Las investigadoras confían en los datos que fueron proporcionados por el laboratorio y por consiguiente respetan los resultados obtenidos a través de los ensayos básicos realizados, los cuales se exponen con total veracidad en el trabajo de investigación elaborado, de esta manera se realizó un adecuado diseño de concreto permeable que cumpla con las necesidades que se pretenden satisfacer. Asimismo se utilizó correctamente la información recolectada de las bases de datos, citando a los autores respectivamente, siendo este el sustento de la investigación.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Objetivo específico 01. Establecer los materiales a utilizar en la mezcla de concreto permeable.

#### MATERIALES

Para poder realizar un correcto diseño de mezcla de concreto permeable, es necesario tener en cuenta las características de los agregados a utilizar, los cuales son extraídos de canteras ubicadas en Piura, para esto se deben realizar los ensayos de Granulometría, Peso Unitario Suelto, Peso Unitario Compactado, Peso Específico y Porcentaje de Humedad, tanto del agregado fino, como del agregado grueso y de esta manera dosificar la mezcla adecuada.

Para iniciar se realizó el ensayo de Análisis Granulométrico al Agregado grueso, obteniendo los datos plasmados en la Tabla 03.

**Tabla 03. Granulometría del Agregado Grueso**

GRANULOMETRIA					
MALLA	PESO RETENIDO EN GRAMOS (b)	% RETENIDO (c)=(b)(a) *100	% RETENIDO ACUMULADO (d)=SUMA (c)	% PASANTE ACUMULADO 100 – (d)	ESPECIFICACIÓN DE GRADACIÓN (2" – 1")
3"	-	-	-	-	-
2 1/2"	-	-	-	-	-
2"	-	-	-	-	-
1 1/2"	-	-	-	-	-
1"	0	0.0	0.0	100.00	95 – 100
3/4"	1018	19.60	19.60	80.40	65 – 85
1/2"	2504	48.20	67.80	32.20	25 – 60
3/8"	755	14.50	82.30	17.70	18 – 44
#4	885	17.00	99.30	0.70	0 – 10
#8	35	0.70	100.00	0.00	0 – 5
#16		0.0	100.00	0.00	0 – 0
#30		0.0	100.00	0.00	0 – 0
#50		0.0	100.00	0.00	0 – 0
#100		0.0	100.00	0.00	0 – 0
FONDO	1	0.0	100.00	0.00	
TOTAL	5198.00				

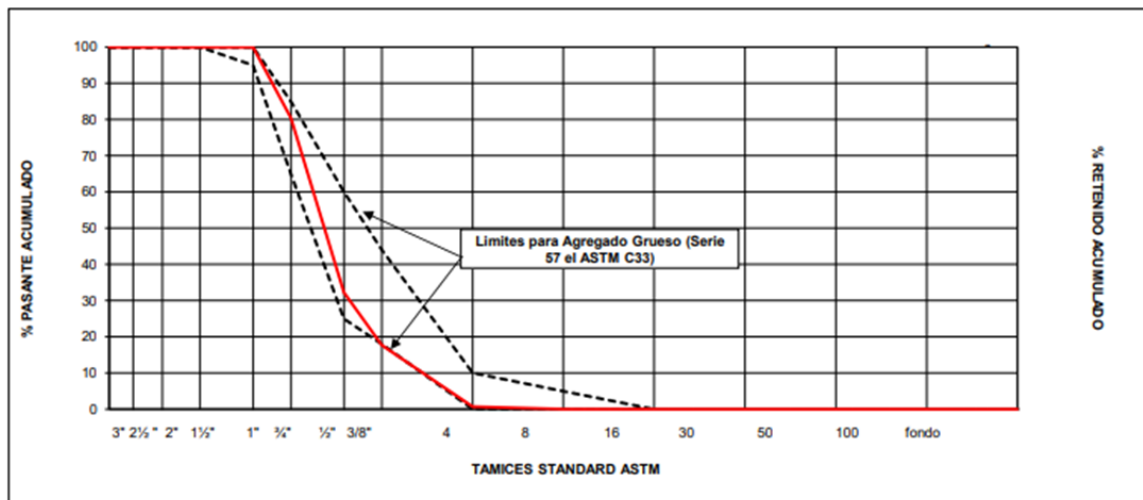
**Fuente:** Elaboración Propia

Para hallar el módulo de fineza del agregado grueso, se aplicó la Fórmula 01.

$$\sum \% \text{RET AC. } 1'' + 1/2'' + 3/4'' + 3/8'' + \#4 + \#8 + \#16 + \#30 + \#50 + \#100 / 100$$

➤ Teniendo como resultado un módulo de fineza de **7.70**

Con los datos obtenidos del análisis granulométrico, se realizó la curva granulométrica con respecto a la gradación.



**Figura 06.** Curva Granulométrica de Agregado Grueso TMN 3/4"

**Fuente:** Laboratorio de Calidad RODHUMA

Asimismo, se indica los valores del ensayo de humedad y lavado del agregado pasante de la malla #200, plasmados en la Tabla 4.

**Tabla 04.** Características del Agregado Grueso

CARACTERISITICAS	
MODULO DE FINEZA	7.70
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	3/4"
(A) Peso de tara (g)	0.00
(B) peso de muestra original humedecida (g)	2242.00
(C) Peso de muestra seca (g)	2235.00
% HUMEDAD: [ B – C ] * 100 / [ C – A ]	<b>0.3</b>
(D) Peso de tara (g)	0.00
(E) Peso de muestra seca (g)	2235.00
(F) Peso de muestra después de lavado seca (g)	2230.00
% PASANTE DE M #200: [ E – F ] * 100 / [ E – D ]	<b>0.2</b>

**Fuente:** Elaboración Propia

Después de realizar el análisis granulométrico del agregado grueso, se procedió a hacer los ensayos de peso unitario suelto y compactado, así como el peso específico y el % de absorción, para así determinar las propiedades a tener presente al momento de diseñar la mezcla de concreto permeable.

**Tabla 05. Peso unitario suelto del agregado grueso de ¾"**

<b>PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO</b>				
	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>[M1]</b>	<b>[M2]</b>	<b>RESULTADO</b>
<b>A</b>	Peso de la muestra seca suelta con molde	14206	14247	14227
<b>B</b>	Peso de molde (gr)	3500	3500	3500
<b>C</b>	Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	7014	7014	7014
<b>D</b>	Peso de muestra seca suelta (gr)	10747	10747	10727
<b>E</b>	Peso unitario suelto (gr/cm <sup>3</sup> )	1.53	1.53	<b>1.529</b>

**Fuente:** Elaboración Propia

**Tabla 06. Peso unitario compactado del agregado grueso de ¾"**

<b>PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO</b>				
	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>[M1]</b>	<b>[M2]</b>	<b>RESULTADO</b>
<b>A</b>	Peso de la muestra seca compactada con molde	15171	15197	15184
<b>B</b>	Peso de molde (gr)	3500	3500	3500
<b>C</b>	Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	7014	7014	7014
<b>D</b>	Peso de muestra seca compactada (gr)	11671	11697	11684
<b>E</b>	Peso unitario compactado (gr/cm <sup>3</sup> )	1.664	1.668	<b>1.666</b>

**Fuente:** Elaboración Propia

**Tabla 07. Peso Específico y % de Absorción de agregados gruesos**

<b>AGREGADO GRUESO</b>					
	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UND</b>	<b>[M1]</b>	<b>[M2]</b>	<b>RESULTADO</b>
<b>A</b>	Peso seco del suelo (en estufa a 105°C± 5°C)	g	2,072	2,077	<b>PROMEDIO</b>
<b>B</b>	Peso SSS* del suelo	g	2,096	2,098	
<b>C</b>	Peso sumergido del suelo SSS*	g	1,359	1,364	
	Peso específico de masa (Pem)	g/cm <sup>3</sup>	2,811	2.830	<b>2.821</b>
	Peso específico Saturado (PeSSS)	g/cm <sup>3</sup>	2,844	2.858	<b>2.851</b>
	Peso específico Aparente (Pea)	g/cm <sup>3</sup>	2,906	2.913	<b>2.910</b>
	Absorción	%	1.16%	1.01%	<b>1.08%</b>

**Fuente:** Elaboración Propia

Para obtener una mezcla de concreto resistente a la compresión y flexión, mayormente se utiliza la piedra chancada, la cual mientras más caras angulares o fracturadas tenga, mejor adherencia tendrán con el cemento. Este agregado se divide en piedra chancada con una cara fracturada y piedra chancada con dos o más caras fracturadas. Respecto al agregado grueso seleccionado, se determinó según el ASTM D5821 el porcentaje de caras fracturadas, obteniéndose los siguientes datos:

**Tabla 08. Determinación de una cara fracturada**

MUESTRA	MALLAS Nº	PESO TOTAL RETENIDO (g)	PESO CARAS FRACTURADAS (g)	% CARAS FRACTURADAS	% CARAS TOTALES FRACTURADAS
PIEDRA CHANCADA	1 1/2"	0.0	0.0	0.0	<b>8.2</b>
	1"	0.0	0.0	0.0	
	3/4"	1018.0	257.0	6.0	
	1/2"	2504.0	90.0	2.1	
	3/8"	755.0	3.0	0.1	
PESO INICIAL		4277.0			

**Fuente: Elaboración Propia**

**Tabla 09. Determinación de dos o más caras fracturadas**

MUESTRA	MALLAS Nº	PESO TOTAL RETENIDO (g)	PESO CARAS FRACTURADAS (g)	% CARAS FRACTURADAS	% CARAS TOTALES FRACTURADAS
PIEDRA CHANCADA	1 1/2"	0.0	0.0	0.0	<b>87.3</b>
	1"	0.0	0.0	0.0	
	3/4"	1018.0	729.0	17.1	
	1/2"	2504.0	2268.0	53.0	
	3/8"	755.0	735.0	17.2	
PESO INICIAL		4277.0			

**Fuente: Elaboración Propia**

**Tabla 10. Resumen de determinación de caras fracturadas**

Sin cara fracturada	<b>4.5 %</b>
Con una cara fracturada	<b>8.2 %</b>
Con dos o más caras fracturadas	<b>87.3 %</b>
TOTAL DE LA MUESTRA	100 %

**Fuente: Elaboración Propia**

**Interpretación:** Teniendo como resultado que el agregado grueso ensayado, cumple con los parámetros de gradación según el ASTM C33, Serie 57, puesto que su % de pasante acumulado está dentro de estos, asimismo, su Tamaño Máximo Nominal es de 3/4" y su módulo de fineza de 7.70. Entonces este agregado es apto para el diseño de mezcla de concreto permeable, que cumpla con los requisitos de resistencia y permeabilidad.

Después se procedió a realizar el Análisis Granulométrico del Agregado fino, obteniendo los resultados de la tabla 11.

**Tabla 11. Granulometría del Agregado Fino**

GRANULOMETRIA					
MALLA	PESO RETENIDO EN GRAMOS (b)	% RETENIDO (c)=(b)(a) *100	% RETENIDO ACUMULADO (d)=SUMA (c)	% PASANTE ACUMULADO 100 – (d)	ESPECIFICACIÓN DE GRADACIÓN (2" – 1")
3"	-	-	-	-	-
2 1/2"	-	-	-	-	-
2"	-	-	-	-	-
1 1/2"	-	-	-	-	-
1"	-	-	-	-	-
3/4"	-	-	-	-	-
1/2"	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/8"	0.0	0.0	0.0	100.0	100
#4	12.0	2.4	2.4	97.60	95 – 100
#8	23.0	4.6	7.0	93.0	80 – 100
#16	61.0	12.2	19.2	80.8	50 – 85
#30	149.0	29.8	49.0	51.0	25 – 60
#50	178.0	35.6	84.60	15.4	10 – 30
#100	58.0	11.6	96.20	3.8	2 - 10
FONDO	19.01	3.8	100.00	0.0	
TOTAL	500.0				

**Fuente:** Elaboración Propia

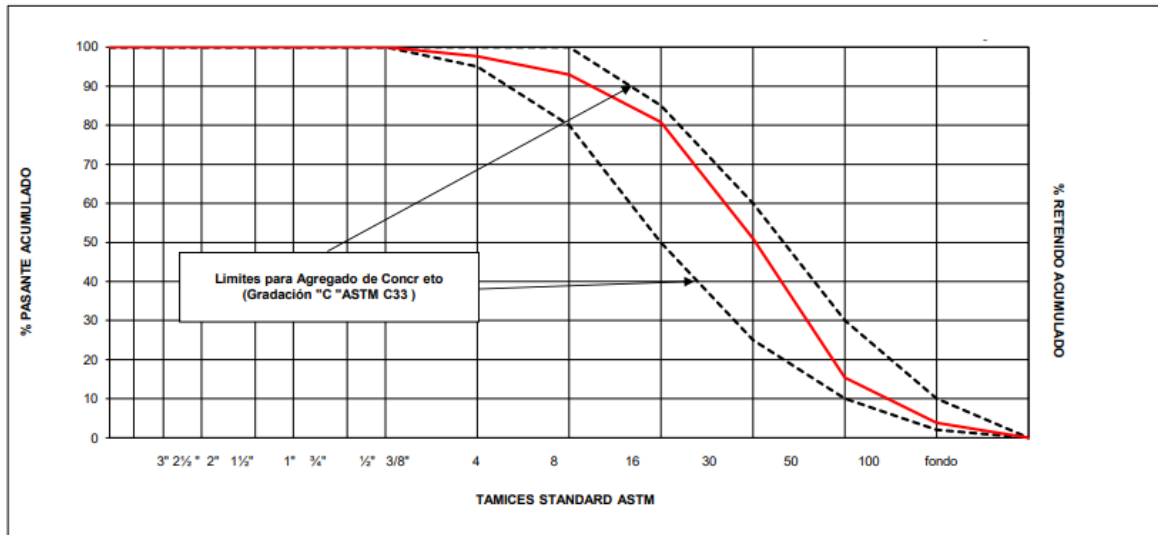
Para hallar el módulo de fineza del agregado fino, se aplicó la Fórmula 02.

$$\sum \% \text{ RET AC. } \#4 + \#8 + \#16 + \#30 + \#50 + \#100 / 100$$

➤ Teniendo como resultado de módulo de fineza de **2.6**.

Con los datos de la granulometría del agregado fino, se realiza la curva granulométrica, con los límites de gradación.





**Figura 07.** Curva Granulométrica de Agregado Fino.

**Fuente:** Laboratorio de Calidad RODHUMA

Además mediante la tabla 06, podemos saber el % de humedad y % de pasante de la malla #200 del agregado fino.

**Tabla 12.** Características del Agregado Fino

CARACTERISITICAS	
MODULO DE FINEZA	<b>2.6</b>
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	#4
(A) Peso de tara (g)	0.0
(B) peso de muestra original humedecida (g)	515.0
(C) Peso de muestra seca (g)	500.0
% HUMEDAD: $[ B - C ] * 100 / [ C - A ]$	<b>3.0</b>
(D) Peso de tara (g)	0.0
(E) Peso de muestra seca (g)	542.0
(F) Peso de muestra después de lavado seca (g)	532.0
% PASANTE DE M #200: $[ E - F ] * 100 / [ E - D ]$	<b>1.8</b>

**Fuente:** Elaboración Propia

Después del Análisis Granulométrico del agregado fino, así como al agregado grueso, a este también se le aplicaron los ensayos de peso unitario suelto y compactado, además del peso específico y % de absorción.

**Tabla 13. Peso unitario suelto del agregado fino #4**

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO FINO				
	DESCRIPCIÓN	[M1]	[M2]	RESULTADO
<b>A</b>	Peso de la muestra seca suelta con molde	14440	15490	<b>14965</b>
<b>B</b>	Peso de molde (gr)	3500	3500	<b>3500</b>
<b>C</b>	Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	7014	7014	<b>7014</b>
<b>D</b>	Peso de muestra seca suelta (gr)	10940	11990	<b>11465</b>
<b>E</b>	Peso unitario suelto (gr/cm <sup>3</sup> )	1.560	1.709	<b>1.635</b>

**Fuente:** Elaboración Propia

**Tabla 14. Peso unitario compactado del agregado fino #4**

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO				
	DESCRIPCIÓN	[M1]	[M2]	RESULTADO
<b>A</b>	Peso de la muestra seca compactada con molde	15526	15610	<b>15568</b>
<b>B</b>	Peso de molde (gr)	3500	3500	<b>3500</b>
<b>C</b>	Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	7014	7014	<b>7014</b>
<b>D</b>	Peso de muestra seca compactada (gr)	12026	12110	<b>12068</b>
<b>E</b>	Peso unitario compactado (gr/cm <sup>3</sup> )	1.715	1.727	<b>1.721</b>

**Fuente:** Elaboración Propia

**Tabla 15. Peso Específico y % de Absorción de agregados finos**

AGREGADO FINO					
	DESCRIPCIÓN	UND	[M1]	[M2]	RESULTADO
<b>A</b>	Peso Muestra saturada con superficie seca	g	500.0	500.0	<b>PROMEDIO</b>
<b>B</b>	Peso fiola o frasco con agua	g	660.0	662.0	
<b>C</b>	Peso muestra saturada dentro del agua + fiola o frasco	g	973.0	973.5	
<b>D</b>	Peso muestra seca en horno @ 105°C	g	493.0	493.7	
<b>E</b>	Peso muestra saturada dentro del agua a temperatura(29.6°C)	g	311.7	310.2	
	Peso específico de masa – P.E.M.	g/cm <sup>3</sup>	2.62	2.60	<b>2.61</b>
	Peso específico de masa – S.S.S.	g/cm <sup>3</sup>	2.66	2.63	<b>2.64</b>
	Peso específico Aparente P.E.A.	g/cm <sup>3</sup>	2.72	2.69	<b>2.70</b>
	Absorción	%	1.42	1.28	<b>1.35</b>

**Fuente:** Elaboración Propia

**Interpretación:** La arena o agregado fino, cumple con los parámetros de gradación dados por el ASTM 33, por lo tanto, es un agregado apto para su uso en el concreto, así también tenemos que el Tamaño Máximo Nominal es el pasante por la malla #4 y su módulo de fineza de 2.6.

**RESULTADO:** Después de los ensayos correspondientes realizados tanto al agregado grueso como al agregado fino, se da como resultado que ambos agregados obtenidos de canteras locales cumplen con las características y requisitos técnicos para ser utilizados en el diseño de mezcla de concreto permeable para uso en pavimento rígido en Piura, dado que estos ensayos garantizan la calidad del concreto, teniendo la resistencia que necesita como capa de rodadura para soportar las cargas del tránsito, respectivas a la zona donde sea ejecutada, y la permeabilidad necesaria para actuar como drenaje superficial pluvial durante lluvias intensas, así como previenen las posibles fallas que pueda tener en un futuro.

## **DOSIFICACIONES**

### **DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO CON RESISTENCIA MR 48**

RESIST. ESPEC.	f'c	350	kg / cm2
DESV. STAND.	Ds	29	
RESIST. REQUER.	f'cr	389	kg / cm2
SLUMP		5"	
AGUA x M3		216	lts
RELACION A/C	Tabla ACI	0.52	
% DE AIRE	Tabla ACI	2	%
REL. A/C CORREGIDO		0.50	

MATERIALES	Cant. x m3 Seco	P. Espes. Seco	V. Absoluto	Absorción %	Humedad %	Cant. x m3 Corregido	
CEMENTO	415	2970	0.140			<b>415</b>	kg
A. MALINGAS	869	2610	0.333	1.350	3.000	<b>895</b>	kg
PIEDRA H57	824	2830	0.291	1.080	0.300	<b>826</b>	kg
AGUA	216	1000	0.216			<b>208</b>	lts
AIRE ATRAPADO	2	100	0.020				
PESO UNITARIO	2,326		1.000			<b>2,345</b>	kg
			1.000				
			A. MALINGAS	51%	PIEDRA H57	49%	

**Tabla 20.** Dosificación de Concreto de Resistencia MR 48

**Fuente:** Laboratorio de Calidad RODHUMA

**Interpretación:** Se realizó el diseño de mezcla de concreto base o concreto convencional, con la finalidad de tener cantidades de materiales con los cuales elaborar el concreto capaz de tener la resistencia a la compresión requerida, en este caso se utilizó el método de ACI 211, con desviación estándar.

**DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO PERMEABLE (I)**

RESIST. ESPEC.	f'c	350	kg / cm2
DESV. STAND.	Ds	29	
RESIST. REQUER.	f'cr	389	kg / cm2
SLUMP		5"	
AGUA x M3		216	lts
RELACION A/C	Tabla ACI	0.52	
% DE AIRE	Tabla ACI	1	%
AIRCON Z		0.04	%
REL. A/C CORREGIDA		0.50	

MATERIALES	Cant. x m3 Seco	P. Espes. Seco	V. Absoluto	Absorción %	Humedad %	Cant. x m3 Corregido	
CEMENTO	415	2970	0.140			<b>415</b>	kg
A. MALINGAS	486	2610	0.248	1.350	3.000	<b>501</b>	kg
PIEDRA H57	1177	2830	0.360	1.080	0.300	<b>1,181</b>	kg
AGUA	216	1000	0.216			<b>206</b>	lts
AIRE	1	100	0.007				
AIRCON Z	17	1020	0.016			<b>17</b>	kg
PESO UNITARIO	2,314		1,013			<b>2,320</b>	kg
			A. MALINGAS	<b>30%</b>	PIEDRA H67	<b>70%</b>	

**Tabla 21.** Dosificación de Concreto Permeable I

**Fuente:** Laboratorio de Calidad RODHUMA



**Figura 08.** Testigos de mezcla de Concreto Permeable I

**Fuente:** Laboratorio de Calidad RODHUMA

## DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO PERMEABLE (II)

RESIST. ESPEC.	f'c	350	kg / cm2
DESV. STAND.	Ds	29	
RESIST. REQUER.	f'cr	389	kg / cm2
SLUMP		5"	
AGUA x M3		216	lts
RELACION A/C	Tabla ACI	0.52	
% DE AIRE	Tabla ACI	1	%
AIRCON Z		0.04	%
REL. A/C CORREGIDA		0.40	

MATERIALES	Cant. x m3 Seco	P. Espes. Seco	V. Absoluto	Absorción %	Humedad %	Cant. x m3 Corregido	
CEMENTO	415	2970	0.140			<b>415</b>	kg
A. MALINGAS	113	2610	0.248	1.350	3.000	<b>117</b>	kg
PIEDRA H57	1547	2830	0.360	1.080	0.300	<b>1,551</b>	kg
AGUA	216	1000	0.216			<b>215</b>	lts
AIRE	4	100	0.007				
AIRCON Z	17	1020	0.016			<b>17</b>	kg
PESO UNITARIO	2,312		1,013			<b>2,315</b>	kg
			A. MALINGAS	<b>7%</b>		PIEDRA H67	<b>93%</b>

**Tabla 22.** Dosificación de Concreto Permeable II

**Fuente:** Laboratorio de Calidad RODHUMA



**Figura 09.** Testigos de mezcla de Concreto Permeable II

**Fuente:** Laboratorio de Calidad RODHUMA

### DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO PERMEABLE (III)

RESIST. ESPEC.	f'c	350	kg / cm <sup>2</sup>
DESV. STAND.	Ds	29	
RESIST. REQUER.	f'cr	389	kg / cm <sup>2</sup>
SLUMP		5"	
AGUA x M3		216	lts
RELACION A/C	Tabla ACI	0.52	
% DE AIRE	Tabla ACI	1	%
AIRCON Z		0.04	%
REL. A/C CORREGIDA		0.43	

MATERIALES	Cant. x m3 Seco	P. Espes. Seco	V. Absoluto	Absorción %	Humedad %	Cant. x m3 Corregido	
CEMENTO	415	2970	0.140			<b>415</b>	kg
A. MALINGAS	0	2610	0.186	1.350	3.000	<b>0</b>	kg
PIEDRA H57	1621	2830	0.416	1.080	0.300	<b>1,626</b>	kg
AGUA	216	1000	0.216			<b>217</b>	lts
AIRE	6	100	0.007				
AIRCON Z	17	1020	0.016			<b>17</b>	kg
PESO UNITARIO	2,275		0.982			<b>2,275</b>	kg
			1.000				
			A. MALINGAS	<b>0%</b>	PIEDRA H67	<b>100%</b>	

**Tabla 23.** Dosificación de Concreto Permeable III

**Fuente:** Laboratorio de Calidad RODHUMA



**Figura 10.** Testigos de mezcla de Concreto Permeable III

**Fuente:** Laboratorio de Calidad RODHUMA

**4.2. Objetivo específico 02. Evaluar la resistencia a la compresión y el módulo de rotura del concreto permeable.**

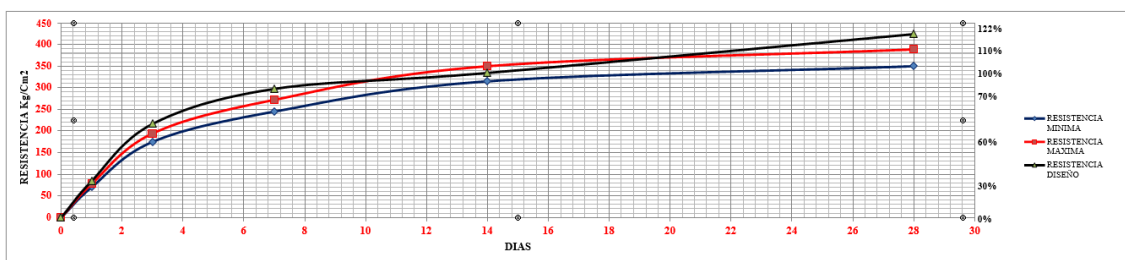
Para poder determinar si los diseños de mezclas de concreto permeable elaborados son adecuados para el uso en pavimento rígido, es necesario que estos diseños cumplan con las propiedades mecánicas de acuerdo al lugar donde será aplicado.

Primero se tiene las resistencias alcanzadas respecto al Diseño de Concreto MR 48 o Diseño de Concreto Base, las cuales son las siguientes:

**Tabla 24.** Resistencia a la Compresión Concreto MR 48

FECHA DE MOLDEO	EDAD	RESISTENCIA PROMEDIO A LA COMPRESIÓN (KG/CM2)
25/04/21	01 DÍAS	85
	03 DÍAS	217
	07 DÍAS	298
	14 DÍAS	335
	28 DÍAS	424

**Fuente:** Elaboración Propia



**Figura 11.** Curva de resistencia  $f'c$  vs. Tiempo Concreto MR 48

**Fuente:** Laboratorio de calidad RODHUMA

**Interpretación:** En este caso, el Diseño Base, al ser un concreto convencional, que no contiene vacíos, y la pasta adherente sella por completo los posibles espacios de aire, esta mezcla tendrá mucha mayor resistencia que un concreto poroso o permeable, por ejemplo, el diseño mencionado anteriormente alcanzó

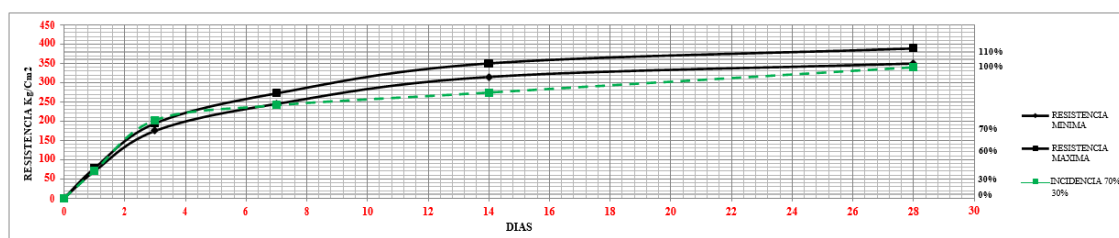
una resistencia a la compresión de 424 kg/cm<sup>2</sup>, sobrepasando la resistencia de diseño en un 21%.

Después se realizó los ensayos de resistencia a la compresión a los concretos permeables diseñados, primero se procedió con el concreto cuyo diseño fue de 70% de incidencia de piedra y 30% de arena, obteniendo los siguientes resultados:

**Tabla 25.** Resistencia a la Compresión Concreto Permeable I

FECHA DE MOLDEO	EDAD	RESISTENCIA PROMEDIO A LA COMPRESIÓN (KG/CM <sup>2</sup> )
07/06/21	01 DÍAS	70
	03 DÍAS	203
	07 DÍAS	241
	14 DÍAS	274
	28 DÍAS	340

**Fuente:** Elaboración Propia



**Figura 12.** Curva de resistencia  $f'c$  vs. Tiempo Concreto Permeable I

**Fuente:** Laboratorio de calidad RODHUMA

**Interpretación:** El diseño de concreto permeable I alcanzó resistencias a la compresión altas, teniendo a los 28 días, una  $F'c$  de 340 kg/cm<sup>2</sup>, es decir que es óptima para ser utilizada en vías de tránsito moderado.

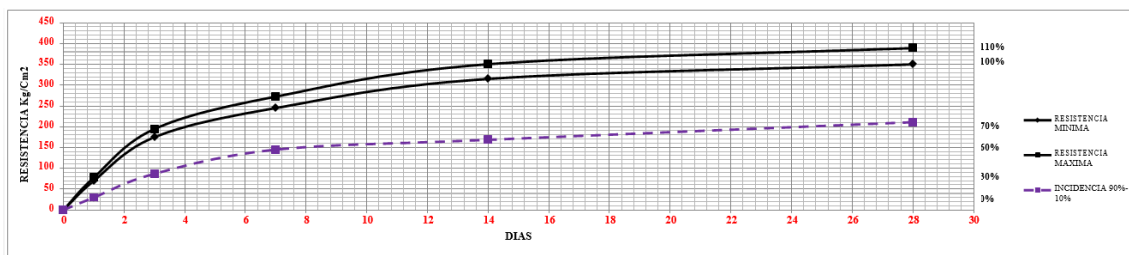
Después se realizó los ensayos de resistencia al concreto II, cuya incidencia es de 93% piedra y 7% arena, y los resultados fueron:



**Tabla 26. Resistencia a la Compresión Concreto Permeable II**

FECHA DE MOLDEO	EDAD	RESISTENCIA PROMEDIO A LA COMPRESIÓN (KG/CM2)
07/06/21	01 DÍAS	30
	03 DÍAS	87
	07 DÍAS	145
	14 DÍAS	169
	28 DÍAS	211

**Fuente:** Elaboración Propia



**Figura 13. Curva de resistencia  $f'c$  vs. Tiempo Concreto Permeable II**

**Fuente:** Laboratorio de calidad RODHUMA

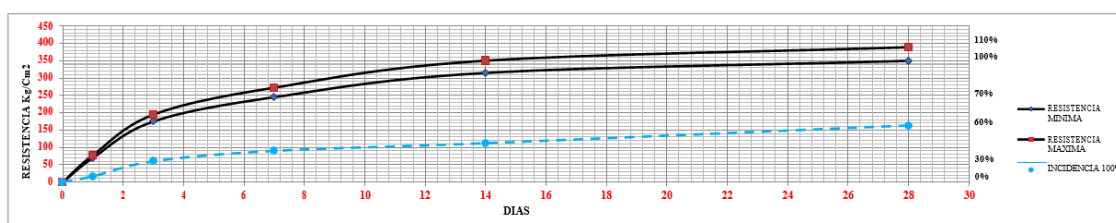
**Interpretación:** Aquí se puede observar que a menor cantidad de arena, menor será la resistencia alcanzada del concreto, en este caso de 211 kg/cm<sup>2</sup>, puesto que la pasta adherente no es suficiente para sellar los vacíos existentes entre el agregado grueso, sin embargo, ese contenido de vacíos es el que ayuda a que el concreto permeable cumpla con su función principal que es drenar el agua de las lluvias.

Por último, en cuanto se refiere a los ensayos de resistencia a la compresión, estos se realizaron al Concreto Permeable III, este concreto no contiene ningún agregado fino, es decir que su incidencia es de 100% piedra o agregado grueso y su pasta adherente está conformada únicamente por cemento y agua. Los resultados de resistencia a la compresión obtenidos del último diseño de mezcla permeable, fueron los siguientes:

**Tabla 27. Resistencia a la Compresión Concreto Permeable III**

FECHA DE MOLDEO	EDAD	RESISTENCIA PROMEDIO A LA COMPRESIÓN (KG/CM2)
07/06/21	01 DÍAS	17
	03 DÍAS	60
	07 DÍAS	90
	14 DÍAS	112
	28 DÍAS	163

**Fuente:** Elaboración Propia



**Figura 14. Curva de resistencia  $f'c$  vs. Tiempo Concreto Permeable III**

**Fuente:** Laboratorio de calidad RODHUMA

**Interpretación:** En este caso, se hace más notorio la falta de agregado fino, lo cual se ve reflejado en la resistencia alcanzada, la cual es de 169 kg/cm<sup>2</sup>, este tipo de concreto, al tener un contenido de aire bastante elevado por no tener ningún fino que los selle, la adherencia de los agregados es muy baja, haciendo así que al aplicarle cargas, este no logre soportarlas como debe ser.

#### 4.3. Objetivo específico 03. Determinar la permeabilidad de la mezcla de concreto poroso de acuerdo a los parámetros.

En cuanto a la permeabilidad de cada diseño de mezcla de concreto permeable, se debe tener cuenta, que estos resultados dependen del contenido de vacíos que presenten cada una de las mezclas, obteniendo los siguientes resultados:

Primero, se toma en cuenta los datos de las probetas a ensayar, las cuales tienen las mismas dimensiones, como se muestra en el siguiente cuadro:

**Tabla 28.** Datos de las probetas de ensayo

Diámetro Cm.	Área cm <sup>2</sup>	Altura L. cm.	Volumen dm <sup>3</sup>
6.7	35.26	46.5	1.64

**Fuente:** Elaboración Propia.

Para el Diseño de Concreto Permeable I, se tienen los siguientes datos:

**Tabla 29.** Características Físicas del Concreto Permeable I

Diseño	Dos. A°G° %	Dos. A°F° %	% Aire	Slump
I	70%	30%	3	2

**Fuente:** Elaboración Propia



**Figura 15.** Ensayo de permeabilidad de mezcla de Concreto Permeable I

**Fuente:** Laboratorio de Calidad RODHUMA

**Interpretación:** El diseño de concreto permeable I, tiene un contenido de aire o vacíos de 3%, lo cual ocasiona que el concreto no obtenga la suficiente permeabilidad, ya que los espacios entre partículas, no son adecuados para una correcta infiltración. Asimismo, cabe resaltar que el slump obtenido es de 2", es decir que para proceso constructivo, ahorrará trabajo durante el vaciado.

Para hallar la permeabilidad, se realiza el ensayo a 4 probetas, con el fin de obtener la permeabilidad promedio del diseño de mezcla y después se sigue siguiente procedimiento:

**Tabla 30.** Datos de ensayo de permeabilidad al Concreto Permeable I

Nº de Ensayo	Altura inicial h1 (cm.)	Altura final h2 (cm.)	Tiempo t. (seg.)	Vol H2O (ml) drenado	Tº H2OºC
1	45	40	7200	5	21
2	45	41	7200	4	21
3	45	42	7200	3	21
4	45	42	7200	3	20
PROM.-	45	41.25	7200	4	20.75

**Fuente:** Laboratorio de calidad RODHUMA

$$k = 2,3 \frac{a.L}{A.\Delta t} \cdot \log \frac{h1}{h2} = 2.3 \left( \frac{35.26 \text{ cm}^2 \cdot 46.5 \text{ cm}}{35.26 \text{ cm}^2 \cdot 7200 \text{ s}} \right) \cdot \log \frac{45}{41.25}$$

$$\rightarrow 2.3 * \left( \frac{1639.43 \text{ cm}^3}{253848 \frac{\text{cm}^2}{\text{seg}}} \right) \log \left( \frac{1.65321}{1.61542} \right) = 2.3 * (0.00646 * 0.03779) = \mathbf{0.00056 \text{ cm/s}}$$

**Interpretación:** Para el diseño N° 1 en el cual tenemos 70% de agregado grueso y 30% de agregado fino, obtuvimos un coeficiente de permeabilidad de 0.00056 cm/s. Es decir que para este diseño, la permeabilidad obtenida es muy baja, debido al escaso contenido de vacíos.

Para el Diseño de Concreto Permeable II, se tienen los siguientes datos:

**Tabla 31.** Características Físicas del Concreto Permeable II

Diseño	Dos. A <sup>o</sup> G <sup>o</sup> %	Dos. A <sup>o</sup> F <sup>o</sup> %	% Aire	Slump
II	93%	7%	15	0

**Fuente:** Elaboración Propia.



**Figura 16.** Ensayo de permeabilidad de mezcla de Concreto Permeable II

**Fuente:** Laboratorio de Calidad RODHUMA

**Interpretación:** El diseño de concreto permeable II, tiene un contenido de vacíos de 15%, siendo este resultado de suma importancia, ya que esto define la capacidad de infiltración que tiene el concreto permeable, es decir, a mayor contenido de vacíos, mayor permeabilidad de concreto, además se debe mencionar que esta mezcla obtuvo un slump de 0", ocasionando un menor trabajo en su aplicación, dado que para este concreto no se necesita la vibración para la compactación, como un concreto convencional, dado que se deben conservar los espacios de aire.

Para el diseño de concreto permeable II, se realizó el mismo proceso expuesto anteriormente, para lo cual, también se contó con 4 probetas para realizar el respectivo ensayo y se procedió a efectuar lo siguiente:

**Tabla 32.** Datos de ensayo de permeabilidad al Concreto Permeable II

Nº de Ensayo	Altura inicial h1 (cm.)	Altura final h2 (cm.)	Tiempo t. (seg.)	Vol H2O (ml) drenado	Tº H2OºC
1	45	0.005	23	1000	21
2	45	0.005	22	1000	19
3	45	0.000	21	1000	21
4	45	0.000	24	1000	20
PROM.-	45	0.0025	23	1000	20.25

**Fuente:** Laboratorio de calidad RODHUMA

$$k = 2,3 \frac{a.L}{A.\Delta t} \cdot \log \frac{h1}{h2} = 2.3 \left( \frac{35.26 \text{ cm}^2 \cdot 46.5 \text{ cm}}{35.26 \text{ cm}^2 \cdot 22.5 \text{ s}} \right) \cdot \log \frac{45}{0.0025}$$

$$\rightarrow 2.3 * \left( \frac{1639.43 \text{ cm}^3}{793.274 \frac{\text{cm}^2}{\text{seg}}} \right) \log \left( \frac{1.65321}{-2.6021} \right) = 2.3 * (2.06667 * 4.25527) = \mathbf{20.227 \text{ cm/s}}$$

**Interpretación:** Con respecto al diseño N° 2 en el cual tenemos 93% de agregado grueso y 7% de agregado obtuvimos un coeficiente de permeabilidad de 20.227 cm/s. Es decir que, al tener un 15% de vacíos, el concreto ha obtenido mayor permeabilidad, teniendo este diseño como óptimo para su aplicación en pavimento rígido de transitabilidad ligera.

Para el Diseño de Concreto Permeable II, se tienen los siguientes datos:

**Tabla 33.** Características Físicas del Concreto Permeable III

Diseño	Dos. AºGº %	Dos. AºFº %	% Aire	Slump
II	100%	0%	15	0

**Fuente:** Elaboración Propia.



**Figura 17.** Ensayo de permeabilidad de mezcla de Concreto Permeable III

**Fuente:** Laboratorio de Calidad RODHUMA

**Interpretación:** Para el diseño de concreto permeable III, al no contener ningún fino, se puede deducir que la permeabilidad del concreto será muy alta, sin embargo, para ser un diseño óptimo, este debe cumplir con diversas propiedades mecánicas, no obstante, puede ser utilizado en aceras peatonales, ayudando a recolectar gran parte de agua pluvial. Al igual que el diseño II, este concreto también obtuvo un slump de 0", adecuado para una aplicación mucho más fácil.

Para el diseño de concreto permeable III, después de realizar el debido ensayo a las 4 probetas y efectuar la ecuación del caso, se obtuvo el siguiente resultado:

**Tabla 34.** Datos de ensayo de permeabilidad al Concreto Permeable III

Nº de Ensayo	Altura inicial h1 (cm.)	Altura final h2 (cm.)	Tiempo t. (seg.)	Vol H2O (ml) drenado	Tº H2OºC
1	45	0.001	18	1000	21
2	45	0.001	17	1000	20
3	45	0.000	17	1000	21
4	45	0.000	18	1000	20
PROM.-	45	0.0005	18	1000	20.5

**Fuente:** Laboratorio de Calidad RODHUMA

$$k = 2,3 \frac{a.L}{A.\Delta t} \cdot \log \frac{h1}{h2} = 2.3 \left( \frac{35.26 \text{ cm}^2 \cdot 46.5 \text{ cm}}{35.26 \text{ cm}^2 \cdot 17.5 \text{ s}} \right) \cdot \log \frac{45}{0.0005}$$

$$\rightarrow 2.3 * \left( \frac{1639.43 \text{ cm}^3}{616.991 \frac{\text{cm}^2}{\text{seg}}} \right) \log \left( \frac{1.65321}{-3.301} \right) = 2.3 * (2.65714 * 4.95424) = \mathbf{30.278 \text{ cm/s}}$$

**Interpretación:** Para el diseño N° 3 en el cual tenemos un 100% de agregado grueso y 0% de agregado fino con un % de aire de 15 y slump de 0 obtuvimos un coeficiente de permeabilidad de 30.278 cm/s. Es decir que la permeabilidad alcanzada en este caso es relativamente alta, lo cual ayuda a que el agua infiltre con mayor facilidad debido al mayor % de vacíos y la inexistencia de finos.

#### 4.4. Objetivo específico 04. Realizar la comparación de costos entre un concreto convencional y un concreto permeable.

Después de realizar los ensayos correspondientes a la resistencia a la compresión y la permeabilidad, se tiene como diseño de concreto óptimo, aquel que tiene de incidencia de 93% agregado grueso o piedra chancada y 7% agregado fino o arena.



Partiendo de ese punto, se procede a realizar el respectivo cuadro presupuestal para la elaboración del concreto permeable, el cual alcanzó una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup> y un coeficiente de permeabilidad de 20.227 cm/s, el cual es apto para su uso en pavimento rígido en Piura.

El cuadro de detalle de costos es el siguiente:

**Tabla 35. Análisis de Costos Unitarios de Concreto Permeable Óptimo**

<b>ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS DEL CONCRETO PERMEABLE</b>						
<b>CONCRETO PERMEABLE ÓPTIMO</b>						
<b>RESISTENCIA ESPECÍFICA : 350 kg/cm<sup>2</sup></b>						
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UND.</b>	<b>CUADRILLA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P.U</b>	<b>PARCIAL SI.</b>	<b>SUB TOTAL</b>
<b>MATERIALES</b>						
CEMENTO MS	bls	42.5	10	23.50	235.00	<b>392.15</b>
ARENA DE MALINGAS	m <sup>3</sup>		0.07	50.00	3.50	
PIEDRA DE SOJO	m <sup>3</sup>		0.71	95.00	67.45	
ADITIVO AIRCON Z	lts		1.70	46.00	78.20	
AGUA	m <sup>3</sup>		0.220	36.36	8.00	
<b>MANO DE OBRA</b>						
OPERARIO	hh	1.00	0.55	17.60	9.68	<b>59.65</b>
OFICIAL	hh	1.00	0.53	14.25	7.55	
PEON	hh	5.00	2.87	11.53	33.09	
OPERARIO EQUIPO LIVIANO	hh	1.00	0.53	17.60	9.33	
<b>EQUIPO, HERRAMIENTAS</b>						
MEZCLADORA DE 90 - 11 p3	hm	1.00	0.53	12.00	6.36	<b>38.04</b>
HERRAMIENTAS DE 3% MO			0.53	59.78	31.68	
					<b>TOTAL</b>	<b>S/489.84</b>

*Fuente: Elaboración propia*

Por otro lado, se tiene el costo de elaboración del concreto convencional, utilizado como base para el diseño de mezclas de concreto permeable, el cual se especifica en el siguiente cuadro:

**Tabla 36. Análisis de Costos Unitarios de Concreto Convencional**

<b>ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS DEL CONCRETO CONVENCIONAL</b>						
<b>CONCRETO CON RESISTENCIA MR 48</b>						
<b>RESISTENCIA ESPECÍFICA : 350 kg/cm2</b>						
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UND.</b>	<b>CUADRILLA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P.U S/.</b>	<b>PARCIAL S/.</b>	<b>SUB TOTAL</b>
<b>MATERIALES</b>						
CEMENTO MS	bls	42.5	10	23.50	235.00	<b>298.13</b>
ARENA MALINGAS	m3		0.45	50.00	22.70	
PIEDRA H57	m3		0.38	95.00	36.10	
AGUA	m3		0.119	36.36	4.33	
<b>MANO DE OBRA</b>						
OPERARIO	hh	1.00	0.42	17.60	7.39	<b>45.50</b>
OFICIAL	hh	1.00	0.40	14.25	5.70	
PEON	hh	5.00	2.20	11.53	25.37	
OPERARIO EQUIPO LIVIANO	hh	1.00	0.40	17.60	7.04	
<b>EQUIPO, HERRAMIENTAS</b>						
MEZCLADORA DE 90 - 11 P3	hm	1.00	0.40	12.00	4.80	<b>10.17</b>
VIBRADOR DE 2.0'	hm	1.00	0.40	10.00	4.00	
HERRAMIENTAS DE 3% MO			0.03	45.50	1.37	
					<b>TOTAL</b>	<b>S/353.79</b>

*Fuente: Elaboración Propia*

**Interpretación:** Después de haber analizado los costos de precio unitario de los materiales obtuvimos que para un concreto convencional con resistencia 350 kg/cm2 tiene un costo por m3 de S/353.89 y el costo de un concreto permeable equivalente tiene un costo de S/489.84 por m3, es notoria la diferencia que podemos observar debido a que el concreto permeable tiene una diferencia de 28%, dicha diferencia va hacer compensada debido a que no se gastaría en la construcción de un sistema de drenaje y todo lo que conlleva, además tendría un menor costo en el mantenimiento, tiene un tiempo de vida útil de 20 - 30 años, ayuda a tener una mejor transitabilidad, mejora la calidad de vida de vehículos y reduce el flujo vehicular por charcos producidos por las lluvias en las pistas.

## **V. DISCUSIÓN**

Después de haber analizado los resultados obtenidos realizamos las discusiones de los mismos tomando como referencias los trabajos existentes en la investigación.

### **5.1. Objetivo específico 01. Establecer los materiales a utilizar en la mezcla de concreto permeable.**

Con respecto a nuestro primer objetivo Específico, según el estudio de granulometría se obtuvo que el agregado grueso tuvo un Tamaño Máximo Nominal de 3/4" con un módulo de fineza de 7.70, su peso unitario suelto de 1.529 y compactado de 1.666 además del Peso específico saturado de 2.851 promedio de 2 muestras obtenidas y el % de Humedad de 1.08. Según Amorós, Bendezú (2019) en su tesis obtuvo de igual manera un Tamaño máximo nominal de 3/4" con un módulo de fineza de 7.60 su peso unitario suelto de 1.446.58 y compactado de 1.622.64 además del Peso específico con % de Humedad de 0.288%. Esto cumple con los parámetros de gradación según el ASTM C33, Serie 57, puesto que su % de pasante acumulado está dentro de estos, asimismo, su Tamaño Máximo Nominal y su módulo de fineza.

### **5.2. Objetivo específico 02. Evaluar la resistencia a la compresión y el módulo de rotura del concreto permeable.**

Según DÍAZ, los diseños de mezclas elaborados durante su investigación con piedra chancada de 1/2" alcanzaron resistencia 240 kg/cm<sup>2</sup>. Asimismo, los resultados de resistencia de BENDEZÚ indicaron que el diseño de mezcla usado en el prototipo con resistencia a la compresión de 261.58 kg/cm<sup>2</sup>, llegando a la conclusión que este concreto es apto para su utilización como capa de rodadura de un pavimento, mientras que para ESQUERRE, obtuvo resistencias mayores, alcanzando 295 kg/cm<sup>2</sup> con su diseño óptimo, y tiene como conclusión permitiendo ser utilizadas como pavimento rígido en zonas urbanas del norte del Perú. En nuestro caso, se alcanzaron resistencia de 240 kg/cm<sup>2</sup> con el diseño de 30% de incidencia de arena y 70% piedra, mientras que con incidencia de 7%

arena y 93% piedra se alcanzaron resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>, entonces nuestros diseños óptimos son adecuados para ser utilizados en pavimentos rígidos, siempre y cuando la transitabilidad de la vía donde sea aplicada, sea baja.

### **5.3. Objetivo específico 03. Determinar la permeabilidad de la mezcla de concreto poroso de acuerdo a los parámetros.**

En el trabajo realizado por Esquerre García (2019) obtuvo 11 muestras en las cuales todas son mayores a 0.001 cm/s ubicándose en los parámetros que se encuentran establecido por la norma ACI522-R10 de la cual se han guiado de esas 11 muestras solo 6 de ellas presentan buenos resultados en permeabilidad mas no en resistencia por lo que suelen ser inversamente proporcionales. En los ensayos encontramos 3 diseños cada uno con 4 muestras, teniendo en cuenta que el ensayo de permeabilidad en concreto en el Perú no está normado, para ello existen diferentes metodologías que se pueden estandarizar, utilizamos una parecida a la que se utiliza en suelos de las cuales el primer diseño está por debajo de los 0.001 cm/s mientras que los otros 2 diseños superan los 20 cm/s, debido a que la relación de Agregado grueso y fino cambian considerablemente.

### **5.4. Objetivo específico 04. Realizar la comparación de costos entre un concreto convencional y un concreto permeable.**

Según el cuadro de Análisis de precios unitarios indican que después que el segundo diseño obtuviera mejores resultados tanto de permeabilidad como de resistencia a la compresión, se toman las dosificaciones de este, el cual emplea mayor agregado grueso, generando un aumento de costos. ESQUERRE GARCÍA (2019) obtuvo un presupuesto menor con respecto a concreto permeable con S/. 318.34 y de un concreto convencional de S/. 334.3 en su proyecto debido a la disminución del agua pues su concreto convencional utiliza mayor cantidad a diferencia del concreto permeable, además de este ayuda a la reutilización del elemento principal que es el agua que en nuestro país resulta ser muy escasa y posteriormente es reutilizada en riego de áreas, también disminuye costos en la colocación ya que es más económico poner concreto drenante que un concreto convencional.

## VI. CONCLUSIONES

- 6.1. Para el diseño de mezcla de concreto permeable, la relación a/c es muy distinta a la relación a/c del concreto convencional, debido a que el concreto convencional contiene una pasta adherente, que es la combinación de arena, cemento y agua, mientras que el concreto permeable al tener en menor cantidad o ningún agregado fino, no contiene la pasta necesaria y por lo tanto, las cantidades de cemento y agua utilizadas varían. Asimismo, con respecto a los agregados en general, el concreto permeable no tiene una uniformidad granulométrica, como la tiene un concreto convencional.
- 6.2. Dado que, para el diseño de concreto permeable las cantidades de agregado fino y grueso varían respecto a un diseño de concreto base, y por lo tanto, los resultados en las resistencias alcanzadas de los días 1, 3, 7, 14, 21 y 28, no aumentan relativamente, sino que el crecimiento de la resistencia no es uniforme.
- Asimismo, al ser 3 probetas por día, las resistencias de éstas variaron drásticamente, pues su desviación era mayor al 8%, sin embargo, según la norma ACI, los resultados a la resistencia a compresión entre probetas al mismo tiempo, no debe ser mayor al 8% y esto se debe al reacomodo de las partículas.
- 6.3. Con respecto a la permeabilidad, tenemos que después de haber realizado los 3 diseños de mezcla obtuvimos que solo 2 de ellos tienen mayor permeabilidad debido al contenido de vacíos ya que la arena fina disminuye los espacios vacíos que quedan, entonces no permite que el agua filtre con facilidad a través de su estructura en este caso los 2 últimos diseños mantuvieron un % disminuido y nulo de agregado fino para poder tener la permeabilidad que se requiere.

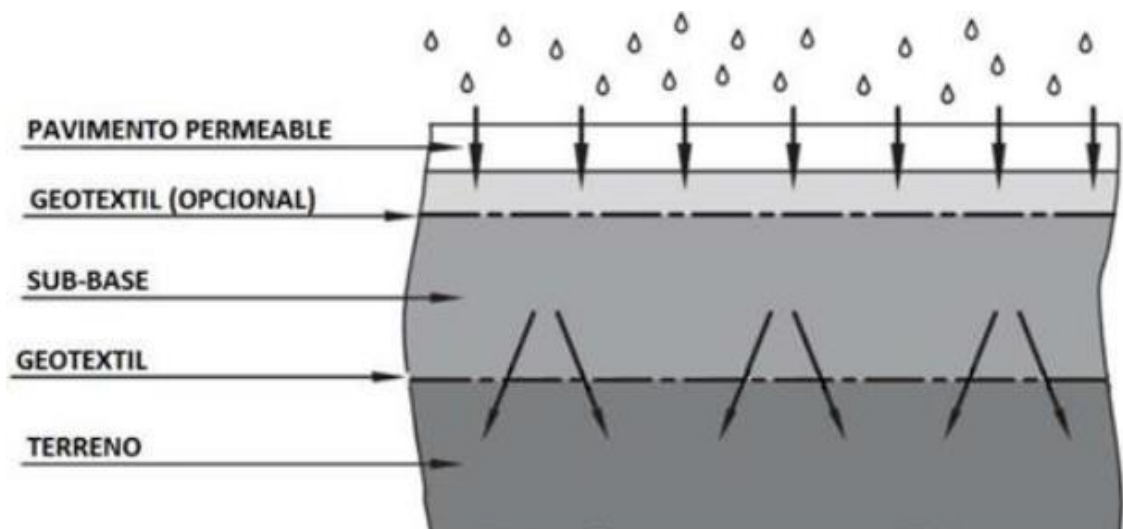
- 6.4. Luego de haber analizado los precios unitarios de un concreto convencional y un concreto permeable llegamos a la conclusión de que si bien es cierto que con respecto a materiales el concreto permeable tiene un costo elevado al de un concreto convencional es debido al aditivo que se utiliza y la cantidad de Agregado grueso que posteriormente serán nivelados debido a que para un concreto convencional se debe hacer la construcción del sistema de drenaje que demanda de gastos adicionales además del mantenimiento que se le realiza.
- 6.5. Es posible utilizar en concreto permeable en zonas de bajo tránsito debido a que al mantener mayor cantidad de vacíos y menor cantidad de Agregado fino se obtendrá una menor resistencia pues no será cohesiva, además este es un concreto que ayuda a reutilizar las aguas pluviales convirtiéndolo en ecológico pues las aguas pueden reutilizarse en riego de áreas verdes en parques o bermas.
- 6.6. La mezcla de concreto permeable óptimo para su uso como capa de rodadura en un pavimento rígido es aquella cuya incidencia es agregado es 93% piedra y 3% arena, teniendo una resistencia a la compresión  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  y un coeficiente de permeabilidad de 20.23 cm/s.

## VII. RECOMENDACIONES

- 7.1. Para poder obtener una mezcla más uniforme, pero siguiendo con la recomendación del ACI 522R de tener poca cantidad de finos y en lo posible, ningún fino, se debe optar por utilizar agregado grueso más pequeño, el cual puede ser la piedra chancada de 3/8" o 1/4" y así las partículas se reacomoden mejor y el concreto permeable diseñado cumpla con las propiedades mecánicas necesarias, usualmente alcanzando resistencia mayores de 210 kg/cm<sup>2</sup>, dado que en Piura suele utilizarse un concreto de f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> para pavimentación de calles o avenidas de tránsito liviano.
- 7.2. Por las resistencias obtenidas, se recomienda cambiar el tipo de agregado en el diseño de mezcla y de esta forma poder llegar a resistencias mayores, dado que para obtener la mezcla optima, esta debe tener mayor adherencia entre partículas, sin reducir el contenido de vacíos y por consiguiente la permeabilidad.
- 7.3. El diseño de Concreto Permeable se debe aplicar en vías de baja transitabilidad o en zonas de estacionamiento, con el fin de drenar el agua de esas zonas, sin que el concreto tenga fallas durante su función en cuanto al soporte de cargas vehiculares, asimismo el concreto cuya mezcla no contiene arena, puede ser aplicado en aceras.
- 7.4. Para obtener una adecuada permeabilidad, se debe tener en cuenta el contenido de vacíos, pero sin dejar de lado las demás propiedades mecánicas, puesto que para que un diseño de concreto permeable sea optimo, en este caso, debe alcanzar una resistencia igual o mayor a 210 kg/cm<sup>2</sup>, y un coeficiente de permeabilidad mayor a 20 cm/s, en otras palabras, un diseño optimo es aquel que contiene las propiedades físicas y mecánicas suficientes para ser aplicado en un pavimento rígido.

7.5. Independientemente del lugar de aplicación del concreto permeable óptimo, se debe tener en cuenta la evacuación del agua pluvial, puesto que es la función principal, en este caso, se presentan 3 ejemplos de infiltración a través de un pavimento permeable, y son los siguientes:

En primer lugar, se tiene un pavimento permeable, cuya infiltración de las aguas pluviales es a través de su paquete estructural, evacuando estas aguas directamente al terreno adyacente, es decir que las capas de la estructura del pavimento también son permeables, en otras palabras, el pavimento en general contiene espacios vacíos que ayudarán a la infiltración de las aguas para que estas lleguen al terreno en su totalidad, tal y como se muestra en la siguiente figura:

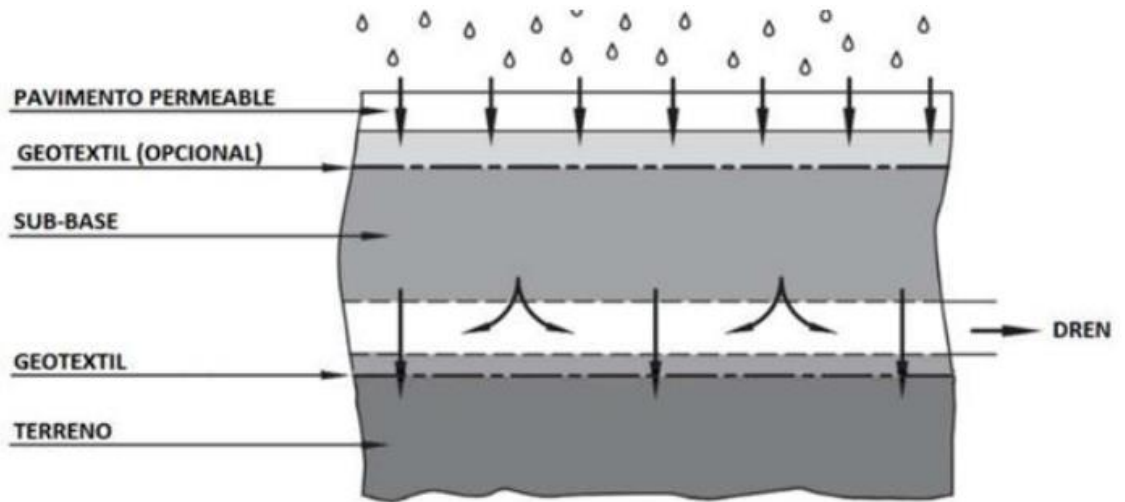


**Figura 18.** Tipo de infiltración completa al terreno.

**Fuente.** Rondoy 2019 (Adaptado de Woods-Ballard et al., 2007)

En segundo lugar, está aquella evacuación de agua mixta o parcial, dado que el agua pluvial infiltrada, atravesará el paquete estructural del pavimento permeable, mientras que a su vez, la tubería perforada, se encarga de recolectar cierta cantidad de agua, de acuerdo al caudal de diseño, y de esta forma pueda ser reutilizada. Este tipo de infiltración se grafica en la siguiente figura:

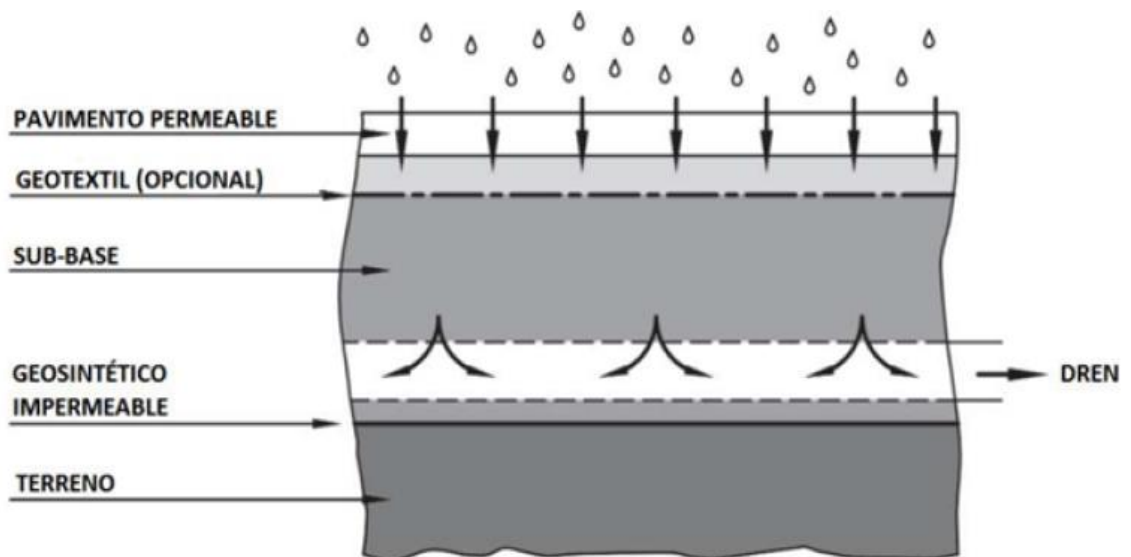




**Figura 19.** Tipo de infiltración parcial al terreno.

**Fuente.** Rondoy 2019 (Adaptado de Woods-Ballard et al., 2007)

Y por último, se tiene el tipo de infiltración que no traspasa la estructura del pavimento, este tipo de evacuación de las aguas pluviales es netamente a través de una tubería perforada que funciona como dren y posteriormente lleva el agua pluvial a algún sistema de recojo, con el fin de ser reutilizada, sin que esta llegue al terreno, con la ayuda de un geosintético impermeable, como se puede apreciar en la siguiente figura:



**Figura 20.** Tipo sin infiltración al terreno.

**Fuente.** Rondoy 2019 (Adaptado de Woods-Ballard et al., 2007)

## REFERENCIAS

1. AMORÓS Morote, Carlos Enrique; BENDEZÚ Ulloa, José Carlos. Diseño de mezcla de concreto permeable para la construcción de la superficie de rodadura de un pavimento de resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>. Tesis (Ingeniero civil). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), 2019. 73pp.
2. ANTÓN Juárez, Mar Antony. Diseño del pavimento de concreto permeable como solución ante inundaciones en la calle Sr. de Los Milagros desde La Progresiva 0+250 hasta 1+250, Cancas, Canoas de Punta Sal, Tumbes – 2018. Tesis (Ingeniero civil). Piura: Universidad Cesar Vallejo, 2019. 239pp.
3. Avaliação do escoamento superficial de águas pluviais em pavimento de blocos de solo-cimento por ZEGARRA, Jorge [et al]. Eng. Sanit. Ambient. [en línea]. 2019, vol.24, n.2 [fecha de consulta: 31 de octubre del 2020]. Disponible en:  
[https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-41522019000200403&lang=es](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522019000200403&lang=es)  
ISSN 1809-4457
4. BAI, Aiming. Key construction technology of Porous concrete permeable base. Applied Mechanics and Materials; Zurich [en línea]. 2013, Tomo 587-589 [fecha de consulta: 31 de octubre del 2020]. Disponible en:  
<https://search.proquest.com/docview/1542951301?accountid=37408>
5. BECKER, Nayara y PINHEIRO, Ivone Gohr. Potencialidade dos pavimentos permeáveis na melhoria da qualidade da água do escoamento superficial: uma revisão. urbe, Rev. Bras. Gest. Urbana [en línea]. 2019, vol.11 [fecha de consulta: 30 de octubre del 2020]. Disponible en:  
[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2175-33692019000100221&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2175-33692019000100221&lng=en&nrm=iso)  
ISSN 2175-3369.

6. BROWN, Robert y BORST, Michael. Nutrient infiltrate concentrations from three permeable pavement Types. Journal of environmental management. [en línea]. Tomo 164, diciembre 1, 2015. [fecha de consulta: 31 de octubre de 2020] Disponible en:  
<https://www.proquest.com/docview/1721916898/31A6FCB036494803PQ/2>
7. CARDENAS, Eusebio, RODRÍGUEZ, Ángel y JARAMILLO, Janner. Pavimentos permeables. Una aproximación convergente en la construcción de vialidades urbanas y en la preservación del recurso agua. CIENCIA ergo sum [en línea]. Vol. 24. Enero 2017. Disponible en:  
<https://www.redalyc.org/jatsRepo/104/10450491009/10450491009.pdf>.
8. Coupling GIS with Stormwater Modelling for the Location Prioritization and Hydrological Simulation of Permeable Pavements in Urban Catchments por JATO, Daniel [et al]. WATER [en línea]. Vol 8. octubre 2016. [fecha de consulta: 31de octubre de 2020].  
ISBN: 2073-4441
9. DE SOUSA Guedes, Cláudia. Avaliação do desempenho hidrológico de pavimentos permeáveis. Tesis (Ingeniero ambiental). Goiânia: Universidade Federal de Goiás, 2015. 95 pp.
10. DEL VALLE Monetti, Malena. Hormigón poroso con materiales locales, una contribución para la gestión de las aguas de lluvia. Tesis (Ingeniero ambiental). Córdoba: Universidad Tecnológica Nacional, 2018. 208pp.
11. Effect of Clogging on the Permeability of Porous Asphalt Pavement por MA, Yaolu, [et al]. Advances in Materials Science and Engineering [en línea]. Febrero 2020. vol.2020 [fecha de consulta 03 de octubre del 2020]. Disponible en:  
[https://www.researchgate.net/publication/339059336\\_Effect\\_of\\_Clogging\\_on\\_the\\_Permeability\\_of\\_Porous\\_Asphalt\\_Pavement](https://www.researchgate.net/publication/339059336_Effect_of_Clogging_on_the_Permeability_of_Porous_Asphalt_Pavement)

12. ENGLUND, Karl; NASSIRI Somayeh. PERMEABLE PAVEMENT TO ABATE FLOODING? Society for the Advancement of Education. [En línea]. Vol. 147, Septiembre, 2018 USA. [fecha de consulta: 31 de octubre de 2020] Disponible en:  
<https://link.gale.com/apps/doc/A556839181/AONE?u=univcv&sid=AONE&xid=8e0e32b6>
13. ESQUERRE García, Michell; SILVA Silva, Héctor. Propuesta de diseño de pavimento drenante para la captación de agua de lluvias en zonas urbanas del norte del Perú. Tesis (Ingeniero civil). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), 2019. 141pp.
14. Estudo da viabilidade técnica do uso de concreto permeável em pavimentos urbanos de baixo tráfego utilizando agregado graúdo regional por BARATA DA COSTA, Marilia Cristina [et al]. RCT - Revista de Ciência e Tecnologia [en línea]. Vol 5 n° 8. Julio 2019. [fecha de consulta: 03 de octubre del 2020]. Disponible en:  
<https://revista.ufr.br/rct/article/view/5217/2649>  
ISSN: 2447-7028.
15. Evaluation over time of the mechanical properties of soil- cement blocks used in semi-permeable pavements por CARVALHO, M. [et al]. Revista Ingeniería de construcción. [en línea]. 2016, vol.31, n.1 [fecha de consulta: 31 de octubre del 2020]. Disponible en:  
[https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-50732016000100006&lng=es&nrm=iso](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732016000100006&lng=es&nrm=iso)  
ISSN 0718-5073.
16. HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación. 6ta edición. México. McGraw-Hill / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V, 2014. 736.  
ISBN: 978-1-4562-2396-0.

17. JIMENEZ Pesantes, Hilder Javier. Evaluación del concreto permeable como una alternativa sostenible para el control de las aguas pluviales en la ciudad de Castilla, provincia Piura y departamento de Piura. Tesis (Ingeniero civil). Piura: Universidad Nacional de Piura, 2019. 168pp.
18. KAMALI, Meysam; DELKASH, Madjid; TAJRISHY, Massoud. Evaluation of permeable pavement responses to urban surface runoff. Journal of environmental management. [en línea]. Tomo 187. Febrero, 2017. [fecha de consulta: 06 de noviembre del 2020]. Disponible en:  
<https://www.proquest.com/docview/1843920460/31A6FCB036494803PQ/6>
19. LIU, Jiayu y BORST, Michael. Performances of metal concentrations from three permeable pavement infiltrates. Water Research. [en línea] Tomo 136, junio 1, 2018. [fecha de consulta: 06 de noviembre del 2020]. Disponible en:  
<https://www.proquest.com/docview/2010376068/31A6FCB036494803PQ/9>
20. MÉNDEZ Z. Nathasha G. y MOSQUEDA V. María C. Estudio de la resistencia del concreto permeable para pavimentos. Tesis (Ingeniero civil). Venezuela: Universidad de Carabobo, 2016. 90 pp.
21. Modelización matemática de la infiltración en un pavimento permeable a escala de campo por MARINHO, Marília [et al]. RBRH [en línea]. 14 de septiembre del 2020, vol.25 [fecha de consulta 03 de octubre del 2020]. Disponible en:  
[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2318-03312020000100236&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2318-03312020000100236&lng=en&nrm=iso)  
ISSN 2318-0331.
22. MORALES Córdova, Ani. Diseño De Pavimento Rígido Permeable  $F'c=210$  Kg/Cm<sup>2</sup> Utilizando Agregado De Rio Huallaga - Jr. Los Andes, Morales - San Martín - 2018. Tesis (Ingeniero civil). Tarapoto: Universidad Cesar Vallejo, 2018. 132pp.

23. Offenberg Matthew A., Scott Erickson (20028). Report on Pervious Concrete ACI 522R-10. Estados Unidos: American Concrete Institute ACI.
24. OJEDA, Arturo, ÁLVAREZ, Clara y ORONO, David. Drenaje pluvial sostenible. Una alternativa de gestión del agua de lluvia en la Universidad de Sonora. CONTEXTO. Revista de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Nuevo León [en línea]. Vol. 14 n° 20. abril 2020. [fecha de consulta: 03 de octubre del 2020]. Disponible en:  
<http://contexto.uanl.mx/index.php/contexto/article/view/192>
25. PALACIOS Bernaldo, Frank. Diseño de concreto permeable para su aplicación en pavimentos como óptimo sistema de drenaje en distrito de Independencia – Huaraz – Ancash, 2018. Tesis (Ingeniero civil). Huaraz: Universidad César Vallejo, 2018. 122pp.
26. Pavimentos urbanos permeables por JATO, Daniel [et al]. Revista de Obras Públicas [en línea]. Vol. 166 n° 3607. Marzo 2019. [Fecha de consulta: 03 de octubre del 2020]. Disponible en:  
[http://ropdigital.ciccp.es/pdf/publico/2019/2019\\_marzo\\_3607\\_01.pdf](http://ropdigital.ciccp.es/pdf/publico/2019/2019_marzo_3607_01.pdf)  
ISBN: 0034-8619
27. Performance Evaluation of semiflexible permeable pavements under cyclic loads por DISFANI, Mahdi [et al]. The International Journal of Pavement Engineering. [en línea] Tomo 21, N° 3, Mar 2020. [fecha de consulta: 06 de noviembre de 2020] Disponible en: Disponible en:  
<https://www.proquest.com/docview/2353346610/31A6FCB036494803PQ/1>.  
ISSN 10298436
28. REYES, Nancy y BOENTE, Alexis. Metodología de la investigación: compilación total. Independently Published, 2018. 61 pp.  
ISBN 9781729198247.

29. RONDOY Aguilar, Rosana. Diseño de un pavimento permeable y drenaje pluvial del tramo Jr. San Lorenzo – Mercado de Piura, 2019, Tesis (Ingeniero civil). Piura: Universidad César Vallejo, 2019. 123pp
30. Sensibilidad de parámetros hidrodinámicos en la simulación de procesos de trasvase de agua en un pavimento permeable por COSTA, Ialy [et al]. RBRH [en línea]. 2020, vol.25 [fecha de consulta: 06 de noviembre del 2020]. Disponible en:  
[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2318-03312020000100242&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2318-03312020000100242&lng=en&nrm=iso)  
ISSN 2318-0331.
31. SILVA Julca, Rosita Alexandra. Concreto permeable como propuesta sostenible para mejorar el sistema de drenaje pluvial de la vía Blas De Atienza en Piura. Tesis (Ingeniero civil). Piura: Universidad Cesar Vallejo, 2016. 138pp.
32. Stable Biofilms of Rhodococcus Erythropolis T902.1 in Draining Pavement Structures for Runoff Water Decontamination por MASY, Thibaut, [et al]. International Biodeterioration & Biodegradation [en línea]. Agosto de 2016, vol. 112. [Fecha de consulta: 03 de octubre del 2020]. Disponible en:  
<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0964830516301470>.
33. ZEGARRA, Jorge; SANTOS-DE BRITO, Jeferson y DE FATIMA, Miriam. Ecurrimiento en pavimentos de bloques de suelo-cemento: un abordaje experimental. Ing. invest. y tecnol. [en línea]. 2015, vol.16, n.1 [fecha de consulta 30 de octubre del 2020]. Disponible en:  
[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-77432015000100004&lang=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-77432015000100004&lang=es)  
ISSN 1405-7743.

# **ANEXOS**



## ANEXO 04. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PERMEABLE PARA USO EN PAVIMENTO RÍGIDO, PIURA 2021.

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
<b>Concreto Permeable</b>	Es un tipo diferente de concreto con una elevada porosidad, que le permite el paso al agua proveniente de precipitaciones y pasen a través de su estructura disminuyendo la escorrentía (ARGOS)	Ensayos básicos	<p>Materiales</p> <p>Resistencia a la compresión y módulo de rotura</p> <p>Permeabilidad</p> <p>Costos de materiales</p>	<p>Dosificaciones</p> <p>Vida útil del concreto</p> <p>Porcentaje de vacíos y permeabilidad</p> <p>Comparación de costos</p>	NOMINAL
<b>Pavimento Rígido</b>	Es un tipo de pavimento formado por una losa de hormigón con cemento portland que descansa sobre la base o sub-base que disipa las cargas ligeramente al suelo. (UNIFORT)	Revisión del estado del arte	Datos generales	Funcionamiento	NOMINAL

**Fuente:** Elaborado por los autores

## ANEXO 05. MATRIZ DE CONSISTENCIA




DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PERMEABLE PARA USO EN PAVIMENTO RÍGIDO, PIURA 2021.

PROBLEMA GENERAL Y ESPECÍFICOS	OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p><b>General:</b> ¿Cuál es el diseño de mezcla de concreto permeable para uso en pavimento rígido, Provincia Piura?</p> <p><b>Específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Qué materiales son aptos para realizar la mezcla de concreto permeable adecuada?</li> <li>• ¿La mezcla de concreto permeable cumple con la resistencia necesaria para su aplicación en pavimento rígido?</li> </ul>	<p><b>General:</b> Elaborar el diseño de mezcla de concreto permeable para uso en pavimento rígido, Provincia Piura</p> <p><b>Específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer los materiales a utilizar en la mezcla de concreto permeable.</li> <li>• Evaluar la resistencia a la compresión y el módulo de rotura del concreto permeable.</li> </ul>	<p><b>General:</b> El Diseño de mezclas de concreto permeable cumple con los parámetros establecidos que permiten utilizarlo en pavimento rígido</p> <p><b>Específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El material a utilizar debe ser bien clasificado pues es este quien permitirá el correcto diseño de la mezcla.</li> <li>• Este tipo de concreto es resistente a las cargas que se efectúen sobre él, teniendo como <math>f'c=210\text{kg/cm}^2</math>.</li> </ul>	<p><b>V. Independiente</b> <b>Concreto Permeable</b></p> <p>Indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dosificaciones</li> <li>• Vida útil del concreto.</li> <li>• Porcentaje de vacíos y permeabilidad.</li> <li>• Comparación de costos.</li> </ul>	<p><b>Tipo de investigación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicada</li> <li>• Descriptiva</li> </ul> <p>Tiene un enfoque cuantitativo.</p> <p><b>Diseño de investigación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimental</li> <li>• Transversal</li> </ul>	<p><b>Técnica:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensayos Básicos</li> </ul> <p><b>Instrumentos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ficha de granulometría</li> <li>• Ficha de datos de resistencia a la compresión</li> <li>• Ficha de datos de permeabilidad</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cuál es la permeabilidad del concreto poroso para cumplir con los parámetros de diseño?</li> <li>• ¿Cuál es la diferencia de costos entre un concreto convencional y un concreto permeable?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar la permeabilidad de la mezcla de concreto poroso de acuerdo a los parámetros.</li> <li>• Realizar la comparación de costos entre un concreto convencional y un concreto permeable.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La mezcla del concreto poroso tiene una tasa de infiltración apta para las precipitaciones elevadas que presenta Piura.</li> <li>• El concreto permeable al contener un porcentaje de vacíos, disminuye la cantidad de material a utilizar en su mezcla y evita la construcción de drenajes pluviales convencionales.</li> </ul>	<p><b>V. Dependiente</b></p> <p><b>Pavimento Rígido</b></p> <p>Indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Funcionamiento</li> </ul>	<p><b>Población:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pavimento rígido con concreto convencional que se encuentra en Piura.</li> </ul> <p><b>Muestra:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mezcla de concreto permeable para uso en pavimento rígido.</li> </ul>	
--	---	---	--	--	--

**Fuente:** Elaborado por los autores

# ANEXO 06. CERTIFICADOS DE ENSAYOS

	<b>METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO UNITARIO DEL AGREGADO</b>  NORMA ASTM C29	SGC-RDHMA-DC-AGF-001 Rev.1  Fecha: 04/2021		
	<b>LABORATORIO DE CALIDAD (A+C)</b>			
TESIS : DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PERMEABLE PARA USO EN PAVIMENTO RIGIDO, PIURA 2021 CLIENTE : CASTILLO CORONADO KAREN SAAVEDRA CORDOVA CAMILA CORAL	N° REPORTE: INF. PRELIMINAR FECHA DE MUESTREO: 26/04/2021			
MATERIAL : AGREGADO FINO CODIGO DE MUESTRA : AF 02-2021 CANTERA : MALINGAS				
<b>PESO UNITARIO SUELTO DE AGREGADO FINO</b>				
	DESCRIPCIÓN	[M1]	[M2]	RESULTADO
A	Peso de muestra seca suelta con molde (gr)	14440	15490	14965
B	Peso de molde (gr)	3500	3500	3500
C	Volumen de molde (cm <sup>3</sup> )	7014	7014	7014
D	Peso de muestra seca suelta (gr)	10940	11990	11465
E	Peso unitario suelto (gr/cm <sup>3</sup> )	1.560	1.709	1.635
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO DE AGREGADO FINO</b>				
	DESCRIPCIÓN	[M1]	[M2]	RESULTADO
A	Peso de muestra seca suelta con molde (gr)	15526	15610	15568
B	Peso de molde (gr)	3500	3500	3500
C	Volumen de molde (cm <sup>3</sup> )	7014	7014	7014
D	Peso de muestra seca suelta (gr)	12026	12110	12068
E	Peso unitario suelto (gr/cm <sup>3</sup> )	1.715	1.727	1.721
<b>CONTROL DE CALIDAD</b>				
RESPONSABLE:    BACH. JHIEFFERSON JAIR CRISANTO ALBERCA CONTROL DE CALIDAD		RESPONSABLE:    ING. JHON UMBO GARCIA JEFE DE PLANTA		
viernes, 28 de Mayo de 2021				



## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO

NORMA ASTM C 136 - ASTM C 117

SGC-RDHMA- DC-AGF-001

Rev.1

Fecha: 04/2021

### LABORATORIO DE CALIDAD (A+C)

TESIS	: DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PERMEABLE PARA USO EN PAVIMENTO RIGIDO, PIURA 2021	N° REPORTE: 21-0001
CLIENTE	: CASTILLO CORONADO KAREN	FECHA DE MUESTREO: 26/04/2021
	: SAAVEDRA CORDOVA CAMILA CORAL	

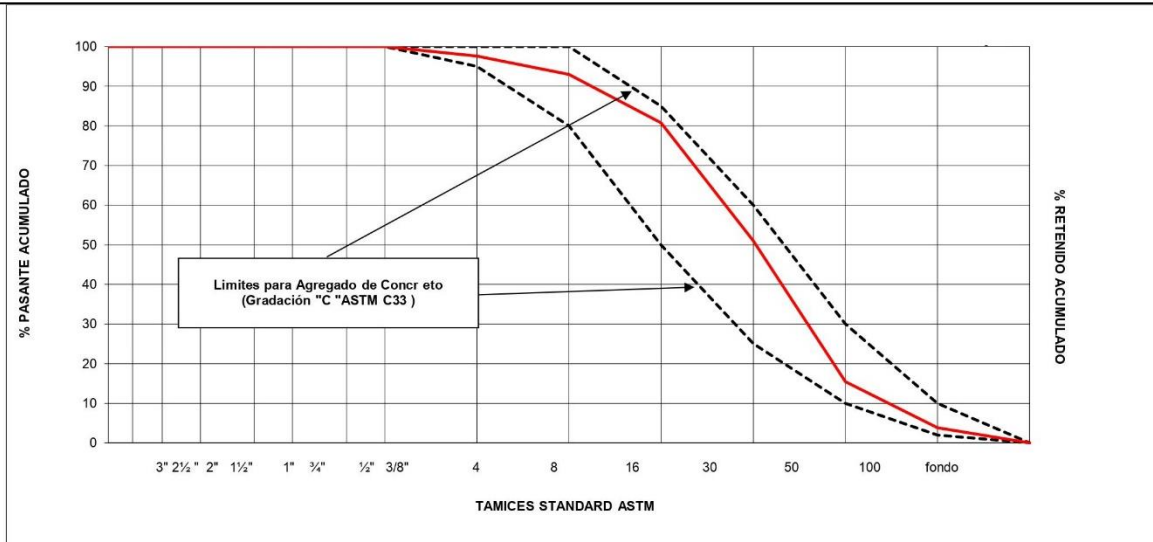
MATERIAL : AGREGADO FINO  
 CODIGO DE MUESTRA : AF 02-2021  
 CANTERA : MALINGAS

#### GRANULOMETRIA

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

MALLA	PESO RETENIDO gramos (b)	% RETENIDO (c)=(b)/(a)*100	% RETENIDO ACUMUL. (d)=SUMA (c)	% PASANTE ACUMUL. 100 - (d)	ESPECIFIC. GRADACIÓN (2° - 1°)	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
						MODULO DE FINEZA	
						MODULO DE FINEZA	2.6
						TAMAÑO MÁXIMO	# 4
3"						(A) peso de tara (g) :	0.0
2 1/2"						(B) peso de muestra original húmeda (g) :	515.0
2"						(C) peso de muestra seca (g) :	500.0
1 1/2"						% HUMEDAD: [B-C] * 100 / [C-A]	3.0
1"							
3/4"							
1/2"	0.0	0.0	0.0	100.0		(D) peso de tara (g) :	0.0
3/8"	0.0	0.0	0.0	100.0	100	(C) peso de muestra seca (g) :	542.0
# 4	12.0	2.4	2.4	97.6	95 - 100	(F) peso de muestra post lavado seca (g):	532.0
# 8	23.0	4.6	7.0	93.0	80 - 100		
# 16	61.0	12.2	19.2	80.8	50 - 85		
# 30	149.0	29.8	49.0	51.0	25 - 60	%PASANTE DE M # 200: [E-F] * 100 / [E-D]	1.8
# 50	178.0	35.6	84.6	15.4	10 - 30	<b>OBSERVACIONES: ARENA CUMPLE CON LA GRADACION</b>	
# 100	58.0	11.6	96.2	3.8	2 - 10		
FONDO	19.0	3.8	100.0	0.0			
TOTAL (a)	500.0						
			MODULO DE FINEZA	2.6			

El módulo de fineza = % retenido acumulado en las mallas (3" + 1 1/2" + 3/4" + 3/8" + #4 + #8 + #16 + #30 + #50 + #100) / 100  
 Nota: Para ag. Gruesos, en los tamices donde no exista retenido considerar 100% de retenido acumulado en cada uno  
 El tamaño máximo = menor tamiz por el que pasa el 100% del agregado tamizado.



### CONTROL DE CALIDAD

RESPONSABLE:

BACH JHEFFERSON JAIR CRISANTO ALBERCA  
CONTROL DE CALIDAD

RESPONSABLE:

ING. JHON UMBO GARCIA  
JEFE DE PLANTA

viernes, 28 de Mayo de 2021



PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO

SGC-RDHMA- DC-AGF-001

Rev.1

Fecha: 04/2021

NORMA ASTM C127

LABORATORIO DE CALIDAD (A+C)

TESIS : DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PERMEABLE PARA USO EN PAVIMENTO RIGIDO, PIURA 2021  
CLIENTE : CASTILLO CORONADO KAREN : N° REPORTE: INF. PRELIMINAR  
: SAAVEDRA CORDOVA CAMILA CORAL : FECHA DE MUESTREO: 26/04/2021

MATERIAL : AGREGADO FINO  
CODIGO DE MUESTRA : AF 02-2021  
CANTERA : MALINGAS

AGREGADO FINO

	DESCRIPCIÓN	UND	[M1]	[M2]	RESULTADO
A	Peso muestra saturada con superficie seca (g)		500.0	500.0	
B	Peso fiola o frasco con agua (g)		660.0	662.0	
C	Peso muestra saturada dentro del agua + fiola o frasco (g)		973.0	973.5	
D	Peso muestra seca en horno @ 105°C (g)		493.0	493.7	
E	Peso muestra saturada dentro del agua (g) a Temperatura (29.6°C)		311.7	310.2	
	Peso específico de masa - P.E.M. (g/cm3)		2.62	2.60	2.61
	Peso específico de masa S.S.S. (g/cm3)		2.66	2.63	2.64
	Peso específico aparente - P.E.A. - (g/cm3)		2.72	2.69	2.70
	Absorción (%)		1.42	1.28	1.35

CONTROL DE CALIDAD

RESPONSABLE:

BACH. JHEFFERSON JAIR CRISANTO ALBERCA

CONIROL DE CALIDAD

RESPONSABLE:

ING. JHON UMBO GARCIA

JEFE DE PLANTA

miércoles, 28 de Abril de 2021



## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO

SGC-RDHMA-DC-AGF-001

Rev.1

NORMA ASTM C 136 - ASTM C 117

Fecha: 04/2021

### LABORATORIO DE CALIDAD (A+C)

TESIS : DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PERMEABLE PARA USO EN PAVIMENTO RIGIDO, PIURA 2021  
 CLIENTE : CASTILLO CORONADO KAREN  
 : SAAVEDRA CORDOVA CAMILA CORAL

**Nº REPORTE:** INF. PRELIMINAR  
**FECHA DE MUESTREO:** 26/04/2021

MATERIAL : AGREGADO FINO  
 CODIGO DE MUESTRA : AF 02-2021  
 CANTERA : MALINGAS

### GRANULOMETRIA

### CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

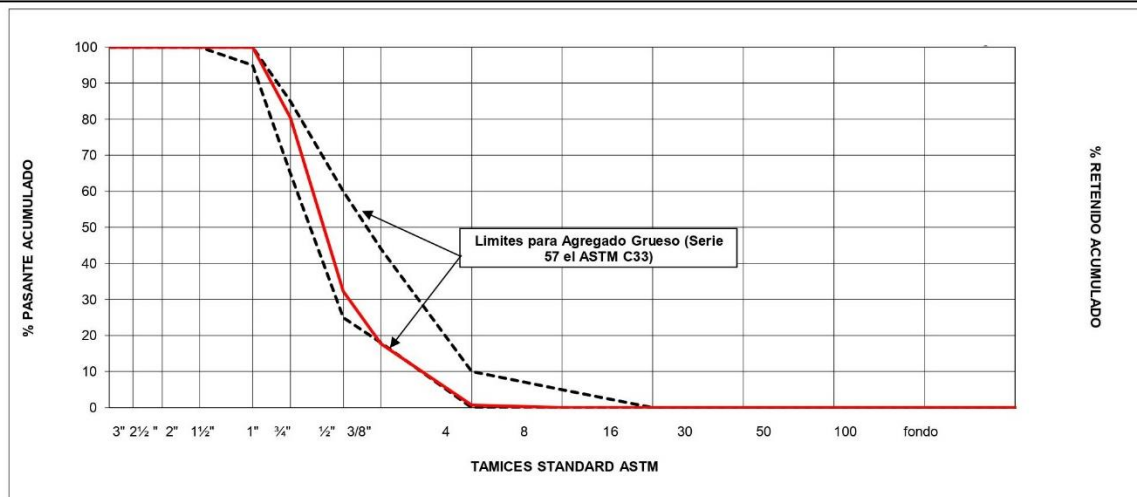
MALLA	PESO RETENIDO en gramos (b)	% RETENIDO (c)=(b)/(a)*100	% RETENIDO ACUMUL. (d)=SUMA (c)	% PASANTE ACUMUL. 100 - (d)	ESPECIFIC. GRADACIÓN (2" - 1")	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
						MODULO DE FINEZA	
						MODULO DE FINEZA	7.0
						TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	1/2 "
3"						(A) peso de tara (g) :	0.0
2 1/2"						(B) peso de muestra original húmeda(g):	2242.0
2"						(C) peso de muestra seca(g) :	2235.0
1 1/2"						% HUMEDAD: [B-C] * 100 / [C-A]	<b>0.3</b>
1"	0	0.0	0.0	100.0	95 - 100		
3/4"	1018	19.6	19.6	80.4	65 - 85		
1/2"	2504	48.2	67.8	32.2	25 - 60	(D) peso de tara (g) :	0.0
3/8"	755	14.5	82.3	17.7	18 - 44	(E) peso de muestra seca (g) :	2235.0
# 4	885	17.0	99.3	0.7	0 - 10	(F) peso de muestra después de lavado seca (g):	2230.0
# 8	35	0.7	100.0	0.0	0 - 5		
# 16		0.0	100.0	0.0	0 - 0	%PASANTE DE M # 200: [E-F] * 100 / [E-D]	<b>0.2</b>
# 30		0.0	100.0	0.0	0 - 0		
# 50		0.0	100.0	0.0	0 - 0		
# 100		0.0	100.0	0.0	0 - 0		
FONDO	1	0.0	100.0	0.0			
TOTAL (a)	5198.0		MODULO DE FINEZA	7.0			

OBSERVACIONES: PIEDRA CUMPLE CON LA GRADACION

El módulo de fineza= % retenido acumulado en las mallas (3" + 1 1/2" + 3/4" + 3/8" + #4 + #8 + #16 + #30 + #50 + #100) / 100

Nota: Para ag. Gruesos, en los tamices donde no exista retenido considere 100% de retenido acumulado en cada uno

El tamaño máximo= menor tamiz por el que pasa el 100% del agregado tamizado.



### CONTROL DE CALIDAD

RESPONSABLE:

BACH. JHEFFERSON JAIR CRISANTO ALBERCA  
CONTROL DE CALIDAD

RESPONSABLE:

ING. JHON UMBO GARCIA  
JEFE DE PLANTA

viernes, 28 de Mayo de 2021

**DETERMINACIÓN DE CARAS FRACTURADAS**

SGC-RDHMA- DC-AGF-001

Rev.1

Fecha: 04/2021

MTC E-210-1999

**LABORATORIO DE CALIDAD (A+C)**

TESIS : DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PERMEABLE PARA USO EN PAVIMENTO RIGIDO, PIURA 2021  
CLIENTE : CASTILLO CORONADO KAREN N° REPORTE: INF. PRELIMINAR  
: SAAVEDRA CORDOVA CAMILA CORAL FECHA DE MUESTREO: 26/04/2021

MATERIAL : AGREGADO FINO  
CODIGO DE MUESTRA : AF 02-2021  
CANTERA : MALINGAS

**RESULTADOS****PARA UNA CARA FRACTURADA**

MUESTRA	MALLAS N°	PESO TOTAL RETENIDO (g)	PESO CARAS FRACTURADAS (g)	% CARAS FRACTURADAS	% CARAS TOTALES FRACTURADAS
PIEDRA CHANCADA	1 1/2"	0.0	0.0	0.0	8.2
	1"	0.0	0.0	0.0	
	3/4"	1018.0	257.0	6.0	
	1/2"	2504.0	90.0	2.1	
	3/8"	755.0	3.0	0.1	
<b>PESO INICIAL (g)</b>		4277.0			

**PARA DOS CARAS FRACTURADAS**

MUESTRA	MALLAS N°	PESO TOTAL RETENIDO (g)	PESO CARAS FRACTURADAS (g)	% CARAS FRACTURADAS	% CARAS TOTALES FRACTURADAS
PIEDRA CHANCADA	1 1/2"	0.0	0.0	0.0	87.3
	1"	0.0	0.0	0.0	
	3/4"	1018.0	729.0	17.0	
	1/2"	2504.0	2268.0	53.0	
	3/8"	755.0	735.0	17.2	
<b>PESO INICIAL (g)</b>		4277.0			

SIN CARA FRACTURADA	4.56	%
CON UNA CARA FRACTURADA	8.18	%
CON DOS O MAS CARAS	87.26	%
<b>TOTAL DE LA MUESTRA</b>	<b>100.00</b>	<b>%</b>

OBSERVACIONES:

**CONTROL DE CALIDAD**

RESPONSABLE:

BACH. JHEFFERSON JAIR CRISANTO ALBERCA  
CONTROLO DE CALIDAD

RESPONSABLE:

ING. JHON UMBO GARCIA  
JEFE DE PLANTA

viernes, 28 de Mayo de 2021





## GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE AGREGADOS GRUESOS

SGC-RDHMA- DC-AGF-001

Rev.1

Fecha: 04/2021

NORMA ASTM C - 127

## LABORATORIO DE CALIDAD (A+C)

TESIS : DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PERMEABLE PARA USO EN PAVIMENTO RIGIDO, PIURA 2021  
CLIENTE : CASTILLO CORONADO KAREN : N° REPORTE: INF. PRELIMINAR  
: SAAVEDRA CORDOVA CAMILA CORAL : FECHA DE MUESTREO: 26/04/2021

MATERIAL : AGREGADO FINO  
CODIGO DE MUESTRA : AF 02-2021  
CANTERA : MALINGAS

## AGREGADO GRUESO

	DESCRIPCIÓN	UND	[M1]	[M2]	RESULTADO
A	Peso seco del suelo (en estufa a 105°C ± 5°C)	g	2,072	2,077	PROMEDIO
B	Peso SSS* del suelo	g	2,096	2,098	
C	Peso sumergido del suelo SSS*	g	1,359	1,364	
	<b>Peso Especifico de Masa (Pem)</b>	<b>g/cm3</b>	2.811	2.830	<b>2.821</b>
	<b>Peso Especifico Saturado (PeSSS)</b>	<b>g/cm3</b>	2.844	2.858	<b>2.851</b>
	<b>Peso Especifico Aparente (Pea)</b>	<b>g/cm3</b>	2.906	2.913	<b>2.910</b>
	<b>Absorción</b>	<b>%</b>	1.16%	1.01%	<b>1.08%</b>

(\*) SSS: Saturado Superficialmente Seco / Saturado con Superficie Seca

## CONTROL DE CALIDAD

RESPONSABLE:

BACH. JHEFFERSON JAIR CRISANTO ALBERCA

CONTROL DE CALIDAD

RESPONSABLE:

ING. JHON UMBO GARCIA

JEFE DE PLANTA

viernes, 28 de Mayo de 2021



METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO UNITARIO DEL AGREGADO

SGC-RDHMA-DC-AGF-001

Rev.1

Fecha: 04/2021

NORMA ASTM C29

LABORATORIO DE CALIDAD (A+C)

TESIS : DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PERMEABLE PARA USO EN PAVIMENTO RIGIDO, PIURA 2021  
CLIENTE : CASTILLO CORONADO KAREN : SAAVEDRA CORDOVA CAMILA CORAL  
N° REPORTE: INF. PRELIMINAR  
FECHA DE MUESTREO: 26/04/2021

MATERIAL : AGREGADO FINO  
CODIGO DE MUESTRA : AF 02-2021  
CANTERA : MALINGAS

PESO UNITARIO SUELTO DE AGREGADO GRUESO

	DESCRIPCIÓN	UND	[M1]	[M2]	RESULTADO
A	Peso de muestra seca suelta con molde (gr)		14206	14247	14227
B	Peso de molde (gr)		3500	3500	3500
C	Volumen de molde (cm3)		7014	7014	7014
D	Peso de muestra seca suelta (gr)		10706	10747	10727
E	Peso unitario suelto (gr/cm3)		1.53	1.53	1.529

PESO UNITARIO COMPACTADO DE AGREGADO GRUESO

	DESCRIPCIÓN	UND	[M1]	[M2]	RESULTADO
A	Peso de muestra seca suelta con molde (gr)		15171	15197	15184
B	Peso de molde (gr)		3500	3500	3500
C	Volumen de molde (cm3)		7014	7014	7014
D	Peso de muestra seca suelta (gr)		11671	11697	11684
E	Peso unitario suelto (gr/cm3)		1.664	1.668	1.666

CONTROL DE CALIDAD

RESPONSABLE:

BACH. JHEFFERSON JAIR CRISANTO ALBERCA  
CONTROL DE CALIDAD

RESPONSABLE:

ING. JHON UMBO GARCIA  
JEFE DE PLANTA

viernes, 28 de Mayo de 2021

**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO****METODO DEL ACI // FINURA**

<b>Código:</b>	<b>CC-FR-</b>
<b>Versión:</b>	<b>21</b>
<b>Página:</b>	<b>1 de 2</b>
<b>Fecha dis.:</b>	<b>28/05/2021</b>
<b>Fecha</b>	<b>01/06/2021</b>

**LABORATORIO DE CALIDAD (A+C) // INFORME PRELIMINAR**

**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD** : RODHUMA CONSTRUCTORA & CONSULTORIA

**DATOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE**

**INTEGRANTES** : CASTILLO CORONADO KAREN // SAAVEDRA CORDOVA CAMILA CORAL  
**TESIS** : DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PERMEABLE PARA USO EN PAVIMENTO RIGIDO, PIURA 2021  
**TIPO DE CONCRETO** : 350 MS H67 A5  
**FECHA** : ABRIL DEL 2021

**DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO CON RESISTENCIA 350 - BASE**

RESIST. ESPEC.	f <sub>c</sub>	350	kg / cm <sup>2</sup>				
DESV. STAND.	D <sub>s</sub>	29					
RESIST. REQUER.	f <sub>cr</sub>	389	kg / cm <sup>2</sup>				
SLUMP		5"					
AGUA x M3		216	lts	CEMENTO	TIPO MS	415	kg
RELACION A/C	Tabla ACI	0.52		INCIDENCIA	ARENA MAL.	50%	
% DE AIRE	Tabla ACI	3	%		PIEDRA H57	50%	
AIRCON Z		0.04	%	Rel. a/c diseño		0.52	
				Rel. a/c correg.		0.48	

MATERIALES	Cant. x m3 Seco	P. Espes. Seco	V. Absoluto	Absorción %	Humedad %	Cant. x m3 Corregido	
CEMENTO	415	2970	0.140			<b>415</b>	kg
A. MALINGAS	794	2610	0.304	1.350	3.000	<b>818</b>	kg
PIEDRA H67	826	2830	0.292	1.080	0.300	<b>828</b>	kg
AGUA	216	1000	0.216			<b>199</b>	lts
AIRE	3	100	0.032				
AIRCON Z	17	1020	0.016			<b>17</b>	kg
PESO UNITARIO	2,271		1.000			<b>2,277</b>	kg
			1.000				
			A. MALINGAS	50%	PIEDRA H67	50%	

Diseño de mezcla teórico basado en el ACI 211.  
 En producción de planta se harán ajustes de acuerdo a variación ambiental.

**CONTROL DE CALIDAD**

RESPONSABLE:

BACH. JHEFFERSON JAIR CRISANTO ALBERCA  
 CONTROL DE CALIDAD

RESPONSABLE:

ING. JHON UMBO GARCIA  
 JEFE DE PLANTA

**Lunes, 06 de Junio de 2021**

**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO**

METODO DEL ACI // FINURA

Código:	CC-FR-
Versión:	21
Página:	1 de 2
Fecha dis.	28/05/2021
Fecha	01/06/2021

**LABORATORIO DE CALIDAD (A+C) // INFORME PRELIMINAR**

**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD** : RODHUMA CONSTRUCTORA & CONSULTORIA

**DATOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE**

**INTEGRANTES** : CASTILLO CORONADO KAREN // SAAVEDRA CORDOVA CAMILA CORAL  
**TESIS** : DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PERMEABLE PARA USO EN PAVIMENTO RIGIDO, PIURA 2021  
**TIPO DE CONCRETO** : 350 MS H67 A5  
**FECHA** : ABRIL DEL 2021

**DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO CON RESISTENCIA 350 - PERMEABLE I**

RESIST. ESPEC.	f <sub>c</sub>	350	kg / cm <sup>2</sup>				
DESV. STAND.	D <sub>s</sub>	29					
RESIST. REQUER.	f <sub>cr</sub>	389	kg / cm <sup>2</sup>				
SLUMP		5"					
AGUA x M3		216	Its	CEMENTO	TIPO MS	415	kg
RELACION A/C	Tabla ACI	0.52		INCIDENCIA	ARENA MAL.	30%	
% DE AIRE	Tabla ACI	3	%		PIEDRA H67	70%	
AIRCON Z		0.04	%	Rel. a/c diseño	0.52		
				Rel. a/c correg.	0.50		

MATERIALES	Cant. x m3 Seco	P. Espes. Seco	V. Absoluto	Absorción %	Humedad %	Cant. x m3 Corregido	
CEMENTO	415	2970	0.140			<b>415</b>	kg
A. MALINGAS	486	2610	0.186	1.350	3.000	<b>501</b>	kg
PIEDRA H67	1177	2830	0.416	1.080	0.300	<b>1,181</b>	kg
AGUA	216	1000	0.216			<b>206</b>	Its
AIRE	3	100	0.025				
AIRCON Z	17	1020	0.016			<b>17</b>	kg
PESO UNITARIO	2,314		1.000			<b>2,320</b>	kg
			1.000				
			A. MALINGAS	30%	PIEDRA H67	70%	

Diseño de mezcla teórico basado en el ACI 211.  
En producción de planta se harán ajustes de acuerdo a variación ambiental.

**CONTROL DE CALIDAD**

RESPONSABLE:

BACH. JHEFFERSON JAIR CRISANTO ALBERCA  
CONTROL DE CALIDAD

RESPONSABLE:

ING. JHON UMBO GARCIA  
JEFE DE PLANTA

Lunes, 06 de Junio de 2021

**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO****METODO DEL ACI // FINURA**

<b>Código:</b>	<b>CC-FR-</b>
<b>Versión:</b>	<b>21</b>
<b>Página:</b>	<b>1 de 2</b>
<b>Fecha dis.:</b>	<b>28/05/2021</b>
<b>Fecha</b>	<b>01/06/2021</b>

**LABORATORIO DE CALIDAD (A+C) // INFORME PRELIMINAR**

**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD** : RODHUMA CONSTRUCTORA & CONSULTORIA

**DATOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE**

**INTEGRANTES** : CASTILLO CORONADO KAREN // SAAVEDRA CORDOVA CAMILA CORAL  
**TESIS** : DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PERMEABLE PARA USO EN PAVIMENTO RIGIDO, PIURA 2021  
**TIPO DE CONCRETO** : 350 MS H67 A5  
**FECHA** : ABRIL DEL 2021

**DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO CON RESISTENCIA 350 - PERMEABLE II**

RESIST. ESPEC.	f <sub>c</sub>	350	kg / cm <sup>2</sup>				
DESV. STAND.	D <sub>s</sub>	29					
RESIST. REQUER.	f <sub>cr</sub>	389	kg / cm <sup>2</sup>				
SLUMP		5"					
AGUA x M3		216	lts	CEMENTO	TIPO MS	415	kg
RELACION A/C	Tabla ACI	0.52		INCIDENCIA	ARENA MAL	7%	
% DE AIRE	Tabla ACI	4	%		PIEDRA H67	93%	
AIRCON Z		0.04	%	Rel. a/c diseño		0.52	
				Rel. a/c correg.		0.52	

MATERIALES	Cant. x m3 Seco	P. Espes. Seco	V. Absoluto	Absorción %	Humedad %	Cant. x m3 Corregido	
CEMENTO	415	2970	0.140			<b>415</b>	kg
A. MALINGAS	113	2610	0.043	1.350	3.000	<b>117</b>	kg
PIEDRA H67	1547	2830	0.546	1.080	0.300	<b>1,551</b>	kg
AGUA	216	1000	0.216			<b>215</b>	lts
AIRE	4	100	0.038				
AIRCON Z	17	1020	0.016			<b>17</b>	kg
PESO UNITARIO	2,312		1.000			<b>2,315</b>	kg
			1.000				
			A. MALINGAS	7%	PIEDRA H67	93%	

Diseño de mezcla teórico basado en el ACI 211.  
 En producción de planta se harán ajustes de acuerdo a variación ambiental.

**CONTROL DE CALIDAD**

RESPONSABLE:

BACH. JHEFFERSON JAIR CRISANTO ALBERCA  
 CONTROL DE CALIDAD

RESPONSABLE:

ING. JHON UMBO GARCIA  
 JEFE DE PLANTA

Lunes, 06 de Junio de 2021

**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO****METODO DEL ACI // FINURA**

Código:	CC-FR-
Versión:	21
Página:	1 de 2
Fecha dis.:	28/05/2021
Fecha:	01/06/2021

**LABORATORIO DE CALIDAD (A+C) // INFORME PRELIMINAR**

**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD** : RODHUMA CONSTRUCTORA & CONSULTORIA

**DATOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE**

**INTEGRANTES** : CASTILLO CORONADO KAREN // SAAVEDRA CORDOVA CAMILA CORAL  
**TESIS** : DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PERMEABLE PARA USO EN PAVIMENTO RIGIDO, PIURA 2021  
**TIPO DE CONCRETO** : 350 MS H67 A5  
**FECHA** : ABRIL DEL 2021

**DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO CON RESISTENCIA 350 - PERMEABLE III**

RESIST. ESPEC.	f <sub>c</sub>	350	kg / cm <sup>2</sup>				
DESV. STAND.	D <sub>s</sub>	29					
RESIST. REQUER.	f <sub>cr</sub>	389	kg / cm <sup>2</sup>				
SLUMP		5"					
AGUA x M3		216	lts	CEMENTO	TIPO MS	415	kg
RELACION A/C	Tabla ACI	0.52		INCIDENCIA	ARENA MAL.	0%	
% DE AIRE	Tabla ACI	6	%		PIEDRA H67	100%	
AIRCON Z		0.04	%	Rel. a/c diseño	0.52		
				Rel. a/c correg.	0.52		

MATERIALES	Cant. x m3 Seco	P. Espes. Seco	V. Absoluto	Absorción %	Humedad %	Cant. x m3 Corregido	
CEMENTO	415	2970	0.140			415	kg
A. MALINGAS	0	2610	0.000	1.350	3.000	0	kg
PIEDRA H67	1621	2830	0.573	1.080	0.300	1,626	kg
AGUA	216	1000	0.216			217	lts
AIRE	6	100	0.055				
AIRCON Z	17	1020	0.016			17	kg
PESO UNITARIO	2,275		1.000			2,275	kg
			1.000				
			A. MALINGAS	0%	PIEDRA H67	100%	

Diseño de mezcla teórico basado en el ACI 211.  
 En producción de planta se harán ajustes de acuerdo a variación ambiental.

**CONTROL DE CALIDAD**

RESPONSABLE:

BACH. JHEFFERSON JAIR CRISANTO ALBERCA  
 CONTROL DE CALIDAD

RESPONSABLE:

ING. JHON UMBO GARCIA  
 JEFE DE PLANTA

Lunes, 06 de Junio de 2021



### ENSAYO DE ESFUERZO A COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO

SGC-CCCP-DCG-CRP-011

VERSION 01-2021

ASTM C39 / NTP 339.034

2021-SN 01

SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD

Página 2 de 2

INTEGRANTES : CASTILLO CORONADO KAREN // SAAVEDRA CORDOVA CAMILA CORAL

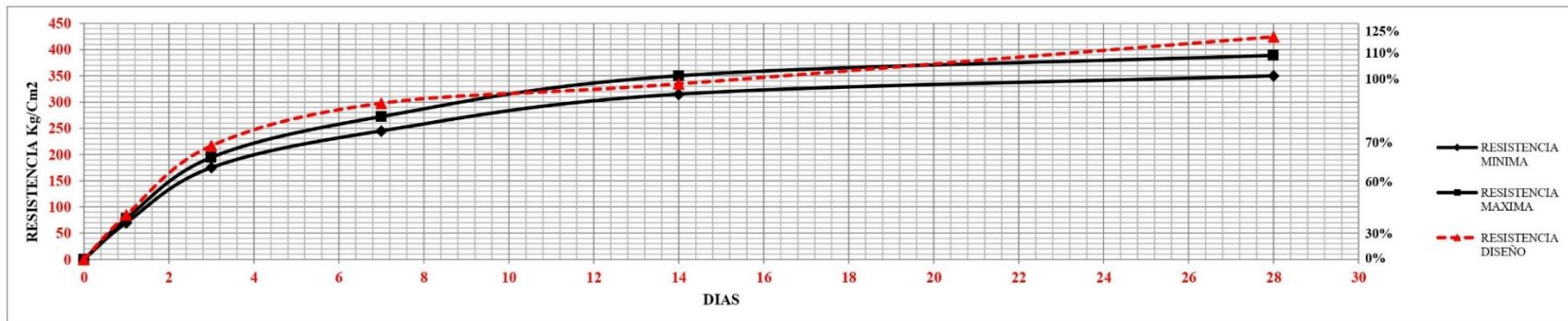
TESIS : DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PERMEABLE PARA USO EN PAVIMENTO RIGIDO, PIURA 2021 □

#### DISEÑO BASE 350 MS H67 A5 (BASE)

IDENTIFICACION			RESISTENCIA A LA COMPRESION A 01 DIAS					RESISTENCIA A LA COMPRESION A 04 DIAS				
FECHA DE MOLDEO	GUIA	ESTRUCTURA	TESTIGO 1 (kg/cm <sup>2</sup> )	TESTIGO 2 (kg/cm <sup>2</sup> )	TESTIGO 3 (kg/cm <sup>2</sup> )	F'c PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )	% ALCANZADO	TESTIGO 4 (kg/cm <sup>2</sup> )	TESTIGO 5 (kg/cm <sup>2</sup> )	TESTIGO 6 (kg/cm <sup>2</sup> )	F'c PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )	% ALCANZADO
07/06/2021	S/N	LABORATORIO	80	85	89	85	24%	210	214	226	217	62%

IDENTIFICACION			RESISTENCIA A LA COMPRESION A 07 DIAS					RESISTENCIA A LA COMPRESION A 14 DIAS				
FECHA DE MOLDEO	GUIA	ESTRUCTURA	TESTIGO 1 (kg/cm <sup>2</sup> )	TESTIGO 2 (kg/cm <sup>2</sup> )	TESTIGO 3 (kg/cm <sup>2</sup> )	F'c PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )	% ALCANZADO	TESTIGO 4 (kg/cm <sup>2</sup> )	TESTIGO 5 (kg/cm <sup>2</sup> )	TESTIGO 6 (kg/cm <sup>2</sup> )	F'c PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )	% ALCANZADO
07/06/2021	S/N	LABORATORIO	295	300	298	298	85%	335	338	331	335	96%

IDENTIFICACION			RESISTENCIA A LA COMPRESION A 28 DIAS				
FECHA DE MOLDEO	GUIA	ESTRUCTURA	TESTIGO 1 (kg/cm <sup>2</sup> )	TESTIGO 2 (kg/cm <sup>2</sup> )	TESTIGO 3 (kg/cm <sup>2</sup> )	F'c PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )	% ALCANZADO
07/06/2021	S/N	LABORATORIO	420	428	425	424	121%



#### DATOS DE PRENSA

Prensa de Concreto (Digital) KAYSACORP

Modelo: STYE 2000

02/12/2020

Nro de Serie: 190162

0921 - CFP - 2020

\* Los resultados presentados han sido obtenidos siguiendo métodos de ensayo normalizados. (ASTM C94/ NTP 339.014)

#### CONTROL DE CALIDAD

RESPONSABLE :

BACH. JHEFFERSON JAIR CRISANTO ALBERCA  
CONTROL DE CALIDAD

RESPONSABLE :

ING. JHON UMBO GARCIA  
JEFE DE PLANTA

martes, 29 de Junio de 2021



**ENSAYO DE ESFUERZO A COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO**

SGC-CCCP-DCG-CRP-011

VERSION 01-2021

ASTM C39 / NTP 339.034

2021-SN 01

SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD

Página 2 de 2

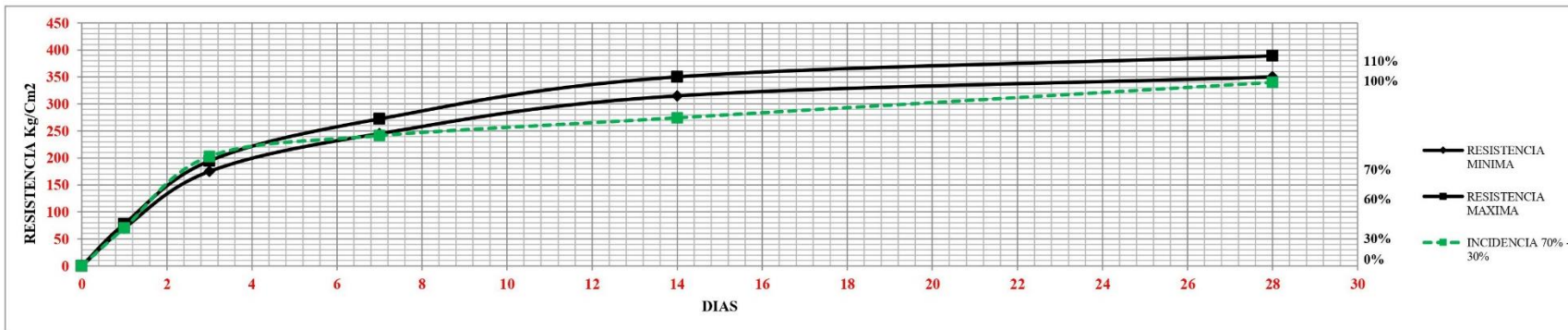
INTEGRANTES : CASTILLO CORONADO KAREN // SAAVEDRA CORDOVA CAMILA CORAL  
 TESIS : DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PERMEABLE PARA USO EN PAVIMENTO RIGIDO, PIURA 2021 □

**DISEÑO BASE PRIMERA INCIDENCIA 350 MS H67 A5 (70%-30%)**

IDENTIFICACION			RESISTENCIA A LA COMPRESION A 01 DIAS					RESISTENCIA A LA COMPRESION A 04 DIAS				
FECHA DE MOLDEO	GUIA	ESTRUCTURA	TESTIGO 1 (kg/cm2)	TESTIGO 2 (kg/cm2)	TESTIGO 3 (kg/cm2)	F'c PROMEDIO (kg/cm2)	% ALCANZADO	TESTIGO 4 (kg/cm2)2	TESTIGO 5 (kg/cm2)22	TESTIGO 6 (kg/cm2)2	F'c PROMEDIO (kg/cm2)2	% ALCANZADO
07/06/2021	S/N	LABORATORIO	70	72	69	70	20%	196	200	212	203	58%

IDENTIFICACION			RESISTENCIA A LA COMPRESION A 07 DIAS					RESISTENCIA A LA COMPRESION A 14 DIAS				
FECHA DE MOLDEO	GUIA	ESTRUCTURA	TESTIGO 1 (kg/cm2)	TESTIGO 2 (kg/cm2)	TESTIGO 3 (kg/cm2)	F'c PROMEDIO (kg/cm2)	% ALCANZADO	TESTIGO 4 (kg/cm2)2	TESTIGO 5 (kg/cm2)22	TESTIGO 6 (kg/cm2)2	F'c PROMEDIO (kg/cm2)2	% ALCANZADO
07/06/2021	S/N	LABORATORIO	245	240	239	241	69%	272	275	276	274	78%

IDENTIFICACION			RESISTENCIA A LA COMPRESION A 28 DIAS				
FECHA DE MOLDEO	GUIA	ESTRUCTURA	TESTIGO 1 (kg/cm2)	TESTIGO 2 (kg/cm2)	TESTIGO 3 (kg/cm2)	F'c PROMEDIO (kg/cm2)	% ALCANZADO
07/06/2021	S/N	LABORATORIO	350	325	345	340	97%



**DATOS DE PRENSA**

Prensa de Concreto (Digital) KAYSACORP

Nro de Serie: 190162

0921 - CFP - 2020

\* Los resultados presentados han sido obtenidos siguiendo métodos de ensayo normalizados. (ASTM C94/ NTP 339.014)

**CONTROL DE CALIDAD**

RESPONSABLE :

RESPONSABLE :

BACH. JHEFFERSON JAIR CRISANTO ALBERCA  
CONTROL DE CALIDAD

ING. JHON UMBO GARCIA  
JEFE DE PLANTA

martes, 29 de Junio de 2021





**ENSAYO DE ESFUERZO A COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO**

SGC-CCCP-DCG-CRP-011

VERSION 01-2021

ASTM C39 / NTP 339.034

2021-SN 01

SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD

Página 2 de 2

INTEGRANTES : CASTILLO CORONADO KAREN // SAAVEDRA CORDOVA CAMILA CORAL

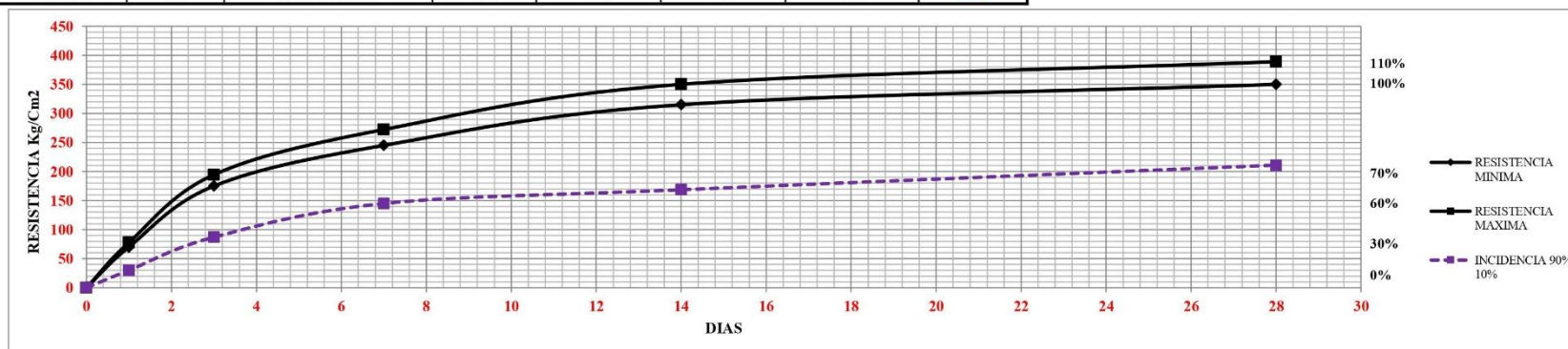
TESIS : DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PERMEABLE PARA USO EN PAVIMENTO RIGIDO, PIURA 2021 □

**DISEÑO BASE SEGUNDA INCIDENCIA 350 MS H67 A5 (90%-10%)**

IDENTIFICACION			RESISTENCIA A LA COMPRESION A 07 DIAS					RESISTENCIA A LA COMPRESION A 14 DIAS				
FECHA DE MOLDEO	GUIA	ESTRUCTURA	TESTIGO 1 (kg/cm2)	TESTIGO 2 (kg/cm2)	TESTIGO 3 (kg/cm2)	F'c PROMEDIO (kg/cm2)	% ALCANZADO	TESTIGO 4 (kg/cm2)2	TESTIGO 5 (kg/cm2)2	TESTIGO 6 (kg/cm2)2	F'c PROMEDIO (kg/cm2)2	% ALCANZADO
07/06/2021	S/N	LABORATORIO	30	15	45	30	9%	101	75	85	87	25%

IDENTIFICACION			RESISTENCIA A LA COMPRESION A 07 DIAS					RESISTENCIA A LA COMPRESION A 14 DIAS				
FECHA DE MOLDEO	GUIA	ESTRUCTURA	TESTIGO 1 (kg/cm2)	TESTIGO 2 (kg/cm2)	TESTIGO 3 (kg/cm2)	F'c PROMEDIO (kg/cm2)	% ALCANZADO	TESTIGO 4 (kg/cm2)2	TESTIGO 5 (kg/cm2)2	TESTIGO 6 (kg/cm2)2	F'c PROMEDIO (kg/cm2)2	% ALCANZADO
07/06/2021	S/N	LABORATORIO	175	120	140	145	41%	198	158	150	169	48%

IDENTIFICACION			RESISTENCIA A LA COMPRESION A 28 DIAS				
FECHA DE MOLDEO	GUIA	ESTRUCTURA	TESTIGO 1 (kg/cm2)	TESTIGO 2 (kg/cm2)	TESTIGO 3 (kg/cm2)	F'c PROMEDIO (kg/cm2)	% ALCANZADO
07/06/2021	S/N	LABORATORIO	210	218	205	211	60%



**DATOS DE PRENSA**

Prensa de Concreto (Digital) KAYSACORP

Modelo: STYE 2000

02/12/2020

Nro de Serie: 190162

0921 - CFP - 2020

\* Los resultados presentados han sido obtenidos siguiendo métodos de ensayo normalizados. (ASTM C94/ NTP 339.014)

**CONTROL DE CALIDAD**

RESPONSABLE :

RESPONSABLE :

BACH. JHEFFERSON JAIR CRISANTO ALBERCA  
CONTROL DE CALIDAD

ING. JHON UMBO GARCIA  
JEFE DE PLANTA

martes, 29 de Junio de 2021



**ENSAYO DE ESFUERZO A COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO**

SGC-CCCP-DCG-CRP-011

VERSION 01-2021

2021-SN 01

Página 2 de 2

ASTM C39 / NTP 339.034

SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD

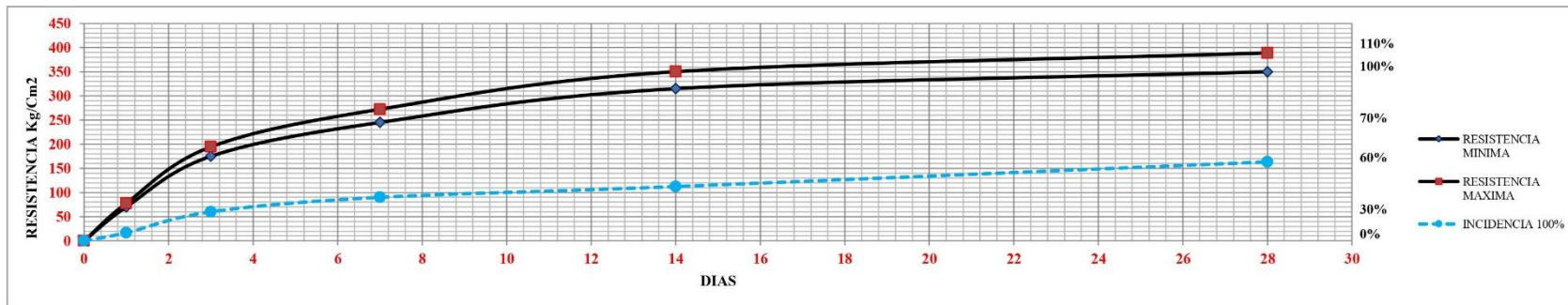
INTEGRANTES : CASTILLO CORONADO KAREN // SAAVEDRA CORDOVA CAMILA CORAL  
 TESIS : DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PERMEABLE PARA USO EN PAVIMENTO RIGIDO, PIURA 2021 □

DISEÑO BASE TERCERA INCIDENCIA 350 MS H67 A5 (100%)

IDENTIFICACION			RESISTENCIA A LA COMPRESION A 01 DIAS					RESISTENCIA A LA COMPRESION A 04 DIAS				
FECHA DE MOLDEO	GULA	ESTRUCTURA	TESTIGO 1 (kg/cm2)	TESTIGO 2 (kg/cm2)	TESTIGO 3 (kg/cm2)	F'c PROMEDIO (kg/cm2)	% ALCANZADO	TESTIGO 4 (kg/cm2)2	TESTIGO 5 (kg/cm2)2	TESTIGO 6 (kg/cm2)2	F'c PROMEDIO (kg/cm2)2	% ALCANZADO
07/06/2021	S/N	LABORATORIO	25	15	10	17	5%	115	40	25	60	17%

IDENTIFICACION			RESISTENCIA A LA COMPRESION A 07 DIAS					RESISTENCIA A LA COMPRESION A 14 DIAS				
FECHA DE MOLDEO	GULA	ESTRUCTURA	TESTIGO 1 (kg/cm2)	TESTIGO 2 (kg/cm2)	TESTIGO 3 (kg/cm2)	F'c PROMEDIO (kg/cm2)	% ALCANZADO	TESTIGO 4 (kg/cm2)2	TESTIGO 5 (kg/cm2)2	TESTIGO 6 (kg/cm2)2	F'c PROMEDIO (kg/cm2)2	% ALCANZADO
07/06/2021	S/N	LABORATORIO	110	85	75	90	26%	95	118	124	112	32%

IDENTIFICACION			RESISTENCIA A LA COMPRESION A 28 DIAS				
FECHA DE MOLDEO	GULA	ESTRUCTURA	TESTIGO 1 (kg/cm2)	TESTIGO 2 (kg/cm2)	TESTIGO 3 (kg/cm2)	F'c PROMEDIO (kg/cm2)	% ALCANZADO
07/06/2021	S/N	LABORATORIO	165	140	185	163	47%



**DATOS DE PRENSA**

Prensa de Concreto (Digital) KAYSACORP

Modelo: STYE 2000

02/12/2020

Nro de Serie: 190162

0921 - CFP - 2020

\* Los resultados presentados han sido obtenidos siguiendo métodos de ensayo normalizados. (ASTM C94/ NIP 339.014)

**CONTROL DE CALIDAD**




RESPONSABLE :

RESPONSABLE :

BACH. JHEFFERSON JAIR CRISANTO ALBERCA  
CONTROL DE CALIDAD

ING. JHON UMBO GARCIA  
JEFE DE PLANTA

martes, 29 de Junio de 2021

	<b>MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD, RENDIMIENTO Y CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO</b>			SGC-CCCP- CCA-DCG-ERCF-012			
				Rev.1			
	ASTM C 136 / NTP 400.017			Fecha: 28/05/2021			
<b>LABORATORIO DE CALIDAD ( I + D )</b>							
<b>Propiedades del Concreto en Estado Fresco y Verificación de Rendimiento</b>							
<b>Fecha:</b>	28/05/2021		<b>Trompo:</b>	COD - 01			
<b>Tesis:</b>	DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PERMEABLE PARA USO EN PAVIMENTO RIGIDO, PIURA 2021		<b>Volumen:</b>	0.03			
<b>Integrantes:</b>	CASTILLO CORONADO KAREN // SAAVEDRA CORDOVA CAMILA CORAL		<b>A/C Real:</b>	<b>0.50</b>			
<b>Diseño</b>	350 MS H57 A5						
<b>Verificación de Rendimiento</b>							
INSUMOS		Peso total cargado (kg)	Volumen cargado	Peso unitario teorico	Peso unitario real	Rendimiento	Correccion de Pesos x m3
<b>COMPONENTES CONCRETO</b>	CEMENTO	10.4	0.03	415			414
	ARENA COMBINADA	22.4	0.03	895			894
	PIEDRA	20.7	0.03	826			825
	AIRCON Z	0.0	0.03	0.00			0.00
	ADITIVO 01	0.0	0.03	0.00			0.00
	ADITIVO 02	0.0	0.03	0.00			0
	AGUA	5.2	0.03	208			208
	<b>Total</b>	59	0.03	2344			2341
<b>Peso Unitario</b>				<b>Slump</b>			
Wolla =	3.412	Kg	5 "				
Vol olla=	0.007014	m <sup>3</sup>	<b>% de Aire</b>				
Tara	3.412	Kg	1.5%				
Tara + Concreto	19.83	Kg	<b>Temperatura</b>				
Neto Concreto	16.42	Kg	28.5 °C				
PU = $\frac{\text{Neto Concreto}}{\text{Volumen}}$							
PU=	2341						
PU=	2341	Kg/m3					
<b>Hora de Medición</b>		14:40:00 p. m.					
<b>Temperatura Ambiente</b>		32.5 °C					
<b>CONTROL DE CALIDAD</b>							
RESPONSABLE :			RESPONSABLE :				
							
BACH. JHEFFERSON JAIR CRISANTO ALBERCA CONTROL DE CALIDAD			ING. JHON UMBO GARCIA JEFE DE PLANTA				
miércoles, 14 de Julio de 2021							



MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD,  
RENDIMIENTO Y CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO

SGC-CCCP- CCA-DCG-ERCF-012

Rev.1

ASTM C 136 / NTP 400.017

Fecha: 1/06/2021

LABORATORIO DE CALIDAD ( I + D )

Propiedades del Concreto en Estado Fresco y Verificación de Rendimiento

Fecha: 1/06/2021 Trompo: COD - 02  
 Tesis: DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PERMEABLE PARA USO EN PAVIMENTO RIGIDO, PIURA 2021 Volumen: 0.03  
 Integrantes: CASTILLO CORONADO KAREN // SAAVEDRA CORDOVA CAMILA A/C Real: **0.50**  
 CORAL  
 Diseño: DISEÑO CONCRETO PERMEABLE 70% - 30%

Verificación de Rendimiento

INSUMOS		Peso total cargado (kg)	Volumen cargado	Peso unitario teórico	Peso unitario real	Rendimiento	Corrección de Pesos x m <sup>3</sup>
COMPONENTES CONCRETO	CEMENTO	10.4	0.03	415			417
	ARENA COMBINADA	12.5	0.03	501			503
	PIEDRA	29.5	0.03	1181			1185
	AIRCON Z	0.4	0.03	17			17
	ADITIVO 01	0.0	0.03	0			0.00
	ADITIVO 02	0.0	0.03	0			0
	AGUA	5.2	0.03	208			209
<b>Total</b>		58	0.03	2322	2331	1.00	2331

Peso Unitario

Slump

Wolla = 4.152 Kg  
 Vol olla= 0.007014 m<sup>3</sup>

Tara 4.152 Kg  
 Tara + Concreto 20.50 Kg  
 Neto Concreto 16.35 Kg

$$PU = \frac{\text{Neto Concreto}}{\text{Volumen}}$$

$$PU = \frac{2331}{1} = 2331$$

$$PU = 2331 \text{ Kg/m}^3$$

2 "

% de Aire

3.0%

Temperatura

29 °C

Hora de Medición 15:15:00 p. m.

Temperatura Ambiente 33.0 °C

CONTROL DE CALIDAD




RESPONSABLE :




BACH. JHEFFERSON JAIR CRISANTO ALBERCA  
 CONTROL DE CALIDAD




RESPONSABLE :




ING. JHON UMBO GARCIA  
 JEFE DE PLANTA

miércoles, 14 de Julio de 2021




	<b>MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD, RENDIMIENTO Y CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO</b>			SGC-CCCP- CCA-DCG-ERCF-012			
				Rev.1			
	ASTM C 136 / NTP 400.017			Fecha: 1/06/2021			
<b>LABORATORIO DE CALIDAD ( I + D )</b>							
<b>Propiedades del Concreto en Estado Fresco y Verificación de Rendimiento</b>							
<b>Fecha:</b>	1/06/2021		<b>Trompo:</b>	COD - 01			
<b>Tesis:</b>	DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PERMEABLE PARA USO EN PAVIMENTO RIGIDO, PIURA 2021		<b>Volumen:</b>	0.03			
<b>Integrantes:</b>	CASTILLO CORONADO KAREN // SAAVEDRA CORDOVA CAMILA CORAL		<b>A/C Real:</b>	<b>0.50</b>			
<b>Diseño</b>	DISEÑO CONCRETO PERMEABLE 90% - 10%						
<b>Verificación de Rendimiento</b>							
INSUMOS		Peso total cargado (kg)	Volumen cargado	Peso unitario teórico	Peso unitario real	Rendimiento	Correcion de Pesos x m3
<b>COMPONENTES CONCRETO</b>	CEMENTO	10.4	0.03	415			362
	ARENA COMBINADA	38.4	0.03	1536			1340
	PIEDRA	4.4	0.03	176			154
	AIRCON Z	0.4	0.03	17			15
	ADITIVO 01	0.0	0.03	0			0.00
	ADITIVO 02	0.0	0.03	0			0
	AGUA	5.2	0.03	208			181
<b>Total</b>		59	0.03	2352	2086	1.13	2051
<b>Peso Unitario</b>				<b>Slump</b>			
Wolla -	3.412	Kg	0 "				
Vol olla-	0.007014	m <sup>3</sup>	<b>% de Aire</b>				
Tara	3.412	Kg	15.5%				
Tara + Concreto	18.04	Kg	<b>Temperatura</b>				
Neto Concreto	14.63	Kg	27.5 °C				
$PU = \frac{\text{Neto Concreto}}{\text{Volumen}}$							
$PU = \frac{2086}{}$							
$PU = 2086 \text{ Kg/m}^3$							
<b>CONTROL DE CALIDAD</b>							
RESPONSABLE :			RESPONSABLE :				
							
BACH. JHEFFERSON JAIR CRISANTO ALBERCA CONTROL DE CALIDAD			ING. JHON UMBO GARCIA JEFE DE PLANTA				
miércoles, 14 de Julio de 2021							

	<b>MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD, RENDIMIENTO Y CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO</b>			SGC-CCCP- CCA-DCG-ERCF-012						
				Rev.1						
ASTM C 136 / NTP 400.017			Fecha: 1/06/2021							
<b>LABORATORIO DE CALIDAD ( I + D )</b>										
<b>Propiedades del Concreto en Estado Fresco y Verificación de Rendimiento</b>										
<b>Fecha:</b>	1/06/2021		<b>Trompo:</b>	COD - 01						
<b>Tesis:</b>	DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PERMEABLE PARA USO EN PAVIMENTO RIGIDO, PIURA 2021		<b>Volumen:</b>	0.03						
<b>Integrantes:</b>	CASTILLO CORONADO KAREN // SAAVEDRA CORDOVA CAMILA CORAL		<b>A/C Real:</b>	<b>0.50</b>						
<b>Diseño</b>	DISEÑO CONCRETO PERMEABLE 100%									
<b>Verificación de Rendimiento</b>										
INSUMOS		Peso total cargado (kg)	Volumen cargado	Peso unitario teórico	Peso unitario real	Rendimiento	Corrección de Pesos x m3			
<b>COMPONENTES CONCRETO</b>	CEMENTO	10.4	0.03	415			351			
	ARENA COMBINADA	41.7	0.03	1669			1411			
	PIEDRA	0.0	0.03	0			0			
	AIRCON Z	0.4	0.03	17			14			
	ADITIVO 01	0.0	0.03	0			0.00			
	ADITIVO 02	0.0	0.03	0			0			
	AGUA	5.2	0.03	208			176			
<b>Total</b>		58	0.03	2309	2000	1.15	1952			
<b>Peso Unitario</b>				<b>Slump</b>						
Wolla -	3.412	Kg	6 "							
Vol olla-	0.007014	m <sup>3</sup>								
Tara	3.412	Kg	<b>% de Aire</b>							
Tara + Concreto	17.44	Kg	25.0%							
Neto Concreto	14.03	Kg								
$PU = \frac{\text{Neto Concreto}}{\text{Volumen}}$			<b>Temperatura</b>							
$PU = \frac{2000}{\quad}$			28.2 °C							
$PU = 2000 \text{ Kg/m}^3$										
<table border="1"> <tr> <td><b>Hora de Medición</b></td> <td>13:15:00 p. m.</td> </tr> <tr> <td><b>Temperatura Ambiente</b></td> <td>30.2 °C</td> </tr> </table>		<b>Hora de Medición</b>	13:15:00 p. m.	<b>Temperatura Ambiente</b>	30.2 °C					
<b>Hora de Medición</b>	13:15:00 p. m.									
<b>Temperatura Ambiente</b>	30.2 °C									
<b>CONTROL DE CALIDAD</b>										
RESPONSABLE :			RESPONSABLE :							
										
BACH. JHEFFERSON JAIR CRISANTO ALBERCA CONTROL DE CALIDAD			ING. JHON UMBO GARCIA JEFE DE PLANTA							
miércoles, 14 de Julio de 2021										

	<b>DETERMINACION DEL COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD</b>	SGC-CCCP- CCA-DCG-ERCF-012																																										
		Rev.1																																										
		Fecha: 4/06/2021																																										
<b>LABORATORIO DE CALIDAD ( I + D )</b>																																												
<b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD : RODHUMA CONSTRUCTORA &amp; CONSULTORIA</b>																																												
<b>DATOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE</b>																																												
<b>INTEGRANTES</b>	: CASTILLO CORONADO KAREN // SAAVEDRA CORDOVA CAMILA CORAL																																											
<b>TESIS</b>	: DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PERMEABLE PARA USO EN PAVIMENTO RIGIDO, PIURA 2021																																											
<b>TIPO DE CONCRETO</b>	: 350 MS H67 A5																																											
<b>FECHA</b>	: ABRIL DEL 2021																																											
<b>DATOS DE DISEÑO</b>																																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Diseño</th> <th>Dos. A°G° %</th> <th>Dos. A°F° %</th> <th>% Aire</th> <th>Slump</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>I</td> <td>70%</td> <td>30%</td> <td>3</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table>			Diseño	Dos. A°G° %	Dos. A°F° %	% Aire	Slump	I	70%	30%	3	2																																
Diseño	Dos. A°G° %	Dos. A°F° %	% Aire	Slump																																								
I	70%	30%	3	2																																								
<b>DATOS DE LA PROBETA DE ENSAYO</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Diámetro Cm.</th> <th>Área cm<sup>2</sup></th> <th>Altura L. cm.</th> <th>Volumen dm<sup>3</sup></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6.7</td> <td>35.26</td> <td>46.5</td> <td>1.64</td> </tr> </tbody> </table>			Diámetro Cm.	Área cm <sup>2</sup>	Altura L. cm.	Volumen dm <sup>3</sup>	6.7	35.26	46.5	1.64																																		
Diámetro Cm.	Área cm <sup>2</sup>	Altura L. cm.	Volumen dm <sup>3</sup>																																									
6.7	35.26	46.5	1.64																																									
$k = 2,3 \frac{a.L}{A.\Delta t} \cdot \log \frac{h1}{h2}$	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="font-size: 3em; margin-right: 10px;">}</div> <div> <p><b>K.-</b> Coeficiente de permeabilidad (cm/seg.)</p> <p><b>a.-</b> Sección transversal del tubo de carga (cm<sup>2</sup>)</p> <p><b>L.-</b> Longitud de la muestra (cm.)</p> <p><b>A.-</b> Sección de la muestra (cm<sup>2</sup>)</p> <p><b>t.-</b> tiempo del ensayo (seg.)</p> <p><b>h1.-</b> Altura del agua al comienzo del ensayo (cm.)</p> <p><b>h2.-</b> Altura del agua finalizado el ensayo (cm.)</p> </div> </div>																																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nº de Ensayo</th> <th>Altura inicial h1 (cm.)</th> <th>Altura final h2 (cm.)</th> <th>Tiempo t. (seg.)</th> <th>Vol H2O (ml) drenado</th> <th>Tº H2OºC</th> <th>obs.-</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>45</td> <td>40</td> <td>7200</td> <td>5</td> <td>21</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>45</td> <td>41</td> <td>7200</td> <td>4</td> <td>21</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>45</td> <td>42</td> <td>7200</td> <td>3</td> <td>21</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>45</td> <td>42</td> <td>7200</td> <td>3</td> <td>20</td> <td></td> </tr> <tr> <td>PROM.-</td> <td>45</td> <td>41.25</td> <td>7200</td> <td>4</td> <td>20.75</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Nº de Ensayo	Altura inicial h1 (cm.)	Altura final h2 (cm.)	Tiempo t. (seg.)	Vol H2O (ml) drenado	Tº H2OºC	obs.-	1	45	40	7200	5	21		2	45	41	7200	4	21		3	45	42	7200	3	21		4	45	42	7200	3	20		PROM.-	45	41.25	7200	4	20.75	
Nº de Ensayo	Altura inicial h1 (cm.)	Altura final h2 (cm.)	Tiempo t. (seg.)	Vol H2O (ml) drenado	Tº H2OºC	obs.-																																						
1	45	40	7200	5	21																																							
2	45	41	7200	4	21																																							
3	45	42	7200	3	21																																							
4	45	42	7200	3	20																																							
PROM.-	45	41.25	7200	4	20.75																																							
<p style="text-align: center;"><b>K = 0.00056 cm/seg</b></p> <p style="text-align: center;"><b>K = 5.2E-10 m3/seg</b></p>																																												
<b>CONTROL DE CALIDAD</b>																																												
RESPONSABLE:  BACH. JHEFFERSON JAIR CRISANTO ALBERCA CONTROL DE CALIDAD		RESPONSABLE:  ING. JHON UMBO GARCIA JEFE DE PLANTA																																										
<b>Lunes, 06 de Junio de 2021</b>																																												

	<b>DETERMINACION DEL COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD</b>	SGC-CCCP-CCA-DCG-ERCF-012																																														
		Rev.1																																														
		Fecha: 4/06/2021																																														
<b>LABORATORIO DE CALIDAD ( I + D )</b>																																																
<b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD : RODHUMA CONSTRUCTORA &amp; CONSULTORIA</b>																																																
<b>DATOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE</b>																																																
<b>INTEGRANTES</b>	: CASTILLO CORONADO KAREN // SAAVEDRA CORDOVA CAMILA CORAL																																															
<b>TESIS</b>	: DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PERMEABLE PARA USO EN PAVIMENTO RIGIDO, PIURA 2021																																															
<b>TIPO DE CONCRETO</b>	: 350 MS H67 A5																																															
<b>FECHA</b>	: ABRIL DEL 2021																																															
<b>DATOS DE DISEÑO</b>																																																
<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>Diseño</th> <th>Dos. A°G° %</th> <th>Dos. A°F° %</th> <th>% Aire</th> <th>Slump</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>II</td> <td>90%</td> <td>10%</td> <td>15</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>					Diseño	Dos. A°G° %	Dos. A°F° %	% Aire	Slump	II	90%	10%	15	0																																		
Diseño	Dos. A°G° %	Dos. A°F° %	% Aire	Slump																																												
II	90%	10%	15	0																																												
<b>DATOS DE LA PROBETA DE ENSAYO</b> <table border="1" style="width: 100%; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th>Diámetro Cm.</th> <th>Área cm<sup>2</sup></th> <th>Altura L. cm.</th> <th>Volumen dm<sup>3</sup></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">6.7</td> <td style="text-align: center;">35.26</td> <td style="text-align: center;">46.5</td> <td style="text-align: center;">1.64</td> </tr> </tbody> </table>					Diámetro Cm.	Área cm <sup>2</sup>	Altura L. cm.	Volumen dm <sup>3</sup>	6.7	35.26	46.5	1.64																																				
Diámetro Cm.	Área cm <sup>2</sup>	Altura L. cm.	Volumen dm <sup>3</sup>																																													
6.7	35.26	46.5	1.64																																													
$k = 2,3 \frac{a.L}{A.\Delta t} \cdot \log_2 \frac{h1}{h2}$ <div style="display: flex; align-items: center; margin-top: 10px;"> <div style="font-size: 2em; margin-right: 10px;">}</div> <div> <p><b>K.-</b> Coeficiente de permeabilidad (cm/seg.)</p> <p><b>a.-</b> Sección transversal del tubo de carga (cm<sup>2</sup>)</p> <p><b>L.-</b> Longitud de la muestra (cm.)</p> <p><b>A.-</b> Sección de la muestra (cm<sup>2</sup>)</p> <p><b>t.-</b> tiempo del ensayo (seg.)</p> <p><b>h1.-</b> Altura del agua al comienzo del ensayo (cm.)</p> <p><b>h2.-</b> Altura del agua finalizado el ensayo (cm.)</p> </div> </div>																																																
<table border="1" style="width: 100%; margin-top: 20px;"> <thead> <tr> <th>N° de Ensayo</th> <th>Altura inicial h1 (cm.)</th> <th>Altura final h2 (cm.)</th> <th>Tiempo t. (seg.)</th> <th>Vol H2O (ml) drenado</th> <th>T° H2O°C</th> <th>obs.-</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>45</td> <td>0.005</td> <td>23</td> <td>1000</td> <td>21</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>45</td> <td>0.005</td> <td>22</td> <td>1000</td> <td>19</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>45</td> <td>0.000</td> <td>21</td> <td>1000</td> <td>21</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>45</td> <td>0.000</td> <td>24</td> <td>1000</td> <td>20</td> <td></td> </tr> <tr> <td>PROM.-</td> <td>45</td> <td>0.0025</td> <td>23</td> <td>1000</td> <td>20.25</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center; margin-top: 10px;"> <b>K = 20.22672864 cm/seg</b>  <b>K = 4.44444E-05 m3/seg</b> </p>							N° de Ensayo	Altura inicial h1 (cm.)	Altura final h2 (cm.)	Tiempo t. (seg.)	Vol H2O (ml) drenado	T° H2O°C	obs.-	1	45	0.005	23	1000	21		2	45	0.005	22	1000	19		3	45	0.000	21	1000	21		4	45	0.000	24	1000	20		PROM.-	45	0.0025	23	1000	20.25	
N° de Ensayo	Altura inicial h1 (cm.)	Altura final h2 (cm.)	Tiempo t. (seg.)	Vol H2O (ml) drenado	T° H2O°C	obs.-																																										
1	45	0.005	23	1000	21																																											
2	45	0.005	22	1000	19																																											
3	45	0.000	21	1000	21																																											
4	45	0.000	24	1000	20																																											
PROM.-	45	0.0025	23	1000	20.25																																											
<b>CONTROL DE CALIDAD</b>																																																
RESPONSABLE:  <hr/> BACH. JHEFFERSON JAIR CRISANTO ALBERCA <b>CONIROL DE CALIDAD</b>			RESPONSABLE:  <hr/> ING. JHON UMBO GARCIA <b>JEFE DE PLANTA</b>																																													
<b>Lunes, 06 de Junio de 2021</b>																																																



	<b>DETERMINACION DEL COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD</b>	SGC-CCCP- CCA-DCG-ERCF-012																																										
		Rev.1																																										
		Fecha: 4/06/2021																																										
<b>LABORATORIO DE CALIDAD ( I + D )</b>																																												
<b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD</b> : RODHUMA CONSTRUCTORA & CONSULTORIA																																												
<b>DATOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE</b>																																												
<b>INTEGRANTES</b> <b>TESIS</b> <b>TIPO DE CONCRETO</b> <b>FECHA</b>	: CASTILLO CORONADO KAREN // SAAVEDRA CORDOVA CAMILA CORAL : DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PERMEABLE PARA USO EN PAVIMENTO RIGIDO, PIURA 2021 : 350 MS H67 A5 : ABRIL DEL 2021																																											
<b>DATOS DE DISEÑO</b>																																												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Diseño</th> <th>Dos. A°G° %</th> <th>Dos. A°F° %</th> <th>% Aire</th> <th>Slump</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>III</td> <td>100%</td> <td>0%</td> <td>15</td> <td>6</td> </tr> </tbody> </table>			Diseño	Dos. A°G° %	Dos. A°F° %	% Aire	Slump	III	100%	0%	15	6																																
Diseño	Dos. A°G° %	Dos. A°F° %	% Aire	Slump																																								
III	100%	0%	15	6																																								
<b>DATOS DE LA PROBETA DE ENSAYO</b>																																												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Diámetro Cm.</th> <th>Área cm<sup>2</sup></th> <th>Altura L. cm.</th> <th>Volumen dm<sup>3</sup></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6.7</td> <td>35.26</td> <td>46.5</td> <td>1.64</td> </tr> </tbody> </table>			Diámetro Cm.	Área cm <sup>2</sup>	Altura L. cm.	Volumen dm <sup>3</sup>	6.7	35.26	46.5	1.64																																		
Diámetro Cm.	Área cm <sup>2</sup>	Altura L. cm.	Volumen dm <sup>3</sup>																																									
6.7	35.26	46.5	1.64																																									
$k = 2,3 \frac{a.L}{A.\Delta t} \log. \frac{h1}{h2}$ <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg); font-size: small; margin-right: 10px;">ALBERCA</div> <div style="font-size: 3em; margin-right: 10px;">}</div> <div> <p><b>K</b>- Coeficiente de permeabilidad (cm/seg.)</p> <p><b>a</b>- Sección transversal del tubo de carga (cm<sup>2</sup>)</p> <p><b>L</b>- Longitud de la muestra (cm.)</p> <p><b>A</b>- Sección de la muestra (cm<sup>2</sup>)</p> <p><b>t</b>- tiempo del ensayo (seg.)</p> <p><b>h1</b>- Altura del agua al comienzo del ensayo (cm.)</p> <p><b>h2</b>- Altura del agua finalizado el ensayo (cm.)</p> </div> </div>																																												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>N° de Ensayo</th> <th>Altura inicial h1 (cm.)</th> <th>Altura final h2 (cm.)</th> <th>Tiempo t. (seg.)</th> <th>Vol H2O (ml) drenado</th> <th>T° H2O°C</th> <th>obs.-</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>45</td> <td>0.001</td> <td>18</td> <td>1000</td> <td>21</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>45</td> <td>0.001</td> <td>17</td> <td>1000</td> <td>20</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>45</td> <td>0.000</td> <td>17</td> <td>1000</td> <td>21</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>45</td> <td>0.000</td> <td>18</td> <td>1000</td> <td>20</td> <td></td> </tr> <tr> <td>PROM.-</td> <td>45</td> <td>0.0005</td> <td>18</td> <td>1000</td> <td>20.5</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			N° de Ensayo	Altura inicial h1 (cm.)	Altura final h2 (cm.)	Tiempo t. (seg.)	Vol H2O (ml) drenado	T° H2O°C	obs.-	1	45	0.001	18	1000	21		2	45	0.001	17	1000	20		3	45	0.000	17	1000	21		4	45	0.000	18	1000	20		PROM.-	45	0.0005	18	1000	20.5	
N° de Ensayo	Altura inicial h1 (cm.)	Altura final h2 (cm.)	Tiempo t. (seg.)	Vol H2O (ml) drenado	T° H2O°C	obs.-																																						
1	45	0.001	18	1000	21																																							
2	45	0.001	17	1000	20																																							
3	45	0.000	17	1000	21																																							
4	45	0.000	18	1000	20																																							
PROM.-	45	0.0005	18	1000	20.5																																							
<p style="text-align: center;"><b>K = 30.27749922 cm/seg</b></p> <p style="text-align: center;"><b>K = 5.71429E-05 m3/seg</b></p>																																												
<b>CONTROL DE CALIDAD</b>																																												
RESPONSABLE:  <hr/> BACH. JHEFFERSON JAIR CRISANTO ALBERCA CONTROL DE CALIDAD		RESPONSABLE:  <hr/> ING. JHON UMBO GARCIA JEFE DE PLANTA																																										
<b>Lunes, 06 de Junio de 2021</b>																																												