



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Uso del concreto permeable en pavimentos para mejorar el sistema de drenaje  
en las vías de Villa María del Triunfo 2019

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

**AUTOR:**

Br. Tarrillo Ruiz, Jordin (ORCID: 0000-0002-9844-0818)

**ASESOR:**

Dr. Córdova Salcedo, Felimón Domingo (ORCID: 0000-0003-0338-5156)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LIMA - PERÚ**

**2019**

## **Dedicatoria**

En primer lugar, a Dios por haberme dado vida y salud.

A mis padres, por todo el apoyo, amor y valores que me brindan en todo momento de mi vida, haciéndome una persona de bien.

A todas las personas que me apoyaron, abriéndome las puertas y compartiendo conocimiento para que este trabajo sea realizado con éxito.

## **Agradecimiento**

Primero agradecer a Dios por bendecirme y cuidarme siempre.

A si también agradecer a mi familia por estar conmigo en los peores momentos, gracias también a mi Universidad por ser sedé de todos los conocimientos que adquirí y brindarme las mejores experiencias y convertirme en un profesional en la carrera que escogí, y a cada uno de los docentes que me brindaron una formación integral durante todos estos años, fortaleciendo todo este proceso.

## **Página del jurado**

### **Declaratoria de autenticidad**

Yo, Jordin Tarrillo Ruiz, estudiante de la escuela profesional de Ingeniería Civil de la facultad de Ingeniería de la Universidad César Vallejo, identificado con DNI N° 73378782; a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, declaro bajo juramento que la tesis es de mi autoría y que toda la documentación, datos e información que en ella se presenta es veraz y auténtica.

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

Lima, julio del 2019



---

Jordin Tarrillo Ruiz

## Índice

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Página del jurado .....	iv
Declaratoria de autenticidad.....	v
Índice.....	vi
Índice de figuras .....	vii
Índice de tablas .....	viii
Resumen .....	ix
Abstract.....	x
I INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA .....	1
1.2 TRABAJOS PREVIOS.....	3
1.3 TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA.....	7
1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	20
1.5 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....	21
1.6 HIPÓTESIS .....	22
1.7 OBJETIVOS .....	23
II. MÉTODOS.....	25
2.2 Operacionalización de variables .....	26
2.3 Población, muestra y muestreo.....	29
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	30
2.5. Método de análisis de datos.....	31
2.6. Aspectos éticos .....	32
III. RESULTADOS .....	33
IV. DISCUSIÓN .....	49
V. CONCLUSIONES.....	51
VI. RECOMENDACIONES.....	52
REFERENCIAS.....	53
ANEXOS .....	58

## Índice de figuras

Figura 1 Inundaciones en Villa María del Triunfo .....	2
Figura 2 Pavimento permeable .....	8
Figura 3 Aplicaciones del concreto poroso .....	14
Figura 4 Equipo de ensayo de permeabilidad .....	16
Figura 5 Funcionamiento del concreto permeable. ....	19
Figura 6 Resistencia a la flexión con relación a la resistencia a la compresión .....	42
Figura 7 Resistencia a la flexión con relación a la resistencia sin agregado fino.....	43
Figura 8 Modulo de rotura normalizadas. ....	44
Figura 9 Modulo de Rotura alcanzados por el concreto permeable. ....	44
Figura 10 Relación del Porcentaje de Vacíos y la Resistencia a Compresión. ....	45
Figura 11 Progreso de las resistencias a la compresión del concreto poroso .....	46
Figura 12 Progreso de las resistencias a la flexión del concreto poroso .....	46
Figura 13 Permeabilidad en relación al Porcentaje de Vacíos. ....	48
Figura 14 Volúmenes de la precipitación en Lima Sur en los últimos años. ....	50

## Índice de tablas

Tabla 1 Operacionalización de variables (Fuente: Elaboración propia).....	28
Tabla 2 Parámetros iniciales de diseño de mezcla con agregado fino.....	34
Tabla 3 Criterios iniciales de diseño de mezcla sin agregado fino.....	34
Tabla 4 Dosificación de mezcla de concreto permeable con agregado fino. ....	35
Tabla 5 Dosificación de mezcla de concreto permeable sin agregado fino.....	35
Tabla 6 Resistencia a la compresión a los7 días con agregado fino.....	36
Tabla 7 Resistencia a la compresión a los14 días con agregado fino.....	37
Tabla 8 Resistencia a la compresión a los28 días con agregado fino.....	37
Tabla 9 Resistencia a la compresión a los7 días sin agregado fino.....	38
Tabla 10 Resistencia a la compresión a los 14 días sin agregado fino.....	38
Tabla 11 Resistencia a la compresión a los 28 días sin agregado fino.....	38
Tabla 12 Resistencia a la flexión a los7 días con agregado fino.....	39
Tabla 13 Resistencia a la flexión a los14 días con agregado fino.....	40
Tabla 14 Resistencia a la flexión a los 28 días con agregado fino.....	40
Tabla 15 Resistencia a la flexión a los7 días sin agregado fino.....	41
Tabla 16 Resistencia a la flexión a los 14 días sin agregado fino.....	41
Tabla 17 Resistencia a la flexión a los 28 días sin agregado fino.....	41
Tabla 18 Coeficiente de permeabilidad del concreto permeable con agregado fino.....	47
Tabla 19 Coeficiente de permeabilidad del concreto permeable sin agregado fino.....	47
Tabla 20 Permeabilidad del concreto permeable.....	51

## Resumen

Las intensas precipitaciones que se han presentado en los últimos años en épocas de invierno en Villa María del Triunfo y un sistema de drenaje en muy mal estado, provocan un incremento en el caudal de agua que además de saturar los alcantarillados pluviales, convierte las calles de nuestra ciudad en verdaderos ríos. Impedir que las aguas pluviales se acumulen en gran cantidad sobre la capa de rodadura de los pavimentos rígidos es posible, haciendo uso de una capa constituida por Concreto Permeable.

La investigación realizada en la presente Tesis, busca determinar si el comportamiento del concreto permeable mejora el sistema de drenaje en el A.H José Bernardo Alcedo en V.M.T., y que cumpla con propiedades mecánicas adecuadas para poder ser utilizado como capa de rodadura en pavimentos rígido.

El desempeño estructural e hidráulico del concreto permeable es cuantificado a través de sus propiedades de resistencia y permeabilidad, respectivamente, de acuerdo al ACI 522R-10 y a las pruebas de ensayo de ASTM. Parar ello, se elaboraron ocho probetas de 6" x 12" para el ensayo de resistencia a la compresión (ASTM C39 y ACI 522R-10); tres probetas de 4" x 8" para el ensayo de permeabilidad (ACI 522R-10), y dos vigas para el ensayo de resistencia a la tracción por flexión (ASTM C 78). En el diseño de mezclas se han tomado como variables el porcentaje de vacíos. El ensayo de permeabilidad se realizó de acuerdo a lo sugerido por el ACI 522R-10 para lo cual se realizó la construcción de un permeámetro de carga variable y se obtuvo el coeficiente de permeabilidad por la Ley de Darcy.

Palabras Clave: Concreto Permeable, Resistencia, Compresión, Flexión, Permeabilidad.

## **Abstract**

The intense rainfall that has occurred in recent years in times of winter in Villa María del Triunfo and a drainage system in very poor condition, cause an increase in the flow of water that in addition to saturate the storm drains, converts the streets of our city in real rivers. Preventing rainwater from accumulating in large quantities on the tread layer of rigid pavements is possible, making use of a layer made of Permeable Concrete.

The research carried out in this thesis, seeks to determine if the behavior of the pervious concrete improves the drainage system in A.H José Bernardo Alcedo in V.M.T., and that it has adequate mechanical properties to be used as a rolling layer in rigid pavements.

The structural and hydraulic performance of the pervious concrete is quantified through its resistance and permeability properties, respectively, in accordance with the ACI 522R-10 and the ASTM test tests. To stop this, eight 6 "x 12" specimens were prepared for the compressive strength test (ASTM C39 and ACI 522R-10); three test pieces of 4 "x 8" for the permeability test (ACI 522R-10), and two beams for the test of tensile strength by bending (ASTM C 78). In the design of mixtures the percentage of voids have been taken as variables. The permeability test was carried out according to what was suggested by the ACI 522R-10 for which the construction of a variable load permeameter was performed and the permeability coefficient was obtained by Darcy's Law.

**Keywords:** Permeable Concrete, Resistance, Compression, Flexion, Permeability.

# **I INTRODUCCIÓN**

## **1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA**

Es sabida la tendencia de la población a desplazarse de zonas rurales hacia zonas urbanas. En el presente más del 50 % de los habitantes en el mundo vive en zonas urbanas, habiéndose acrecentado más del 80 % en los últimos 20 años.

Al transcurrir los años, muchos avances en la hidrología urbana se han conseguido debido al estudio de los vínculos entre el ciclo del agua y la ciudad (Torres Abello, 2004). La idea de los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible, aparece en Estados Unidos y Europa a inicios de los 80, como un modo de opción al drenaje de aguas pluviales usual. Esta idea posee como fin minorar los daños que provoca el ciclo del agua provenientes del desarrollo urbano e innovar la idea de que las aguas pluviales puede ser un desagradable problema que se remedia abatiéndose de ellas apresuradamente, atrapándolas y llevándolas hacia alguna parte aguas abajo (CIRIA, 2007).

El mejoramiento del estado del medio ambiente y la forma del concreto se ajustan en el concreto permeable, este concreto que está formado por cemento y agregados como refuerzo, y que tiene como función más importante, la de poder que agua filtre por toda su estructura, proporcionando un acumulamiento hasta su habilita miento posterior. (Vélez, 2010)

Los elevados porcentajes de acumulación de las precipitaciones diarias en escasos días, pueden lograr aumentar el potencial de erosión, inestabilidad de laderas y riesgo de inundaciones, siendo estos problemas muy usuales en el Perú, por ello es esencial el conocimiento acerca de la lluvia a nivel diario, y el nivel de agresividad en suelos con poca o mucha vegetación. La más elevada acumulación de precipitación, interpretada por una proporción de la precipitación anual total, en unos escasos días de lluvia, tiene un potencial de provocar inundaciones y sequias. Como resultado puede provocar que la superficie del suelo sea más inerte a la erosión y aumentar la inestabilidad de la pendiente.

Al seguir aumentando el crecimiento de las ciudades, también aumenta la superficie impermeabilizada y el volumen de escorrentía producido es mayor, por lo que se producen sobrecargas en las redes pluviales pudiendo llegar a provocar reboses e inundaciones. Por lo que podemos ver el sistema convencional no es acorde con el desarrollo urbano. Así también,

cuanto más grande es la superficie impermeabilizada, más pequeña son las cantidades de agua que se puede infiltrar y más grande es el volumen de escorrentía ocasionado, generando un caudal pico muy alto (de 2 a 10 veces mayor que el del estado natural), en un momento determinado. Este acontecimiento hace que los colectores pluviales se diseñen para que puedan acoger este caudal, por lo que conllevaría a un costo económico mayor, que se podría haber evitado si el agua hubiera empezado a infiltrarse desde el instante en que tocó la superficie del suelo.

En cualquier parte de Villa María del Triunfo, en época de invierno, las acumulaciones de agua en las veredas y calles, provenientes de las lluvias, provocan problemas de comodidad y seguridad para el tráfico (figura 1.1), tanto en peatones como para los vehículos; disminución del coeficiente de deslizamiento, resbalones, pérdidas de visibilidad, salpicaduras, etc. Siendo un problema más grande la pérdida de valor que sufre el agua de lluvia en la ciudad sin haber sido utilizada.



Figura 1 Inundaciones en Villa María del Triunfo (Fuente: BHTV Noticias)

Por otro lado, hasta el año 2002, los estudios del concreto permeable, se simplificaban a investigaciones autónomas de instituciones privadas y universidades, más aun, todavía no existía una metodología de ensayos y ni un método estandarizado único de criterios de diseño. Recién para ese mismo año, el ACI 522R-02 hace una publicación de un informe sobre su diseño, aplicación, ensayos, métodos de obrar e inspeccionar. Luego el subcomité ASTM C09.49, para el año 2009, publica el procedimiento de los ensayos de flexión, compresión, infiltración y contenido de vacíos/peso unitario del concreto poroso.

El concreto poroso en el Perú es parcialmente nuevo, se han hecho muy pocos ensayos y

estudios. Aunque, no hace mucho se ha utilizado este concreto poroso en Huachipa, en el revestimiento de las tuberías en la planta de tratamiento de agua construido en el año 2011. Luego la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) junto con la Universidad San Agustín de Arequipa, en el año 2013, desarrollaron un estudio con el objetivo primordial de estudiar la colmatación en este tipo de concreto (Aire Untiveros, y otros, 2013).

La presente investigación abarca el análisis del uso del concreto permeable, evaluando su comportamiento en sistemas de pavimentación en vías locales y pavimentos especiales, así como su uso como drenaje pluvial.

A si mismo este proyecto se llevara a cabo para poder brindar una alternativa de solución al problema de inundaciones pluviales que atraviesa el distrito de Villa María del Triunfo todos los años en la temporada de invierno, promoviendo el uso del concreto poroso como un sistema de drenaje sostenible.

## **1.2 TRABAJOS PREVIOS**

### **Trabajos Previos Nacionales**

(Guizado Barrios, y otros, 2017), en su investigación la cual tiene por título “*Evaluación del concreto permeable como una alternativa para el control de las aguas pluviales en vías locales y pavimentos especiales de la costa noroeste del Perú*”. El propósito general del estudio es ayudar con la investigación del concreto poroso como alternativa de un mejor control de las aguas pluviales en vías locales y pavimentos especiales de la costa norte del Perú. En síntesis, en este estudio, se llegó a deducir que es factible realizar concreto poroso que efectúe con las características de aguante para la aplicación en vías locales y pavimentos especiales de la CE.010.

(Alcalde Paredes, 2015), en su investigación que tiene por título “*Estimación del agregado procedente de la cantera Rio Cajamarquino para la realización de concreto permeable para pavimento rígido, Cajamarca 2015*”. Teniendo como objetivo examinar un agregado procedente de la cantera “Río Cajamarquino” para decidir si sus propiedades físico – mecánicas dejan elaborar un concreto poroso que satisfaga la resistencia mínima para su aplicación en pavimentos en Cajamarca. Los efectos de los ensayos realizados en el agregado

y concreto, exponen mediante indicadores, sus características y propiedades. Al finalizar los ensayos, se pudo diagnosticar que el agregado por sí solo, Finalmente, de los ensayos, se diagnosticó que el agregado por sí solo, no satisface lo que se requiere para fabricar un concreto permeable ya que su resistencia 28 días no otorga lo necesario.

(Maldonado , y otros, 2015) En su investigación la cual tiene por título “*Soluciones tecnológicas para el diseño de secciones permeables en vías urbanas en la ciudad de Tarapoto*”, teniendo como propósito planear una sección permeable variable que reciba el paso del agua de lluvia a través de ella, por lo que se propone experimentar una sección permeable compuesta por adoquines, utilizando agregados de la zona como piedra chancada 1/4", 3/8", 3/4" y arena triturada como cama de apoyo de los adoquines, con la finalidad de reducir las inundaciones y mejorar el tránsito peatonal como vehicular. Al finalizar los ensayos de funcionabilidad del pavimento permeable, se comprobó la capacidad de infiltración y la durabilidad de los materiales empleados lo que permite su utilización en vías de tráfico ligero validando la hipótesis de la tesis.

(Falcon Baldeon , y otros, 2016) En su investigación la cual tiene por título “*Diseño de un pavimento rígido permeable, con agregados de la cantera Chollqui, para el drenaje urbano en estacionamiento en la Ciudad de Huánuco*”, teniendo como propósito la de analizar los agregados física y mecánicamente, para luego diseñar el pavimento de concreto permeable usados en estacionamientos en Huánuco. Al finalizar se pudo llegar a concluir que el diseño que mayor resultado tubo fue el elaborado con un porcentaje de vacíos = 15, a/c= 0.28, teniendo a 28 días como tiempo de curado, resultando un esfuerzo cortante máximo de 82.73 kg/cm<sup>2</sup> y una resistencia a la flexión de 27.09 kg/cm<sup>2</sup>

(Paucar Curasma, y otros, 2018) En su investigación la cual tiene por título “*Influencia del agregado grueso de la cantera del río Ichu en el concreto permeable para pavimentos de bajo tránsito - f'c 175kg/cm<sup>2</sup>*”, Teniendo como propósito el efecto que posee en las propiedades mecánicas del hormigón poroso, la utilización granulométrica del agregado grueso, cuyas propiedades mecánicas son de gran relevancia para este tipo de concreto, para ser empleados en vías de bajo tránsito en la ciudad de Huancavelica, haciendo posible tener un mayor control del escurrimiento y poder evacuar eficazmente el agua de las precipitaciones pluviales. Para desarrollar el diseño de la mezcla de concreto poroso se tuvo

en cuenta los reportes del ACI522R10 y ACI 211. 3R02.

### **Trabajos Previos Internacionales**

(Moujir Yalil, y otros, 2015) en su investigación la cual tiene por nombre “*Diseño y Aplicación de Concreto Poroso para Pavimento*”, con el estudio, se intenta averiguar las particularidades hidráulicas y mecánicas que tuviera el concreto poroso con los agregados de las canteras de la Zona Oriental. En el asunto planteado en esta investigación se comprobará el comportamiento del concreto poroso al utilizar distintos tipos de agregado grueso; provenientes de las canteras La Pedrera, Aramuaca y el Carmen, así también poder reconocer como varían las características del concreto teniendo en cuenta el agregado, para de esa manera, seleccionar el concreto poroso más eficaz conforme el agregado a utilizar.

(Perez Ramos, 2009), en su investigación “*Estudio experimental de concretos permeables con agregados andesíticos, México*”. Teniendo como objetivo. Los efectos de los estudios hechos a las mezclas de concreto poroso realizados con un diseño de 15% y 20% de vacíos utilizando agregados andesíticos, llegando a la deducción que si efectúan con las propiedades de permeabilidad y mecánicas aptas para su empleo en pavimentos con tránsito ligero como en otras aplicaciones.

(Yepes F, y otros, 2014) en su estudio llamado “*Desarrollo de hormigones permeables enfocado al diseño de mezclas, construcción de obras y a la protección ambiental, basado en las normas ACI, ASTM e INEN, Quito*”. Teniendo como objetivo La investigación realizada con componentes obtenidos en la región circundante a la ciudad de Quito, y con otros más sólidos originarios de otra zona, han aceptado hacer dosificaciones que cumplan con los parámetros de resistencia mecánica y de permeabilidad previamente ya establecidos. Esta investigación experimental y teórica, permitió revelar que se puede fabricar concretos porosos conforme a las normas internacionales vigentes, aunque la investigación encontró que es de necesidad desarrollar normas con exclusividad para este concreto permeable.

(Rodas Ralda, 2012) En su investigación la cual tiene por nombre “*Desarrollo y uso de bloques de concreto permeable en senderos ecológicos*”, dicha investigación conto con el objetivo principal de desarrollar bloques de hormigón permeable en sendas ecológicas peatonales, o en sectores donde transitan las personas donde el agua proveniente de las lluvias pueda infiltrarse. Llegando a concluir que el contenido de vacío hace que el concreto

pierda resistencia tanto a la compresión como a la flexión, por lo que fue necesario utilizar cemento de una gran resistencia, así también que el uso de aditivos no interfiere en su trabajabilidad ni en su resistencia teniendo en cuenta las condiciones climáticas de Guatemala.

(Laguna Aleman, y otros, 2017) En su investigación la cual tiene por nombre “*Estudio comparativo de mezclas de concreto poroso usando materiales disponibles en Cartagena de Indias para uso de pavimentos en parqueaderos*”, la cual llevo por objetivo principal el evaluar económica y técnicamente la elaboración de diferentes mezclas de hormigón rígido poroso, usando materiales que dispongan en la ciudad, que se puedan emplear en estacionamientos en la ciudad de Cartagena. Pudiéndose concluir después de realizar la evaluación económica y técnica, que efectivamente algunas mezclas de este concreto permeable pueden ser usadas como pavimento en estacionamientos de dicha ciudad, aseverando que dichas mezclas poseen propiedades mecánicas e hidráulicas que cumplen con los requisitos necesarios.

(Mahesh & Lavanya, 2016), en su investigación la cual tiene por titulo “*Experimental Study of Pervious Concrete in Pavements*”. La cual consta con el objetivo de determinar las propiedades del hormigón permeable y su aplicabilidad como pavimento de estacionamientos. Para la siguiente investigación se utilizo la proporción de mezcla de hormigón permeable obtenida después de la mezcla de prueba es: 1: 0,3: 5,5, 0,4. Glenium B233 - 0,6% y Rheomix 141 - 0,2% en peso de cemento. En donde se pudo concluir que la resistencia a la compresión del hormigón permeable es de 27,7 MPa, que es un 39% menos que el hormigón normal; la resistencia a la tracción dividida del hormigón permeable es de 3,4 MPa, que es un 15% menos que el hormigón normal y el módulo de ruptura del hormigón permeable es de 4,1 MPa, que es un 22% menos que el hormigón normal.

(Min Joung, 2008), en su investigación la cual tiene por titulo “*Evaluation and Optimization of Pervious Concrete With Respect to Permeability and Clogging*”. En dicha investigación cuenta con el propósito de proporcionar herramientas para evaluar y mejorar la durabilidad y resistencia del hormigón permeable de modo que pueda emplearse con más confianza en áreas urbanas. calzadas, entradas para vehículos y estacionamientos. Un proyecto adicional consiste en desarrollar una herramienta útil para predecir la eliminación de las partículas de obstrucción de los poros de la superficie del pavimento de concreto

permeable a través de la succión inducida por los neumáticos de los vehículos que pasan sobre el poro obstruido. Según los resultados de este estudio, la obstrucción tiende a reducir la permeabilidad de los materiales con una relación de vacíos inferior al 33%. Las investigaciones futuras investigarán la posibilidad de diseñar materiales de hormigón permeables con una proporción de vacíos inferior al 33% que sean resistentes a la obstrucción.

(Ikenna Uju, 2005) en su investigación la cual lleva por título “*A Study of the Strength of Pervious Pavement Systems*”. En este estudio se realizó un análisis detallado y un estudio de prueba de las propiedades estructurales de los caminos de acceso pavimentados existentes en el laboratorio de la Academia de Manejo de Aguas Pluviales. A partir de este estudio, se determinó que el módulo de elasticidad in situ para pavimentos de asfalto poroso oscilaba entre 300 y 1100 ksi. Se encontró que el hormigón permeable tiene un rango de módulo de elasticidad de 740-1350 ksi. Los adoquines permeables tienen un rango de módulo de elasticidad en el lugar de 45 a 320 ksi. El pavimento de neumáticos de caucho reciclado tiene un rango de módulos resilientes in situ de 20 a 230 ksi. Por último, el vidrio reciclado y los pavimentos permeables de agregados porosos tenían módulos de aproximadamente 850 ksi y 150 ksi respectivamente. Por lo tanto, el módulo de elasticidad del pavimento de vidrio reciclado cae dentro del rango del concreto permeable y es capaz de soportar cargas más pesadas que el pavimento a base de agregados.

### **1.3 TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA**

#### **Concreto Poroso o Permeable**

El concreto poroso es un modelo especial de concreto que posee un alto porcentaje de porosidad cuyo primordial propósito es proporcionar el transcurso del agua atravesando toda su estructura porosa, como se aprecia en la figura 1.2, por lo que es estudiado como un elemento de construcción sustentable, por su buena función de las aguas pluviales. Cuando se utilice como sistema de pavimentos, es primordial darle mantenimiento adecuado cuando sea necesario, para así afirmar que cumpla con su función de permeabilidad. (INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y EL CONCRETO, 2010)

Este concreto consiste principalmente en una mezcla de concreto con una elevada porosidad y una sub base que necesita de una granulometría especial, haciéndola además permeable. Aunque, las materias primas que se necesitan para elaborar esta clase de tecnología son las mismas que las utilizadas tradicionalmente para pavimentos de concreto. Este pavimento permeable posee una resistencia estructural suficiente para varias aplicaciones típicas del pavimento de concreto, como pasajes, veredas y estacionamientos.



Figura 2 Pavimento permeable (Fuente: ECOCRET)

### **Propiedades del concreto poroso**

#### **Propiedades en estado fresco:**

**Asentamiento:** Para determinar el asentamiento se realiza una prueba de fluidez en un laboratorio, en donde se agarra una muestra ya sea premezclado (proveniente de fabrica) o de realizado en obra para los elementos de la estructura más importante. Para (Castañeda U., y otros, 2014) el asentamiento es un dominio que no determina la calidad del concreto permeable al contrario del concreto usual, más aun, se utiliza para poder conocer acerca de la trabajabilidad de la mezcla. Los valores que se utilizaron en la investigación estaban dentro de los parámetros usuales.

**Peso unitario:** El concreto poroso posee un peso unitario, que es del orden del 70% del concreto convencional. Su disposición se hace de acuerdo con lo estipulado en la norma ASTM C1688 (Imcyc, 2008). La densidad del concreto puede variar, ya que dependerá de

las proporciones de agua y cemento, las particularidades del agregado y la cantidad de aire atrapado. También se puede decir que al ser menor la cantidad de pasta (aumentando agregado) aumentaría la densidad y que las cantidades de agua y cemento va a ser influenciado por el volumen máximo del agregado.

**Tiempo de fraguado:** En palabras simples es el tiempo en que demora el concreto en endurecer y perder su plasticidad. De acuerdo a la solidez en la combinación del concreto permeable, se reduce el tiempo de fraguado, así que se deberá de tener en consideración el enlucimiento de aditivos, para que nos permita una correcta ubicación. (Castañeda U., y otros, 2014)

Siendo estas propiedades muy importantes ya que determinaran la facilidad de la trabajabilidad de la mezcla permitiendo una homogeneidad en que se pueda mezclar, transportar colocar compactar y realizar el acabado. Es importante que tenga un buen contenido de pasta, cohesión y un buen revenimiento.

#### **Propiedades en estado endurecido:**

**Porosidad:** Refiriéndose a la proporción de vacíos o fragmento de huecos al interior de la estructura de concreto, es decir el espacio de vacíos que posee un material en su estructura, conforme a investigaciones ya realizadas, establecen que dicha proporción debería encontrarse dentro del 15% al 25% para designar la estructura porosa. (Castañeda U., y otros, 2014)

**Permeabilidad:** El concreto poroso tiene la propiedad de poder dejar fluir el agua a través de su estructura interna sin causarle alguna alteración en su estructura. Dicha capacidad puede ser alterada al no tener en cuenta los métodos para la disposición del concreto poroso, ya que si se compacta más de lo debido se pueden obstruir los poros, haciendo que se pierda la ligereza de un líquido con la cual pasa su estructura. (Castañeda U., y otros, 2014)

Estas propiedades son las cualidades más importantes de este tipo de concreto ya que se caracteriza por su contenido de vacíos o porosidad y su permeabilidad lo cual le permite ser usado para que las aguas pluviales puedan filtrarse por su estructura drenándose al subsuelo o recogiénolas para un uso posterior de las aguas.

### **Propiedades mecánicas:**

**La resistencia a compresión:** Refiriéndose a la capacidad de soporte máximo que posee una muestra de concreto impone a una carga axial. Para el concreto poroso aproximadamente es de 17 MPa, sin embargo, en algunos estudios se han obtenido hasta 28 MPa. La resistencia a la compresión dependerá únicamente de los elementos de la combinación, esfuerzo de compactación y del porcentaje de vacíos. (Imcyc, 2008)

**Resistencia a la flexión:** Es el aguante máximo a un momento de una viga o losa de concreto no reforzado. En lo que se refiere al valor del soporte a la curvatura del concreto permeable varía entre 1 – 3.8 MPa, como es una variable sujeta a grandes cambios, se evalúa partiendo del soporte a la opresión atreves de relaciones empíricas. (Castañeda U., y otros, 2014)

Estas propiedades son sus grandes desventajas ya que no se califica por tener un buen soporte a la compresión o flexión. Para que pueda alcanzar un soporte a la compresión y a la flexión adecuada es necesario utilizar algunos aditivos lo que hace que el costo de este tipo de concreto aumente.

### **Diseño del Concreto Permeable**

En el diseño para este determinado concreto, el procedimiento es muy diferente al empleado en del concreto tradicional debido a que este se fundamenta en la relación agua/cemento o el soporte del concreto ya sea compresión como a tensión, por lo contrario en el concreto permeable lo que tiene más importancia es el volumen de pasta y el contenido de vacíos, ya que de este último dependerá la capacidad de infiltración (es decir la permeabilidad del concreto), por lo contrario el volumen de pasta confirma la adhesión o adherencia entre las partículas del agregado grueso. Por lo tanto, se deben seguir las recomendaciones dadas por el (ACI-211.3R, 2000), donde se indica un procedimiento para conseguir los diferentes porcentajes de materiales que conforman el concreto poroso. (Falcon Baldeon , y otros, 2016).

### **Parámetros de dosificación**

(Falcon Baldeon , y otros, 2016). La permeabilidad y resistencia en una carpeta asfáltica permeable están definidas por el diseño de mezcla del concreto poroso que se usara. A continuación, se les muestra los parámetros de dosificación del concreto permeable:

### **Tamaño máximo o granulometría del agregado grueso**

Los agregados deberán de estar dentro de los requerimientos de la Norma ASTM D448-07 y ASTM C33-07. La estructura por dentro de un concreto permeable pudiese especificarse como un montón de partículas de agregado grueso, estando en contacto y juntas entre sí por puentes formados por el mortero que conforma el conglomerante y la arena; estos puentes son los que congregan el soporte del concreto. De hecho, la cisura de una probeta en la prensa, no es sino el efecto de la cisura de los puentes aludidos. En muy pocas oportunidades se elabora la rotura del agregado grueso. (Falcon Baldeon , y otros, 2016).

La cifra de puentes que se conforman por cantidad de volumen es principalmente función del volumen y la gradación del agregado grueso. La disimilitud que presenta el concreto poroso en función del tipo del agregado grueso es destacado, con un agregado semejante se consigue menos aguante que con un agregado regulado y tanto menos cuanto mayor sea el diámetro del agregado. Las alteraciones en la porosidad son, en cambio, de signo contrario. (Falcon Baldeon , y otros, 2016).

Como las partículas de agregado grueso prácticamente están en fricción, los esfuerzos mecánicos se condensan, por lo que es adecuado ser más estrictos en lo que corresponde al desgaste de los Ángeles. Como valor de referencia se puede aplicar el escogido por el instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja donde nos sugiere emplear agregados con un desgaste de Los Ángeles menor del 22%, un coeficiente de forma mayor a 0.18 y una absorción menor al 1% (Falcon Baldeon , y otros, 2016).

### **Agregado fino**

Para esto el ACI nos da una tabla en donde se encuentran las estimaciones de la cantidad de agregado fino está en función del peso del agregado grueso. (Falcon Baldeon , y otros, 2016)

### **Relación ponderal entre el agregado fino y el agregado grueso (F/G)**

El rango de F/G tiene una gran coacción en el proceder del concreto permeable, está infidentemente unido con el dimensionado máximo del agregado grueso, de manera que, a mayor volumen del agregado grueso, y más uniforme, el vínculo F/G debe ser menor. La

verificación señala que el valor de F/G debe estar en el rango de 0.05 y 0.030. Una relación F/G inferior a 0.05 impide la construcción de puentes suficientemente resistentes con asignaciones de cemento y, por otro lado, “abandonar” excesivamente el conglomerante frente a ataques químicos de sustancias transportadoras por el agua o del agua pura misma. Valores altos de F/G elaboran efectos en función de la relación agua/cemento (a/c); en estado fresco, si se labora con valores altos de a/c y mayor fluidez del mortero, este escurre hacia las zonas inferiores del concreto, colmatando y cementando la mezcla de dichas zonas, minimizando la permeabilidad del conjunto y reduciendo los puentes entre agregados. (Falcon Baldeon , y otros, 2016)

Se deduce también que la granulometría infliere de forma primordial en las propiedades que tendrá el hormigón poroso. Debiéndose utilizar un árido chancado casi sin nada de finos, ya que esto haría que la mezcla se impermeabilice; un tamaño máximo de árido de 10 mm dando una adecuada terminación superficial y adquiere un tamaño de grano muy uniforme obteniendo un alto porcentaje de vacíos. (Cabello Sequera, y otros, 2015)

## **Cemento**

Normalmente, se utiliza cemento Portland normal, pero también pueden utilizarse cementos especiales si los requisitos de exposición de la estructura así lo mandan. El curado es un matiz que podría tener potestad en la selección del tipo de cemento. Los concretos permeables requieren un secado veloz, dado que su estructura alveolar posibilita la circulación de aire. Por esto que el curado se ve suspendido en poco tiempo, a no ser que se acojan medidas específicas, semejante como el empleo de una capa de polietileno sobre la superficie del mismo. Los cementos con mejor desarrollo de sostenibilidad a temprana edad exponen mejor sensibilidad a los efectos de curado (Falcon Baldeon , y otros, 2016).

## **Relación ponderal entre el agua y el cemento (a/c)**

Según ( National Concrete Pavement Technology Cente, 20016) el equilibrio idóneo entre la resistencia del concreto permeable y su permeabilidad se lograría con relaciones a/c que este dentro de 0.27 y 0.30. Dichas relaciones son considerablemente bajas y generarían mezclas con poca manejabilidad. El aumentar las relaciones de agua cemento, en un material que tiene tantos poros, tendría como problema primordial, el que gran parte de la pasta, producto de la gravedad escurra por dichos poros hasta llegar a lo más bajo del material

(cilindro, losa, etc.), de esta manera impediría y obstruiría el flujo del agua. De ocurrir esto, se podrían obtener valores de resistencia a la compresión adecuadas, sin embargo, las permeabilidades que se obtendrían serían muy bajas. (Mulligan, 2015).

También se puede decir que la relación agua cemento adecuada, depende del tamaño máximo del agregado que se empleara, la relación agregado grueso/ cemento, la granulometría y el uso de aditivos. Es por ello que, aunque se recomiendan relaciones agua cemento, semejantes a 0.30, este valor podría cambiar ante la influencia de las variables ya mencionadas. (Fernández Arrieta, y otros, 2011)

Las asignaciones de agua podrían aminorar, hasta llegar a valores de la relación a/c del orden de 0.35 a 0.5 cuando la compactación se realiza por apisonado. Siendo en este caso la relación a/c es prácticamente autónomo de la relación F/G. (Falcon Baldeon , y otros, 2016)

La relación a/c en el concreto poroso es sumamente importante ya que modifica las resistencias e influyen en la estructura de vacíos. Según la Norma ACI 522R (2006), se usan generalmente relaciones agua/cemento que van desde el rango de 0.25 a 0.45, dependiendo del agregado y el uso de aditivos.

## **Aplicaciones**

El concreto poroso, debido a sus propiedades es un producto que, por si fuera poco, no se limita a la pavimentación de calles, ya que tiene distintas empleaciones, como se puede apreciar en la imagen 1.3, ofreciendo varias alternativas en su uso.

(Castañeda U., y otros, 2014) Durante la evolución y el desarrollo del concreto permeable se ha constatado que posee una gran cantidad de utilidades para su uso en distintas estructuras como:

- ✓ Capa de rodadura de tramos de carreteras
- ✓ Capa de Base o sub-base para pavimentos
- ✓ Parqueaderos
- ✓ Pavimentos de plazoletas y parques

- ✓ Andenes
- ✓ Filtros y/o sistemas de drenaje
- ✓ Edificaciones
- ✓ Muros de contención
- ✓ Protección de taludes y gaviones
- ✓ Bases en zanjas de ductos para tuberías



Figura 3 Aplicaciones del concreto poroso

### **Ensayos en estado fresco en el concreto permeable**

(Falcon Baldeon , y otros, 2016) Ya una vez de obtener el diseño de la mezcla se prosigue a ejecutar el vaciado del concreto permeable en el cual se hicieron los ensayos en estado fresco.

### **Revenimiento**

Usualmente el concreto permeable no tiene revenimiento ya que el asentamiento, es cero; no obstante, se han usado asentamientos entre 20 a 50 mm. Esta prueba de revenimiento puede

realizarse mediante la norma ASTM C143, siendo esta una prueba de calidad que se le hace al concreto convencional, pero para el caso del concreto permeable es un valor que solo se tiene como referencia, ya que esta es una mezcla muy rígida por lo cual no es muy trabajable.

## **Ensayos en estado endurecido en el concreto permeable**

### **a. Ensayo de Permeabilidad**

La permeabilidad es la cualidad que posee un material de poder dejar pasar un flujo a través de ella sin alterar su estructura, siendo considerada permeable si puede dejar pasar una cantidad de líquido considerable.

(Cabello Sequera , y otros, 2015) Este es uno de los ensayos más significativos, debido a que nos permite saber un parámetro muy importante, que es el coeficiente de permeabilidad, que es por lo que se caracteriza nuestro hormigón permeable, se utiliza un permeámetro de carga variable indicado en el reporte (ACI.522R-06, 2006), donde se desarrolla el ensayo usando probetas de 0.10m de diámetro por 0.15m de alto. Seguidamente, se podrá observar en la figura 1.5 el equipo que se utiliza para este ensayo de permeabilidad que recomienda el ACI- 522. Por otro lado, para el cálculo del coeficiente permeabilidad se realiza usando la ley de Darcy:

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

.....Ecuación N° 3

Dónde:

K: Coeficiente de permeabilidad.

L: Longitud de la muestra.

A: Área de la muestra.

a: Área de la tubería de carga.

t: Tiempo que demora en pasar (h1-h2).

h1: Altura de agua medida del nivel de referencia (parte superior de la muestra).

h2: Altura de tubería de salida del agua con respecto al nivel de referencia (0.01m)



Figura 4 Equipo de ensayo de permeabilidad (Fuente: Investigación en concreto poroso realizada por la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2013)

## b. Ensayo para el Esfuerzo a la Compresión

(Falcon Baldeon , y otros, 2016) La disposición más frecuente de desempeño que utilizan los ingenieros para diseñar las distintas estructuras, es el ensayo de la resistencia a la compresión del concreto. Esta resistencia a la compresión de las mezclas de concreto puede ser diseñada de tal forma que posean una gran diversidad de propiedades de durabilidad y mecánicas, que puedan cumplir con los requisitos de diseño de la estructura.

(Falcon Baldeon , y otros, 2016) Este ensayo está normalizado según el ASTM C – 39 y en la NTP 339.034. La resistencia a compresión podría ser definida como la máxima medida de la resistencia a una carga axial de muestras de concreto. Por lo general, es expresada en kilogramos por centímetros cuadrados ( $\text{kg/cm}^2$ ), libras por pulgadas cuadradas ( $\text{lb/pulg}^2$  o  $\text{psi}$ ) o en mega pascales (MPa) a una edad de 28 días. Es posible utilizar otras edades para las pruebas, pero es de importancia conocer la relación entre la resistencia a los 28 días y la resistencia en otras edades. En la resistencia a los 7 días usualmente se puede estimar como un 75% de la resistencia a los 28 días.

## Ventajas

- ✓ **Eliminación del hidroplaneo.** – La filtración rápida a través del concreto poroso del agua de lluvia impide que se produzca uno de los riesgos más grandes al momento de conducir en plena lluvia que es el hidroplaneo (perdida de adherencia entre el neumático y el pavimento debido a una capa de agua). (Falcon Baldeon , y otros, 2016)
- ✓ **Resistencia al deslizamiento con pavimento mojado.** – Debido a su macrotextura porosa del pavimento permeable hace que los neumáticos posean la adherencia suficiente para que aumente considerablemente la resistencia al deslizamiento de manera que el auto maniobre los movimientos que desea el conductor brindándole más seguridad y reduciendo la distancia de frenado. (Falcon Baldeon , y otros, 2016)
- ✓ **Reducción de las proyecciones de agua.** – Este concreto permite conservar la el pavimento sin exceso de agua aun en plena lluvia, impidiendo que se ocasione la pulverización (spray) y el levantamiento (“splash”) del agua al movimiento de los automóviles mejorando relevantemente la visibilidad del conductor. (Falcon Baldeon , y otros, 2016)
- ✓ **Al mismo pavimento.** - El concreto permeable evita los empozamientos constantes de agua en pavimentos veredas y estacionamiento provenientes de lluvias. (Falcon Baldeon , y otros, 2016)
- ✓ **Menor deslumbramiento por los faros de los vehículos.** – Este pavimento posee una textura rugosa, lo que hace que tenga la capacidad de esparcir la luz, por ello aminoran el problema de poco alumbramiento brindándole al usuario una muy buena visibilidad. (Falcon Baldeon , y otros, 2016)
- ✓ **Reducción del ruido al paso del vehículo.** – Este tipo de concreto permeable favorece tanto al entorno como al conductor por la reducción del ruido, ya que el concreto drenante es capaz de absorber los sonidos causados primordialmente cuando el pavimento y el neumático hacen contacto, al ponerse en marcha el vehículo. Esto se da debido a que los huecos interconectados entre sí le permiten al aire poder pasar, mitigando los sonidos. (Falcon Baldeon , y otros, 2016)

## Desventajas de concreto permeable

- ✓ **Mayor costo inicial:** Esto debido a que la elaboración de las mezclas de concreto permeable deben ser elaborados con áridos de mejor calidad que hacen que el costo se encarezca. (Falcon Baldeon , y otros, 2016)

- ✓ **Diseño Geométrico Riguroso:** La mezcla del concreto se debe prolongar sobre una capa que posea una geometría que pueda permitir que el agua circule y pueda ser evacuada. (Falcon Baldeon , y otros, 2016)
- ✓ **Drenaje lateral:** Se tendrá que instalar drenes laterales para poder retirar el agua que a escurrido por el concreto permeable, haciendo necesario también la instalación de canales u otras obras de drenaje. (Falcon Baldeon , y otros, 2016)
- ✓ **Pérdida de drenabilidad:** Las mezclas de concreto poroso pueden llegar a colmatarse a lo largo de su vida útil por acumulaciones de partículas y otros elementos que contaminan como materia orgánica, arena, etc.; entres sus poros. Es de importancia también, decir que, podrá seguir funcionando como carpeta de rodado aun perdiendo sus propiedades drenantes. En la actualidad se puede retardar su colmatación, ya que hay métodos de lavado a presión que pueden limpiar correctamente a este tipo de concreto. (Falcon Baldeon , y otros, 2016)
- ✓ **Vialidad invernal:** Para que este tipo de pavimento de concreto permeable una buena conservación en el invierno, requiere de un mayor esfuerzo que las convencionales, ya que, se necesita más cantidad de sales fundentes para que los caminos permanezcan exento de nieve, dándose este problema en ciudades donde nieve en épocas de invierno. (Falcon Baldeon , y otros, 2016)
- ✓ **Menor Durabilidad:** Las condiciones propias de la mezcla hacen que el periodo de diseño sea menor. (Falcon Baldeon , y otros, 2016)
- ✓ No se pueden usar donde haya grandes arrastres superficiales de cargas de sedimento. (Falcon Baldeon , y otros, 2016)
- ✓ Por el momento todavía no se han utilizado en carreteras de tráfico pesado. (Falcon Baldeon , y otros, 2016)
- ✓ A largo plazo, de no haber un buen mantenimiento, existe el riesgo de obstrucciones y que puedan crecer malas hierbas. (Falcon Baldeon , y otros, 2016)

### **Resumen del sistema**

Este concreto consiste fundamentalmente en una mezcla de concreto con una elevada permeabilidad y una sub base que necesita de una granulometría especial, haciéndola también permeable. Aunque, las materias primas que se necesitan para elaborar esta clase de tecnología son las mismas que las utilizadas tradicionalmente para pavimentos de concreto. Este pavimento permeable posee una resistencia estructural suficiente para varias aplicaciones típicas del pavimento de concreto, como pasajes, veredas y estacionamientos.

El sistema se compone de concreto o hormigón permeable en la parte superior de una subcapa de áridos. El concreto permeable hace posible que drene el agua proveniente de la lluvia desde la superficie hasta el suelo natural y subsuelo ya sea mediante tubo o directamente. Este sistema ofrece una alternativa económica y simple en comparación a los sistemas de drenaje engorrosos. El concreto permeable se logra al eliminar la arena y una selección de la estructura de áridos correcta. (Falcon Baldeon , y otros, 2016)

A continuación, se muestra el funcionamiento del sistema de drenaje usando pavimento de concreto permeable (figura 1.6)

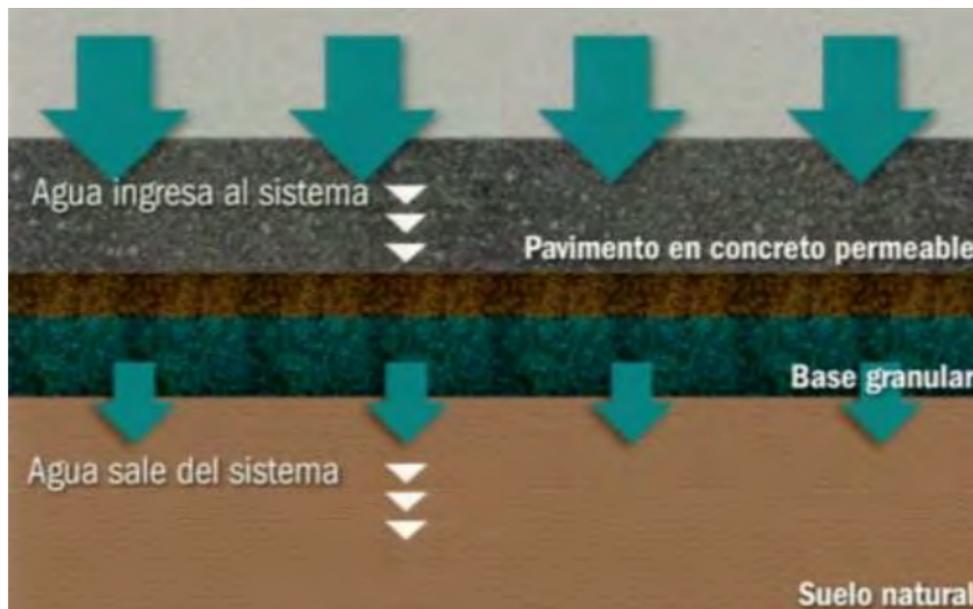


Figura 5 Funcionamiento del concreto permeable. (Fuente: Toxement 2017)

### **Drenaje vial**

El drenaje vial posee el objetivo de separar las aguas de las vías, para evitar que influya negativamente, tanto en sus condiciones de transpirabilidad, como en el aspecto de estabilidad de su infraestructura.

Según (Bañon Blasquez, 2002) el sistema de drenaje tiene como función principal, el de que permita la evacuación de las aguas que se depositan en depresiones topográficas del terreno, provocando incomodidades ya sea en carreteras, áreas urbanas o en la agricultura.

## **Drenaje de aguas superficiales**

De acuerdo con (Bañon Blasquez, 2002), que nos indica: Para poder determinar las magnitudes de las obras de drenaje, se tiene que tomar como base la información pluviométrica disponible, para los cálculos hidráulicos que se realicen. El drenaje superficial comprende:

**Las aguas que escurren en el pavimento:** Para que las aguas que escurren encima de la superficie del pavimento puedan ser drenadas, existe lo que le llamamos el bombeo en las secciones en tangente y el peralte en las partes donde hay curvas, de manera que el escurrimiento se realice en los drenajes longitudinales. (Bañon Blasquez, 2002)

**Las aguas provenientes de los taludes de relleno:** El agua que escurre en los rellenos sobre el pavimento tendrán que ser encausadas hacia los lados de este mismo. En los rellenos las aguas que escurren sobre el pavimento deberán ser encausadas hacia ambos lados del mismo realizándose de tal forma que el drenaje se ejecute en espacios separados principalmente para evitar que los taludes erosionen. (Bañon Blasquez, 2002)

## **1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

Según (Rodríguez Peñuelas, 2003) el problema es el comienzo de toda investigación, es lo que desata el trabajo científico. Al mismo tiempo, es su guía y su piloto. El problema es un obstáculo que se pretende averiguar, explicar o resolver. No existe investigación científica sin un problema de investigación.

Identificado el problema se plasmará en una pregunta o interrogante, lo cual nos servirá para identificar nuestros objetivos ya que dichos objetivos darán solución a la pregunta formulada.

### **Problema general**

¿El uso del concreto permeable, en pavimentos puede mejorar el drenaje urbano en las vías de Villa María del Triunfo 2019?

### **Problemas específicos**

¿Es posible elaborar dos diseños de mezcla de concreto permeable para su uso en pavimentos como sistema drenaje urbano en las vías de Villa María del Triunfo 2019?

¿Los diseños de mezcla cumplen con los requerimientos mínimos de resistencia a la compresión y flexión del concreto permeable para su uso en pavimentos como sistema de drenaje urbano en las vías de Villa María del Triunfo 2019?

¿Los diseños de mezcla elaboradas pueden cumplir con la demanda mínima de permeabilidad del concreto permeable para mejorar el sistema de drenaje en las vías de Villa María del Triunfo 2019?

## **1.5 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO**

En muchas ocasiones, la construcción de pavimentos es necesaria para el desarrollo vial, estos pavimentos son diseñados para que puedan resistir apropiadamente los esfuerzos que las cargas reincidentes del tránsito le transmitan durante su periodo de vida. No obstante, los pavimentos convencionales provocan importantes impermeabilizaciones en el sector urbano, lo cual hace que incremente el riesgo a una inundación. (Gromaire-Mertz, y otros, 1999).

El análisis del concreto poroso nos podrá permitir tener un mejor entendimiento sobre su comportamiento, por lo que nos dará una alternativa de solución a la mitigación de la escorrentía aparente urbana ante las precipitaciones en la costa noroeste peruana, las cuales se intensifican debido a El Niño Oscilación Sur (ENOS). En países extranjeros, dicho material, al ser evaluado, ha tenido un gran éxito en pavimentos de vías locales o vías especiales, como una solución práctica a los ya mencionados problemas. Esta investigación pretende que el concreto permeable pueda ser aplicado dentro del contexto de la construcción en el Perú, además de implementar guías y normativas actualizadas por el ACI y la ASTM.

Por otro lado, la construcción de infraestructura vial con hormigones permeable, hace posible que el desarrollo urbanístico valla de la mano con la sostenibilidad, la cual es un modelo en ciudades europeas. Dicho modelo de construcciones sostenibles viene siendo aplicado en la ingeniería civil, representando la modificación del sector construcción en función a las definiciones de reciclaje, reutilización y recuperación. Por lo cual el concreto permeable se ajustaría a estos conceptos.

Por todo ello, la aplicación del pavimento de concreto permeable en las vías del asentamiento humano José Bernardo Alcedo, nos podrá permitir un mejor estado de las vías

urbanas y mejorar la transpirabilidad. Este concreto permeable puede de utilizado como estacionamientos, veredas, pavimentos en vías de tráfico ligero, etc. Permitiendo que el agua atravesase todos los poros de su estructura, por lo que es apreciado como un material de construcción sustentable, por tener un buen manejo y control de las aguas de lluvia; dando solución al problema de escurrimiento superficial. También, amenora el hidroplaneo, aún en plena lluvia, dando una seguridad mayor a los peatones y conductores, y además reduce el efecto isla calor.

## **1.6 HIPÓTESIS**

Según ( Londoño Palacio, y otros, 2014): manifiestan que una vez se ha reconocido y definido el problema y, sobre la base de sus conocimientos y experiencia, el investigador realiza una explicación circunstancial del carácter del problema, una afirmación preliminar capaz de comprender sus distintos aspectos. Estos investigadores explican que este acercamiento preliminar se denomina con el nombre de hipótesis conceptual, que intenta explicar o responder anticipadamente el problema y con ello hacer más fácil la solución práctica.

### **Hipótesis general**

El uso del concreto permeable en pavimentos si mejora el sistema de drenaje urbano en las vías de Villa María del Triunfo 2019.

### **Hipótesis específicas**

Si es posible realizar dos diseños de mezcla para evaluar el uso del concreto permeable en pavimentos como sistema de drenaje urbano en las vías de Villa María del Triunfo 2019.

Los diseños de mezcla elaboradas si cumplen con los requerimientos mínimos de resistencia a la compresión y flexión del concreto permeable en pavimentos como sistema de drenaje urbano en las vías de Villa María del Triunfo 2019.

Los diseños de mezcla elaboradas si cumplen con la demanda mínima de permeabilidad del concreto permeable como sistema de drenaje urbano en las vías de Villa María del Triunfo 2019.

## **1.7 OBJETIVOS**

El objetivo de una investigación es la manifestación clara y precisa, donde se recoge la finalidad que se pretende, con tal estudio, es decir, esperezar lo que deseamos conseguir o alcanzar con nuestra investigación. Por medio del objetivo de investigación se consigue responder el problema planteado.

### **Objetivo General**

Determinar si el uso del concreto permeable en pavimentos mejorara el sistema de drenaje en las vías de Villa María del Triunfo 2019.

### **Objetivos específicos**

Realizar dos diseños de mezcla de concreto permeable para evaluar su uso en pavimentos como sistema drenaje urbano en las vías de Villa María del Triunfo 2019.

Evaluar los diseños de mezcla realizadas respecto a los requerimientos mínimos de la resistencia a la compresión y flexión del concreto permeable como sistema de drenaje urbano en las vías de Villa María del Triunfo 2019.

Evaluar los diseños de mezcla de acuerdo a la demanda mínima de permeabilidad del concreto permeable como sistema de drenaje urbano en las vías de Villa María del Triunfo 2019.

## II. MÉTODOS

### 2.1 Diseño y diseño de investigación

(Kerlinger, 2002) Afirma que por lo general se denomina diseño de investigación a la estrategia y a la estructura de una investigación, realizadas para conseguir dar solución a las interrogantes de una tesis o estudio. Indica la manera de como calificar un problema de investigación y la forma de ponerlo en una estructura que sirva como patrón para la experimentación (en el caso de investigaciones con diseños experimentales) y de compilación y análisis de datos.

Según el autor (Palella Stracuzzi , y otros, 2012) indica sobre el diseño experimental, que es en el cual la variable experimental no comprobada es manipulada por el investigador, en circunstancias rigurosamente controladas. Además, busca revelar el futuro, realizar predicciones que una vez confirmados, se conviertan en leyes y generalizaciones, propenso a incrementar el mejoramiento de la acción educativa y el cúmulo de conocimientos pedagógicos. Su fin es explicar de qué manera y porque causa se genera o puede generarse un fenómeno.

Por tanto, la siguiente tesis será según su diseño una investigación experimental ya que se manipulará al concreto permeable para describir sus características para analizar si puede ser utilizado como un sistema de drenaje en las vías urbanas de Villa María del Triunfo.

#### **Tipo de investigación**

(Rojas Cairampoma, 2015) La investigación aplicada tiene como fin la creación de conocimiento con el uso directo a los problemas del sector productivo o de la sociedad. Este tipo de investigación está basada esencialmente en los nuevos descubrimientos tecnológicos de la investigación básica, ocupándose de desarrollar el vínculo entre el producto y la teoría”

Entendiendo el concepto a José Lozada, la presente **investigación, de acuerdo a su orientación será de tipo aplicada** ya que buscamos resolver un problema respondiendo a ciertas interrogantes planteadas.

## **Nivel de la investigación**

(Pérez Vera, y otros, 2015) Sobre la investigación de nivel explicativo se afirma que este tipo de investigaciones tal como su nombre lo indica, explica la realidad de personas, eventos, comunidades o agrupaciones que se esté abarcando y el cual se pretenda analizar. De cualquier manera, este tipo de investigaciones, plantea lo más relevante de una situación o hecho concreto, en la cual el investigador tendrá que determinar los procedimientos y su análisis que involucrará el mismo.

Por ello esta investigación será según su nivel será explicativo ya que se explicará la causa efecto que provoca el comportamiento del concreto permeable para analizar si se podría usar como un sistema de drenaje.

## **Enfoque de la investigación**

(Valderrama Mendoza, 2013 pág. 106) Nos mencionan sobre el enfoque cuantitativo, que se califica porque usa la recopilación y el análisis de los datos para poder dar respuesta a la conformación del problema de investigación; usa, también, las técnicas o métodos para poder verificar si la hipótesis es verdadera o falsa.

Por lo que este proyecto de investigación **de acuerdo a su enfoque es Cuantitativo**, ya que son ensayos experimentales cuyos resultados son valores numéricos.

## **2.2 Operacionalización de variables**

(Hernández Sampieri, y otros, 2010) Aseguran que una variable es una cualidad que puede cambiar y este cambio es capaz de observarse y medirse. De tal forma que podamos comprender de qué manera cualquier propiedad, característica o cualidad que un fenómeno que varía, en efecto puede ser evaluado o medido.

## **Variable independiente**

Según (Guzman R., y otros, 2013): “Agentes que establecen la fuente, siendo que anticipadamente han manifestado ser elementos de transe del dilema que se examinan en el grado indicativo ecuánime. En los análisis se esboza solo una variante individualista como maniobra para revelar el vínculo de causa.”

Por ello en la investigación se tiene como variable independiente al concreto permeable debido a que el análisis de este no depende de la otra variable.

### **Variable dependiente**

Para (Guzman R., y otros, 2013) afirma que simboliza la inconstante del análisis. Detalla o calcula el obstáculo que se está examinando, para su difusión o existencia va a depender de otra u otras cambiantes autónomas, sin embargo, su cambiante está limitada no solo por la cambiante autónoma, sino por el excedente de las cambiantes terciarias (cambiantes confusión, intermedias y control). Es la cambiante primordial ya que nos especificara la recta de averiguación.

De esta forma para la siguiente tesis se tiene como variable dependiente al drenaje urbano ya que necesitara del producto del estudio de la otra cambiante.

### **Operacionalización de las variables**

Se señala la forma de cómo se medirán las cambiantes. La operación de las cambiantes se aprecia en la tabla siguiente (Tabla 2.1)

Tabla 1 Operacionalización de variables (Fuente: Elaboración propia)

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b> CONCRETO PERMEABLE	El concreto permeable es un tipo especial de concreto con una alta porosidad, usado para aplicaciones en superficies de concreto que permitan el paso del agua proveniente de precipitaciones y otras fuentes. (NRMCA, 2013)	El concreto permeable se estudió a través de sus dimensiones, donde los datos se obtuvieron mediante los diferentes ensayos de laboratorio como: el ensayo ASTM C168 para medir la cantidad de vacíos, el ensayo a compresión simple para medir su resistencia a la compresión y de igual manera con el ensayo a la flexión simple para determinar su resistencia a la flexión.	Propiedades en estado fresco	Revenimiento	ASTM C-143
			Propiedad en estado endurecido	Resistencia a la compresión	Ensayo a compresión según ASTM C-39
				Resistencia a la flexión	Ensayo a la flexión según ASTM C-78
<b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b> DRENAJE VIAL	Son aquellos elementos participantes en el drenaje de las ciudades que, además de reducir el caudal producido por la lluvia, disminuyen los contaminantes arrastrados por la escorrentía. (SuD Sostenible, 2016)	El sistema urbano de drenaje sostenible se estudió a través de la permeabilidad del concreto permeable para medir su capacidad de infiltración. Los datos se obtuvieron mediante el uso del permeámetro según indica el ensayo de permeabilidad ACI 522R-10.	Propiedad hidráulica	Permeabilidad	Ensayo de permeabilidad según ACI 522R-10

## **2.3 Población, muestra y muestreo**

### **Unidad de Análisis**

(Hurtado de Barrera, 2000) Destaca que “las cantidades de estudio se tienen que precisar de tal forma que a través de ellas se conseguir dar un resultado total y no deficiente al problema de investigación”.

Por ello este proyecto de investigación sostendrá como unidad de estudio al concreto permeable.

### **Población**

Según (Camacho Sandoval, 2007) designa que la localidad es la totalidad de un portento de análisis, discernir el conjunto de cantidades de observaciones que rectifican dicho fenómeno y que tiene que medir para un específico análisis incorporando un conjunto N de caracteres que intervienen de un específico carácter, y se le llama la localidad por organizar la integridad del fenómeno dado a un análisis.

Por lo tanto, se tendrá como población a todas las probetas de concreto permeable del laboratorio de materiales de Universidad Nacional de Ingeniería.

### **Muestra**

Para (Argibay, 2010) “Para las muestras dirigidas o también nominadas como no probabilísticas, tienen en consideración un procedimiento diferenciado que se orienta por lo especificado de la investigación.”

Por lo cual se determinó para este proyecto de investigación, a 42 especímenes de concreto permeable como muestra.

### **Muestreo**

Según (Valdrama Mendoza, 2013) afirma sobre el muestreo no probabilístico que para este tipo de muestreo el investigador posee una determinada influencia sobre la selección de la muestra, tomando en cuenta su criterio y su comodidad.

Para el actual proyecto de tesis se utilizó un muestreo no probabilístico e intencional ya que escogimos a nuestro criterio la cantidad de probetas que se realizaran.

## **2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

Fueron las técnicas, por el cual se determinaron los datos que se han necesitado de la realidad para obtener los objetivos del presente proyecto de investigación.

### **Técnicas e Instrumentos**

En criterio de (Rodríguez Pañuelas, 2008), las técnicas, son la forma raída para indagar, entre los que destacan la sugerencia, sondeo, audiencia, indagación.

- **Observación directa:** se recopilará los datos por medio del uso de la percepción con intensión y selección del investigador, en situaciones que dicho investigador pueda tener en control y en manejo. Lo que se quiere decir, es que la observación se usará de forma directa en todos los ensayos que se harán bajo la responsabilidad del presente investigador y que satisfagan los requerimientos que establecen las normas del ACI y ASTM.
- **Análisis documental:** se recopilarán datos de fuentes secundarias, como lo son: documentos, blogs, Tesis (nacionales e internacionales), libros, Normas (ASTM, ACI y NTP), revistas Libros; dichas fuentes están correctamente citados en las referencias del presente trabajo. Con el fin de usar esta información para el estudio de las variables de interés.
- **Ensayos de laboratorio:** se refieren a la técnica principal para el acopio de las referencias, los sondeos a los tipos de concreto permeable que se elaboran en el presente análisis serán: prueba de compresión a los 7,14 y 28 días, prueba de resistencia a la flexión a una edad de 28 días, que establece la norma ASTM C78. Y la prueba de absorción, al tiempo de 28 días, como indica la norma ACI 522. R-10. Los valores obtenidos al haber realizado los ensayos en mención serán colocados en las fichas de resumen.

## **Validez**

(Corral Yadira, 2012): La validez hace alusión a la extensión de un dispositivo para relevar numéricamente de aspecto relevante y apropiada el aspecto para el sondeo ha sido planteado. Es decir, que evalué el rasgo para el cual fue elaborado y no otra similitud.

Por ende, nuestras fichas técnicas de cada ensayo serán validadas por ingenieros civiles expertos, los cuales determinaran si dichas fichas recolectan todos los datos requeridos para así poder desarrollar nuestro proyecto de investigación.

Así mismo, los ensayos que realizaremos serán validados con el certificado que nos brindara el especialista en ensayos, del laboratorio donde hemos desarrollado dichos ensayos.

## **Confiabilidad**

Para (Ander-Egg, 2002), en conclusión, veraz se refiere a "la precisión con que un mecanismo evalúa lo que intenta evaluar.

Los ensayos establecidos que hemos desarrollado en el presente análisis, serán confiables ya que todos los equipos que hemos usado, han estado perfectamente calibrados y en perfecto uso para que puedan medir con exactitud lo que pretendemos medir.

### **2.5. Método de análisis de datos**

El procedimiento del estudio de datos según (Valderrama Mendoza, 2013 pág. 229): después de haber alcanzado las referencias, el sucesivo movimiento es evaluar el procedimiento de los mismos para dar resultados a la interrogante inicial y, si pertenece, al dominio de aprobar o refutar las hipótesis en estudio.

Para el caso de método de investigación, se harán análisis con afinidad a las capacidades tomadas en el análisis para determinar el comportamiento de las propiedades del concreto permeable para ver si cumpliría con las condiciones de un pavimento para que pueda ser usada como sistema de drenaje.

## **2.6. Aspectos éticos**

De acuerdo con (Hernández Meléndez, 2006 pág. 38) para tener presente los aspectos éticos, se averigua si es seguro realizar el análisis en el sitio determinado, temiendo presente los recursos del lugar, además de si la muestra de investigación de no forzar o dañar a los pobladores involucrados en el sector, además de proteger y resguardar el lugar donde se realizara la investigación.

El actual análisis ofrece los correspondientes aspectos éticos, debido a que se va considerar la fuente de las personas aledañas al lugar de análisis; además para la presente investigación no se perjudicara a la localidad, todo lo contrario, se pretende ofrecer una calidad de vida mucho mejor.

### III. RESULTADOS

En esta parte de la investigación se muestran los resultados que obtuvimos al realizar todos los ensayos realizados en tablas, gráficos y figuras.

#### Caracterización del agregado

A continuación, en las tablas 2 y 3 se muestran las propiedades físicas más importantes del agregado grueso y agregado fino respectivamente, luego de su estudio correspondiente. Estos valores nos sirvieron para poder desarrollar el diseño del concreto permeable y obtener una dosificación adecuada.

Tabla 2 Propiedades físicas del agregado grueso

Propiedad	Valor
Tamaño máximo nominal (pulg)	1 1/2"
Modulo de Fineza	7.32
Peso Unitario Suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1413
Peso Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1642
Peso Especifico (g/m <sup>3</sup> )	2.63
Contenido de Humedad (%)	0.40
porcentaje de absorcion (%)	0.75

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3 Propiedades físicas del agregado fino

Propiedad	Valor
Tamaño máximo nominal (pulg)	3/8"
Modulo de Fineza	3.18
Peso Unitario Suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1528
Peso Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1722
Peso Especifico (g/m <sup>3</sup> )	2.60
Contenido de Humedad (%)	1.98
porcentaje de absorcion (%)	0.81

Fuente: Elaboración propia

### **Diseños de mezcla de concreto poroso**

Para poder evaluar el comportamiento del concreto poroso, se desarrolló dos diseños de mezcla, en uno utilizando solo agregado grueso, y el otro usando también agregado fino.

Para el diseño de mezcla de concreto permeable con agregado fino y sin finos se utilizó los criterios de diseño que se muestran en la tabla 2 y 3 respectivamente.

Tabla 4 Parámetros iniciales de diseño de mezcla con agregado fino de concreto permeable

<b>Criterios de diseño</b>	<b>Valor</b>
Relacion agua/cemento	0.45
Porcentaje de vacios	17%
Volumen de pasta	19%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5 Criterios iniciales de diseño de mezcla sin agregado fino de concreto permeable

<b>Criterios de diseño</b>	<b>Valor</b>
Relacion agua/cemento	0.45
Porcentaje de vacios	17%
Volumen de pasta	23%

Fuente: Elaboración propia

Estos parámetros han sido establecidos por medio de lo indicado en la norma ACI 522R-10 empleada para ser usada en diseños de concreto permeable, así también ha sido considerado en diferentes antecedentes ya mencionados para diseñar este tipo de mezcla de concreto.

Seguidamente de realizar el diseño de la mezcla del concreto permeable se obtuvieron las siguientes dosificaciones mostradas en la tabla 4 para un diseño con agregado fino siendo especificado en kg por m<sup>3</sup> y sus proporciones en volumen, y para el diseño que desarrollamos sin agregado fino se muestran en la tabla 5 especificado en kg por m<sup>3</sup> y sus proporciones en volumen.

Tabla 6 Dosificación de mezcla de concreto permeable con agregado fino.

Material	Peso por m3 (kg)	Proporciones en volumen
Cemento	191	1.00
Agregado Fino	203	1.06
Agregado Grueso	1420	7.43
Agua	86	19.71
Sica cem plastificante	0.9543	0.213

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7 Dosificación de mezcla de concreto permeable sin agregado fino.

Material	Peso por m3 (kg)	Proporciones en volumen
Cemento	234	1.00
Agregado Grueso	1620	6.92
Agua	154	23.75
Sica cem plastificante	0.9543	0.213

Fuente: Elaboración propia

### Ensayo de Revenimiento

Para poder obtener una adecuada trabajabilidad y manejabilidad del concreto permeable a la hora de su colocación, es necesario hacer el ensayo de revenimiento en estado fresco, para lo cual se recurrió a la norma ASTM C 1688.

Tabla 8 Revenimiento

Consistencia	Asentamiento
Sumamente Seco	---
Muy Seco	Menor 2mm
Seco	0" – 1"
Plástico Seco	1" – 3"
Plástica	3" – 5"
Muy Plástica	5" – 7 1/2"

Fuente: ASTM C 1688.

La norma ASTM C 1688 nos brinda las referencias, las cuales se encuentran en la tabla 8, que mediante ellas se debe de evaluar al concreto permeable en estado fresco.

Tabla 9 Resultados de revenimiento

GRADACION	CON FINOS	SIN FINOS
Asentamiento	0.8	0.9
Consistencia	seco	seco

Fuente: elaboración propia

En la tabla 9 podemos observar que el concreto permeable elaborado con agregado fino tuvo un asentamiento de 0.8 pulgadas, y el concreto permeable elaborado sin agregado fino tuvo un asentamiento de 0.9 pulgadas. Teniendo ambos diseños una consistencia seca.

### **Evaluación del concreto permeable respecto a la resistencia para pavimentos rígidos**

#### **Resistencia a la compresión**

Para poder obtener una resistencia a la compresión que sea adecuada del concreto permeable para poder usarse en estructuras de pavimento rígido, se hicieron briquetas de forma cilíndricas con 30 cm de alto y 15 cm de diámetro, cullas fueron evaluadas a los 7, 14 y 28 días, ensayando 3 muestras por cada día para lograr determinar un promedio más exacto de su resistencia a la compresión.

Tabla 10 Resistencia a la compresión a los 7 días con agregado fino

Compresión a los 7 días con agregado fino		
Muestra	Carga maxima (kgf.)	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )
1	25650.40	140.62
2	25130.38	137.77
3	24968.60	136.88
<b>Resistencia Promedio (kg/cm<sup>2</sup>)</b>		138.42

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11 Resistencia a la compresión a los 14 días con agregado fino

<b>Compresión a los 14 días con agregado fino</b>		
<b>Muestra</b>	<b>Carga máxima (kgf.)</b>	<b>Resistencia (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
<b>4</b>	28712.60	157.41
<b>5</b>	29078.90	159.42
<b>6</b>	28583.70	156.70
<b>Resistencia Promedio (kg/cm<sup>2</sup>)</b>		157.84

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12 Resistencia a la compresión a los 28 días con agregado fino.

<b>Compresión a los 28 días con agregado fino</b>		
<b>Muestra</b>	<b>Carga máxima (kgf.)</b>	<b>Resistencia (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
<b>7</b>	32930	180.53
<b>8</b>	33210	182.06
<b>9</b>	33050	181.19
<b>Resistencia Promedio (kg/cm<sup>2</sup>)</b>		181.26

Fuente: Elaboración propia

Tal como se aprecia en la tabla 6, nos brinda los datos obtenidos en lo que concierne a la resistencia a la compresión, luego de ser ensayadas 3 briquetas cilíndricas de concreto poroso o con agregado fino a los 7 días, alcanzando una resistencia a la compresión media de 138.42 kg/cm<sup>2</sup>, la cual viene ser el 76.48% de lo que se requiere en cuanto a resistencia. Luego la tabla 7 nos indica los resultados obtenidos de los ensayos de las briquetas a los 14 días, logrando alcanzar una resistencia media a la compresión de 157.84 kg/cm<sup>2</sup>, valor que viene a ser el 89.4 % de lo requerido en cuanto a su resistencia. Por último, la tabla 8 nos muestra lo obtenido luego de la rotura de las muestras a 28 días la cual alcanzo una resistencia a la compresión media de 181.26 kg/cm<sup>2</sup> completando el 104 % de lo requerido en cuanto a su resistencia.

Tabla 13 Resistencia a la compresión a los 7 días sin agregado fino

<b>Compresión a los 7 días sin agregado fino</b>		
<b>Muestra</b>	<b>Carga máxima (kgf.)</b>	<b>Resistencia (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
<b>10</b>	24340.90	133.44
<b>11</b>	24590.38	134.81
<b>12</b>	23990.50	131.52
<b>Resistencia Promedio (kg/cm<sup>2</sup>)</b>		133.26

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14 Resistencia a la compresión a los 14 días sin agregado fino.

<b>Compresión a los 14 días sin agregado fino</b>		
<b>Muestra</b>	<b>Carga máxima (kgf.)</b>	<b>Resistencia (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
<b>13</b>	27015.60	148.10
<b>14</b>	27968.90	153.33
<b>15</b>	28183.70	154.51
<b>Resistencia Promedio (kg/cm<sup>2</sup>)</b>		151.98

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15 Resistencia a la compresión a los 28 días sin agregado fino

<b>Compresión a los 28 días sin agregado fino</b>		
<b>Muestra</b>	<b>Carga máxima (kgf.)</b>	<b>Resistencia (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
<b>16</b>	32140	176.20
<b>17</b>	31650	173.51
<b>18</b>	31860	174.66
<b>Resistencia Promedio (kg/cm<sup>2</sup>)</b>		174.79

Fuente: Elaboración propia.

Tal como aprecia en la tabla 9 nos brinda los valores que se obtuvieron en cuanto a su resistencia a compresión, obtenidas luego de ser ensayadas 3 briquetas cilíndricas de concreto poroso o permeable con agregado fino a la edad de 7 días, logrando alcanzar una resistencia a la compresión media de 133.26 kg/cm<sup>2</sup> la cual viene siendo el 71.53% de lo requerido en cuanto su resistencia. Luego la tabla 10 nos indica los resultados obtenidos

de los ensayos de las briquetas cilíndricas a la edad de 14 días, logrando una resistencia a la compresión media de 151.98 kg/cm<sup>2</sup>, la cual viene a ser el 84.04% de la resistencia que se requiere. Por último, se puede observar la tabla 11 que nos brinda los resultados de las roturas de las 3 muestras ensayadas a la edad de 28 días, logrando alcanzar una resistencia a la compresión máxima de 174.79 kg/cm<sup>2</sup>, siendo esta el 96.15% de la resistencia mínima requerida.

Por lo que habiéndose ensayado las muestras del diseño de concreto permeable agregando agregado fino y sin finos a los 7, 14 y 28 días, los resultados obtenidos están entre el rango que nos establece el ACI 522R-10, la cual menciona que el concreto poroso tiene una resistencia a la compresión que varía entre 3.5 Mpa. (35 kg/cm<sup>2</sup>) a 28 Mpa. (280 kg/cm<sup>2</sup>).

### **Resistencia a la flexión**

Para poder obtener una resistencia a la flexión que sea adecuada del concreto permeable y conocer su módulo de rotura para poder ser usada en estructuras de pavimento rígido, se hicieron vigas de concreto poroso de 15cm de alto, 15cm de ancho y 50 cm de largo, cuyas fueron evaluadas a los 7, 14 y 28 días, ensayando 3 muestras por cada día para lograr determinar un promedio más exacto de su resistencia a la compresión.

Tabla 16 Resistencia a la flexión a los 7 días con agregado fino

<b>Flexión a los 7 días con agregado fino</b>		
<b>Muestra</b>	<b>Carga máxima (kgf.)</b>	<b>Módulo de rotura (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
<b>1</b>	2790	22.23
<b>2</b>	2640	19.35
<b>3</b>	2690	20.52
<b>Resistencia Promedio (kg/cm<sup>2</sup>)</b>		20.70

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17 Resistencia a la flexión a los 14 días con agregado fino

Flexión a los 14 días con agregado fino		
Muestra	Carga máxima (kgf.)	Módulo de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )
1	3670	24.56
2	3730	27.25
3	3550	22.58
<b>Resistencia Promedio (kg/cm<sup>2</sup>)</b>		24.80

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18 Resistencia a la flexión a los 28 días con agregado fino.

Flexión a los 28 días con agregado fino		
Muestra	Carga máxima (kgf.)	Módulo de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )
1	4420	25.31
2	3950	27.65
3	4330	31.72
<b>Resistencia Promedio (kg/cm<sup>2</sup>)</b>		28.23

Fuente: Elaboración propia

Seguidamente las tablas 12, 13, y 14 nos indican como varían los valores de la resistencia a la flexión resultadas luego de ensayar 9 viguetas de concreto permeable con agregado fino a los 7, 14 y 28.

Como se puede apreciar, la tabla 12 nos brinda los valores de las roturas obtenidas luego de ser ensayadas 3 vigas de concreto poroso o permeable con agregado fino a los 7 días, logrando alcanzar una resistencia a la flexión media de 20.70 kg/cm<sup>2</sup>, siendo esta el 73.93% de la resistencia que se requiere. Luego la tabla 13 nos indica los resultados obtenidos de las roturas de las briquetas a los 14 días, logrando una resistencia a la flexión media de 24.80 kg/cm<sup>2</sup>, que viene a ser el 88.57 % de lo que se requiere en cuanto a su resistencia. Finalmente es posible apreciar en la tabla 14 los resultados que logro alcanzar las 3 muestras de concreto permeable con agregado fino, la cual alcanzo una resistencia a la flexión máxima media de 28.23 kg/cm<sup>2</sup>, la cual viene siendo el 100.82 %, de lo requerido en cuanto a su resistencia.

Tabla 19 Resistencia a la flexión a los 7 días sin agregado fino

Flexión a los 7 días sin agregado fino		
Muestra	Carga máxima (kgf.)	Módulo de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )
1	2700	19.77
2	2780	19.42
3	2810	17.90
<b>Resistencia Promedio (kg/cm<sup>2</sup>)</b>		19.03

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20 Resistencia a la flexión a los 14 días sin agregado fino

Flexión a los 14 días sin agregado fino		
Muestra	Carga máxima (kgf.)	Módulo de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )
1	3240	21.69
2	3360	24.60
3	3290	23.05
<b>Resistencia Promedio (kg/cm<sup>2</sup>)</b>		23.11

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21 Resistencia a la flexión a los 28 días sin agregado fino

Flexión a los 28 días sin agregado fino		
Muestra	Carga máxima (kgf.)	Módulo de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )
1	3750	28.64
2	3960	27.70
3	3680	26.96
<b>Resistencia Promedio (kg/cm<sup>2</sup>)</b>		27.77

Fuente: Elaboración propia

Seguidamente las tablas 15, 16, y 17 nos indican como varían los valores de la resistencia a la flexión resultadas luego de ensayar 9 vigas de concreto permeable sin agregado fino a los 7,14 y 28.

Como se observa, en la tabla 15 se puede observar los resultados de la resistencia a la flexión obtenidas luego de ser ensayadas 3 vigas de concreto permeable sin finos a los 7

días, logrando alcanzar una resistencia a la compresión media de 19.03 kg/cm<sup>2</sup> la cual representa el 67.96 % de la resistencia que se requiere. Luego la tabla 16 nos indica los resultados obtenidos de los ensayos de las vigas a la edad de 14 días, logrando una resistencia a la compresión media de 23.11 kg/cm<sup>2</sup>, que viene a ser el 82.54% de lo que se requiere en cuanto a su resistencia. Por último, se puede apreciar la tabla 17 que nos logra mostrar los valores de las 3 vigas de concreto poroso sin agregado fino, después de ser ensayadas a los 28 días, la cual logró alcanzar una resistencia a la flexión máxima de 27.77 kg/cm<sup>2</sup>, que viene siendo el 99.18 % de lo que se requiere en cuanto a su resistencia.

Así que habiéndose ensayado las vigas del diseño de concreto permeable con agregado fino y sin finos a los 7,14 y 28 días, los resultados obtenidos están entre los rangos que nos estable el ACI 522R-10, la cual menciona que la resistencia a la flexión del concreto poroso varía entre 1 Mpa. (10 kg/cm<sup>2</sup>) a 3.8 Mpa. (38 kg/cm<sup>2</sup>).

### Relación de la resistencia a la compresión y resistencia a la flexión del concreto permeable

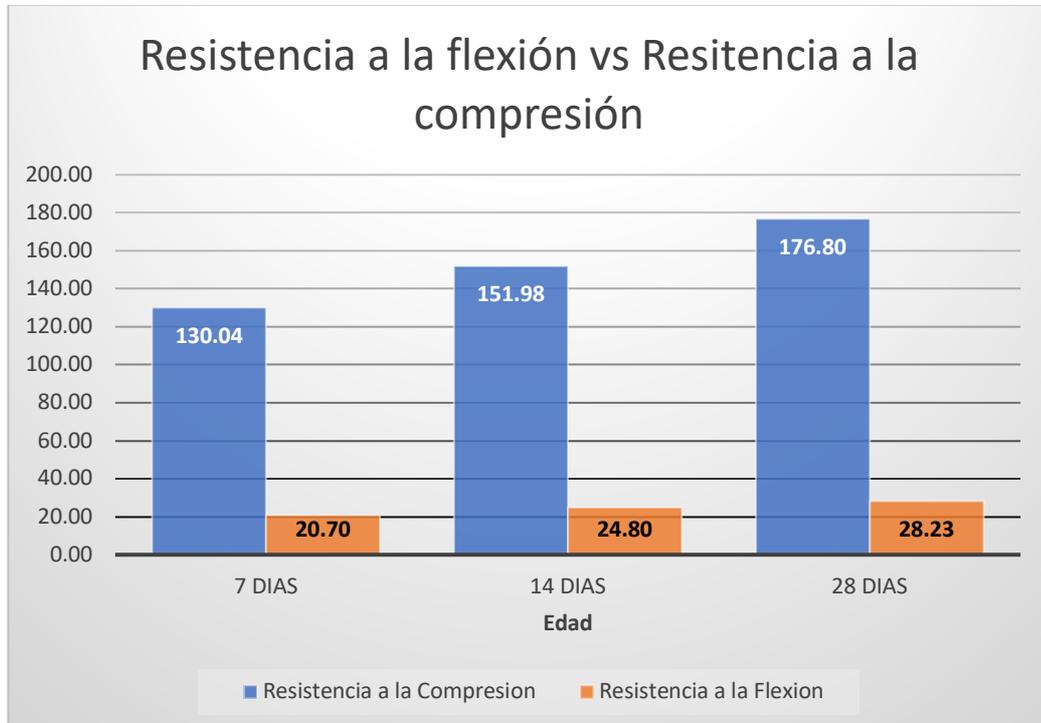


Figura 6 Resistencia a la flexión con relación a la resistencia a la compresión del concreto permeable con agregado fino.

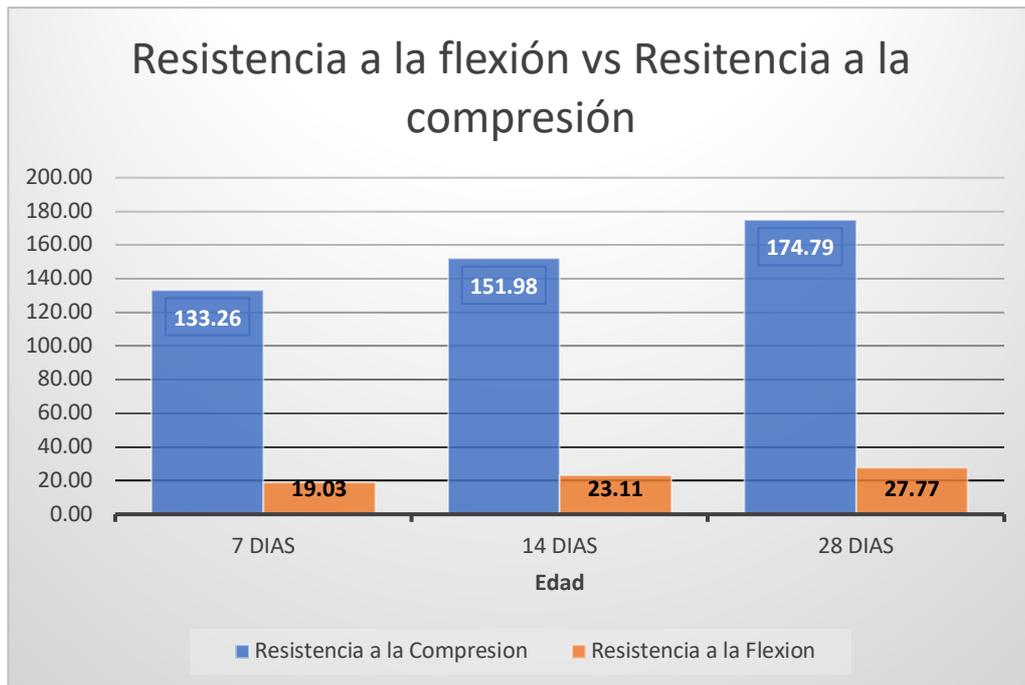


Figura 7 Resistencia a la flexión con relación a la resistencia a la compresión del concreto permeable sin agregado fino.

Lo que la norma ACI 522 R-10 nos indica que la resistencia a la flexión tiene que estar dentro del 10% y el 20% de la resistencia a la compresión, para que el concreto permeable pueda ser usado como estructura de pavimento.

Tal como se aprecia en la figura 6, la resistencia a la flexión de un concreto poroso habiéndose usado agregado fino alcanzo el 15.91% de su resistencia a la compresión a una edad de 7 días, el 16.32% de su resistencia a la compresión a los 14 días y el 15.97% de su resistencia a la compresión a los 28 días. A su vez la figura 7 nos indica que la resistencia a la flexión del concreto poroso donde no se usó agregado fino, alcanzo el 15.64% de su resistencia a la compresión a la de edad de 7 días, el 16.18% de su resistencia a la compresión a los 14 días y el 16.98% de su resistencia a la compresión a los 28 días, cumpliéndose así que en todos los casos la resistencia a la flexión se encontró entre el 10% y el 20% de la resistencia a la compresión como indica la norma.

## Módulo de Rotura del concreto permeable para ser usado como pavimento

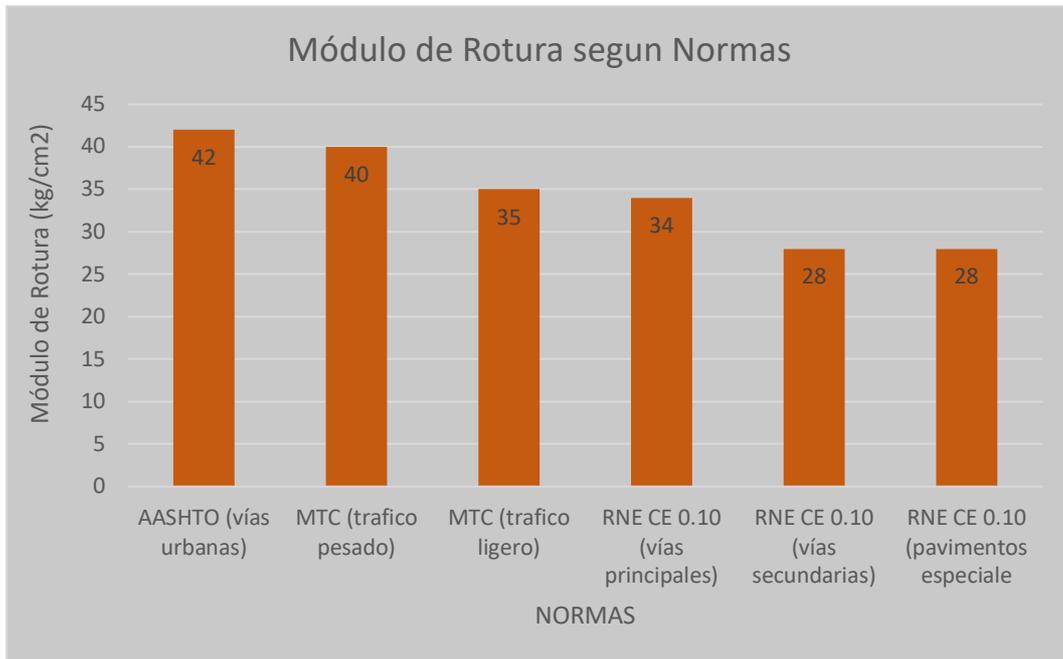


Figura 8 Módulo de rotura normalizadas por Normas para poder usar el concreto como Pavimento.

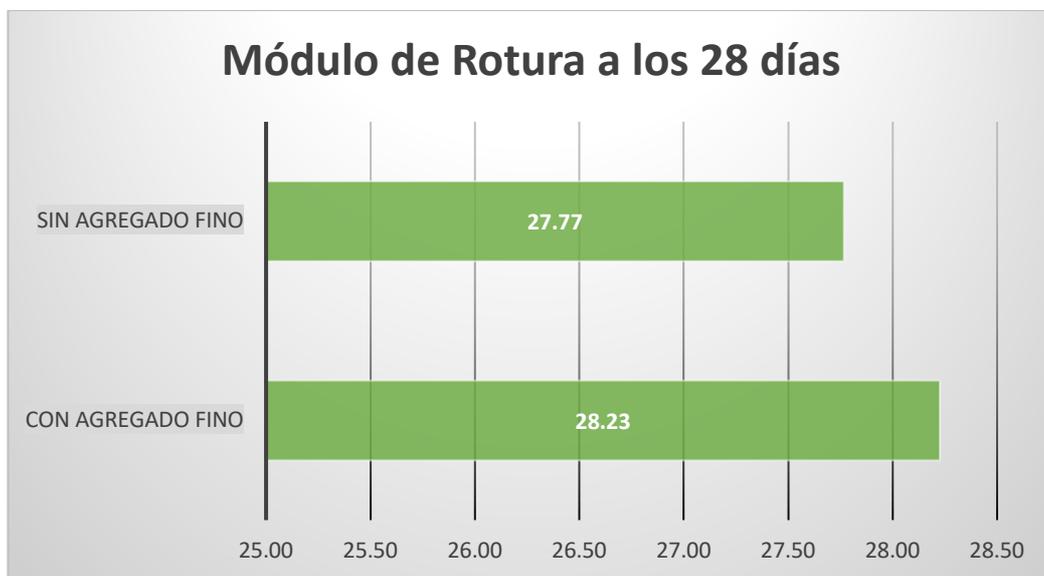


Figura 9 Modulo de Rotura alcanzados por el concreto permeable.

En la figura 8 podemos observar los Módulo de Rotura propuestos por las diferentes normas para poder ser utilizado el concreto como pavimentación, mientras que la figura 9 nos da a conocer el módulo de rotura que logro alcanzar nuestros pavimentos permeables, mostrándonos así que el concreto permeable que desarrollamos sin agregado

fino no puede ser usado en ningún tipo de vía pavimentada puesto que Modulo de Rotura solo llego a 27.77 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que el concreto permeable en el cual usamos agregado fino solo podría usarse como carpeta de pavimentación en vías secundarias o en pavimentaciones especiales según lo que nos indica el Reglamento Nacional de Edificaciones, dado que alcanzo como Modulo de rotura de 28.23 kg/cm<sup>2</sup>, siendo la resistencia mínima requerida por dicha norma de 28 kg/cm<sup>2</sup>.

### Relación del Porcentaje de vacíos y la Resistencia a Compresión

En la figura 10 podemos observar cómo cambia la resistencia a compresión en relación a la permeabilidad del concreto permeable diseñado con agregado fino y sin finos. Para el diseño en el que se utilizó agregado fino, el concreto permeable llego a alcanzar una resistencia a la compresión de 181.26 kg/cm<sup>2</sup>, teniendo 16.46% de porcentaje de vacíos. Mientras que para el diseño en el que no se utilizó agregado fino, el concreto poroso llego a alcanzar una resistencia a la compresión de 174.79 kg/cm<sup>2</sup>, teniendo un 17.52% de vacíos. Por lo cual se puede decir que mientras más porcentaje de vacíos tenga el concreto poroso, menos resistencia a la compresión tendría.

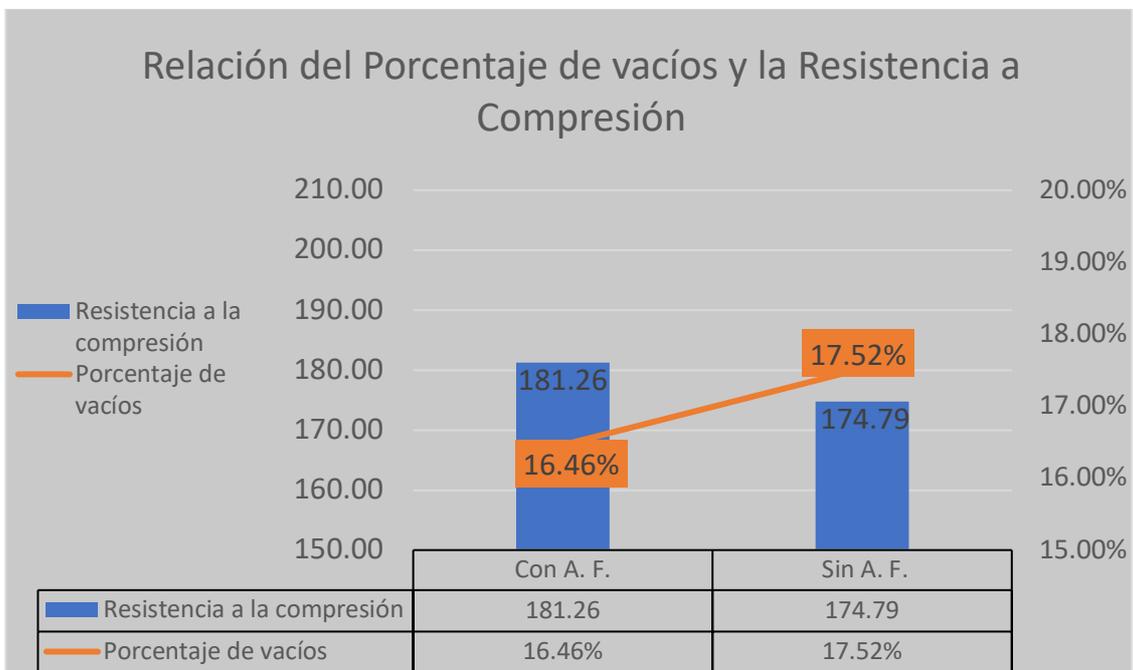


Figura 10 Relación del Porcentaje de Vacíos y la Resistencia a Compresión.

## Progreso de las resistencias a flexión y compresión del concreto permeable

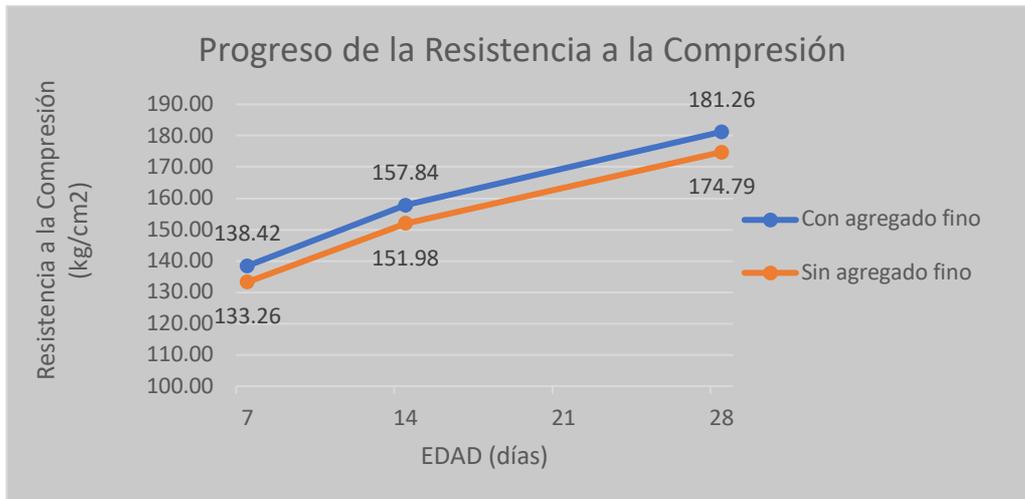


Figura 11 Progreso de las resistencias a la compresión del concreto poroso a diferentes edades.

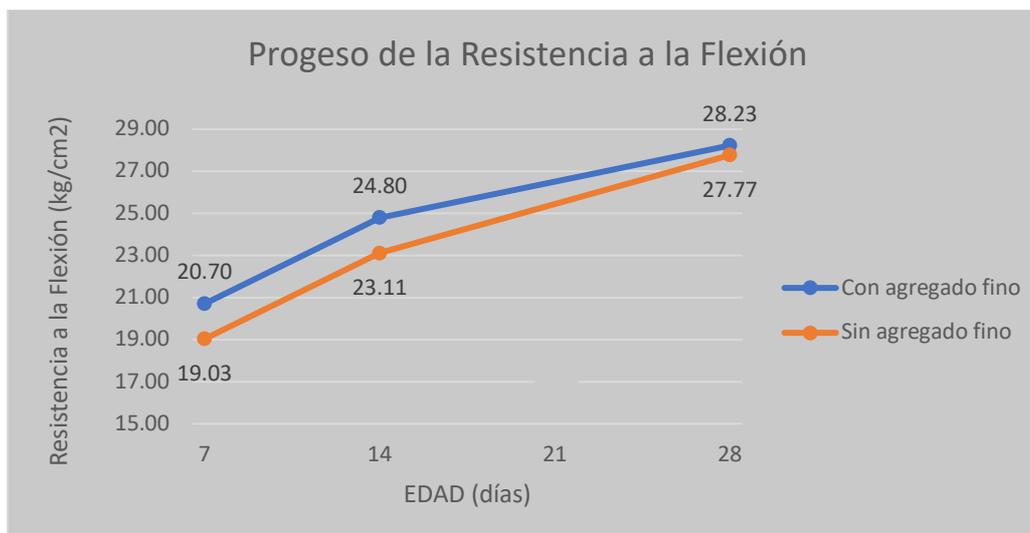


Figura 12 Progreso de las resistencias a la flexión del concreto poroso a diferentes edades.

Como se puede apreciar en la figura 11, nos indica que como fue progreso de la resistencia a la compresión del concreto poroso luego de cada ensayo de las briquetas a los 7, 14 y 28 días, dándose así un progreso constante en su resistencia a la compresión hasta alcanzar una resistencia alta. Por otro lado, en la figura 12 podemos observar cómo fue el progreso del módulo de rotura del concreto permeable luego de ser ensayadas, vigas a las edades de 7, 14 y 28 días siendo una progresión constante hasta alcanzar una alta resistencia.

## Evaluación de la Permeabilidad del concreto Poroso

### Permeabilidad

Para lograr desarrollar el ensayo de permeabilidad tuvimos que fabricar un permeámetro como indica el ACI 522R-10, el cual lo pueden observar en el anexo. Seguidamente de terminar nuestro permeámetro se procedió a colocar nuestras probetas cilíndricas dentro de las tuberías, para después saturar el equipo de agua hasta abarcar toda la probeta de concreto poroso, por último, se abre la válvula de agua para seguidamente tomar el tiempo.

Luego de obtener los tiempos que demoraron en pasar el agua y los datos requeridos usamos la ley de Darcy, dicha formula la encontramos en la ecuación N° 3.

Tabla 22 Coeficiente de permeabilidad del concreto permeable con agregado fino

COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD (CON AGREGADO FINO)								
MUESTRA	L (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	a (cm <sup>2</sup> )	h1 (cm)	h2 (cm)	t (s)	Ln(h <sub>1</sub> /h <sub>2</sub> )	K (cm/s)
19	15	471.24	471.24	30	25	13.25	0.1823	0.206
20	15	471.24	471.24	30	25	13.46	0.1823	0.203
21	15	471.24	471.24	30	25	12.95	0.1823	0.211
<b>PROMEDIO</b>								<b>0.207</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23 Coeficiente de permeabilidad del concreto permeable sin agregado fino.

COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD (SIN AGREGADO FINO)								
MUESTRA	L (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	a (cm <sup>2</sup> )	h1 (cm)	h2 (cm)	t (s)	Ln(h <sub>1</sub> /h <sub>2</sub> )	K (cm/s)
19	15	471.24	471.24	30	25	9.03	0.1823	0.303
20	15	471.24	471.24	30	25	10.95	0.1823	0.250
21	15	471.24	471.24	30	25	10.24	0.1823	0.267
<b>PROMEDIO</b>								<b>0.273</b>

Fuente: Elaboración propia

Seguidamente las tablas 18 y 19 nos pueden mostrar los coeficientes de permeabilidad del concreto poroso con agregado fino como sin agregado fino, luego de ser ensayadas 6 probetas a los 28 días.

Como se puede apreciar la tabla 18 nos logra brindar el coeficiente de permeabilidad del concreto que diseñamos con agregado fino, luego de ser ensayadas 3 probetas, cuyo dicho coeficiente promedio fue de 0.21 cm/s.

Como se puede apreciar la tabla 19 nos logra brindar el coeficiente de permeabilidad del concreto que diseñamos sin agregado fino, luego de ser ensayadas 3 probetas, cuyo dicho coeficiente fue de 0.27 cm/s.

Después de haber realizado el ensayo a cada diseño de concreto permeable se puede inferir que el diseño realizado sin agregado fino tiene un mayor coeficiente de permeabilidad que la realizada con agregado, por lo que tendría una mejor disposición para poder infiltrar el agua por toda su estructura, debido a que tendría un mayor porcentaje de vacíos.

### Permeabilidad en relación al Porcentaje de Vacíos

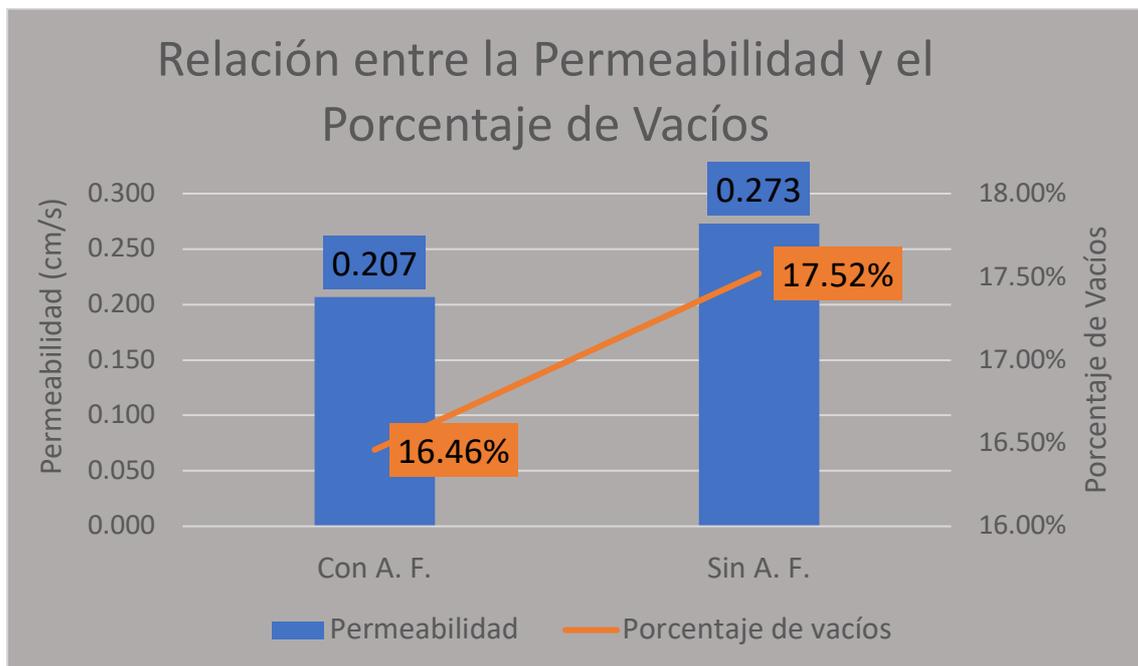


Figura 13 Permeabilidad en relación al Porcentaje de Vacíos.

Como se aprecia, la figura 13 nos indica la capacidad de infiltración de agua del concreto permeable en relación a su porcentaje de vacíos que se llegó a obtener. En el caso del concreto permeable que desarrollamos con agregado fino se obtuvo una permeabilidad de

0.21 cm/s contando con un 16.46% de vacíos real. Por otro lado, para el concreto permeable desarrollado sin finos, se alcanzó una permeabilidad de 0.27 cm/s teniendo un 17.52% de vacíos real. Por lo que se infiere que ha mientras más porcentaje de vacíos tenga el concreto poroso más coeficiente de permeabilidad obtendrá.

**Permeabilidad con relación a la resistencia a compresión y a flexión**

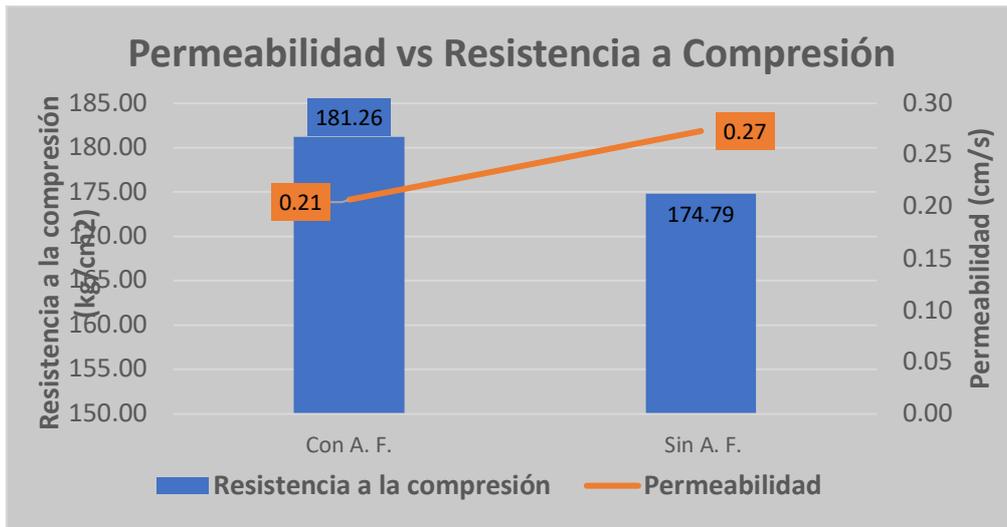


Figura 14 Permeabilidad vs Resistencia a la compresión

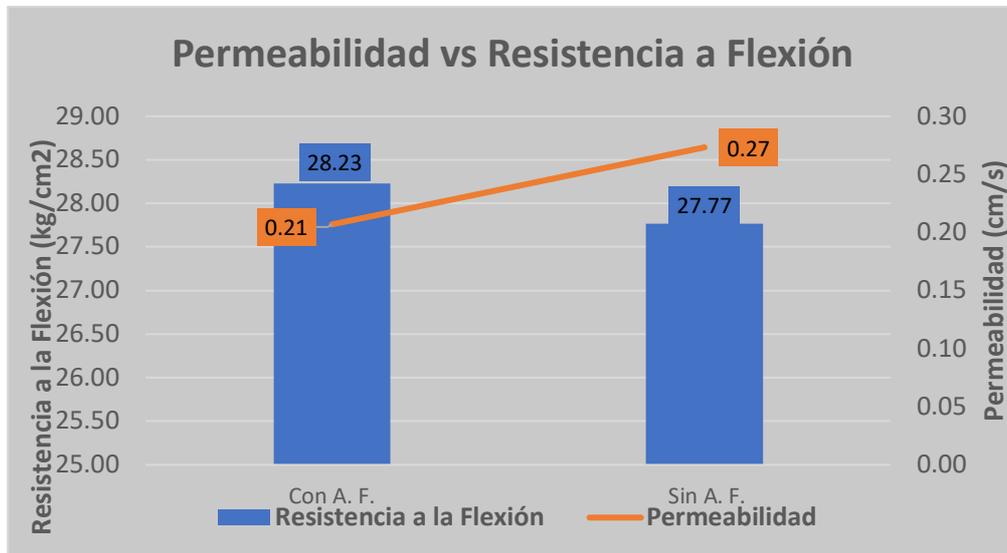


Figura 15 Permeabilidad vs Resistencia a Flexión

En las figuras 14 y 15 se puede observar la relación aparente que mantiene la permeabilidad del concreto permeable con su resistencia a compresión y a flexión.

En la figura 14 se aprecia los valores que alcanzo la resistencia a la compresión que fue de 181.26 kg/cm<sup>2</sup> con agregado fino, la cual tuvo a su vez una permeabilidad de 0.21 cm/s, y el concreto permeable desarrollado sin agregado fino la cual tuvo una resistencia a la compresión de 174.79 kg/cm<sup>2</sup> logro una permeabilidad mayor de 0.27 cm/s.

Luego en la figura 15 se aprecia los valores que alcanzo la resistencia a la flexión que fue de 28.23 kg/cm<sup>2</sup> con agregado fino, la cual tuvo a su vez una permeabilidad de 0.21 cm/s, y el concreto permeable desarrollado sin agregado fino la cual tuvo una resistencia a la flexión de 27.74 kg/cm<sup>2</sup> logro una permeabilidad mayor de 0.27 cm/s.

De esta manera en ambos casos se pudo observar que mientras más permeabilidad obtenga el concreto poroso, menos resistencia lograra, y en viceversa.

### Evaluación del concreto permeable con respecto a la demanda de precipitaciones

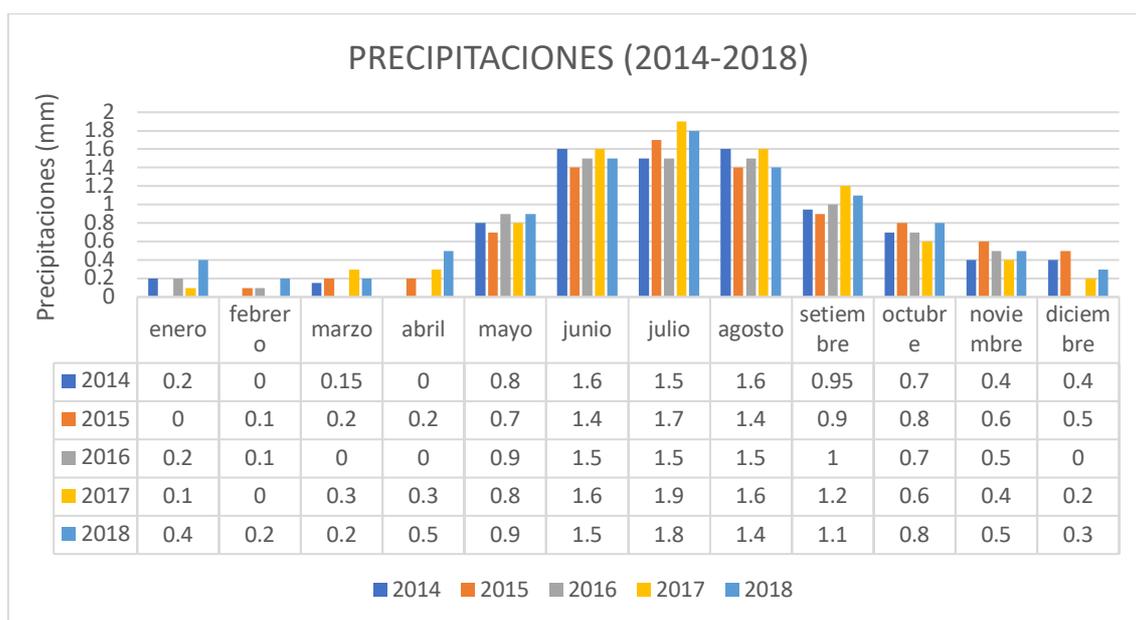


Figura 16 Volúmenes de la precipitación en Lima Sur en los últimos años.

Como se puede apreciar, la figura 14 nos indica la demanda de precipitaciones que han ocurrido en los últimos 5 años en la parte sur de Lima, lugar donde se encuentra el distrito de Villa María del Triunfo. Dándose así que en julio del 2017 se tuvo el mayor volumen de lluvia que fue de 1.9 mm.

Tabla 24 Permeabilidad del concreto permeable.

Descripción	Área de infiltración	
	cm/s	mm/s
Con A.F.	0.21	2.07
Sin A.F.	0.27	2.73

Fuente: Elaboración propia.

Como se aprecia en la tabla 20 nos dan los resultados de la capacidad de infiltración de agua a la que llego el concreto poroso, pudiendo así tener un manejo y control de las aguas provocadas por las lluvias. Para el caso del concreto poroso desarrollado con agregado fino se obtuvo que dicho concreto nos permite infiltrar 2.07 mm/s de aguas pluviales a través de su estructura. Y para el concreto sin agregado fino se obtuvo que dicho concreto puede infiltrar 2.73 mm/s de aguas pluviales a través de toda su estructura.

#### **Análisis de costos del concreto permeable o poroso**

A continuación, se hará el presupuesto para un m<sup>3</sup> del concreto permeable que elaboramos con agregado fino y sin agregado fino, por el cual hicimos el análisis de precios unitarios de cada concreto. En el cual consideramos el mismo rendimiento para cada concreto, y en cuanto a los precios de mano de obra los obtuvimos considerando la tabla salarial actual del año 2018/2019.

Tabla 25 Análisis de Precios Unitarios del Concreto Convencional

CONCRETO CONVENCIONAL F'C = 175 KG/CM2				C/U	287.33
RENDIMIENTO	20	m <sup>3</sup> /d	JORNADA	8	h/dia
Descripción de Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<i>Mano de obra</i>					60.61
OPERADOR DE MAQUINARIA	hh	1.00	0.40	10.57	10.97
CAPATAZ	hh	0.20	0.08	14.85	14.93
OPERARIO	hh	1.00	0.40	12.25	12.65
OFICIAL	hh	1.00	0.40	10.13	10.53
PEON	hh	6.00	2.40	9.13	11.53
<i>Material</i>					215.22
PIEDRA CHANCADA	m <sup>3</sup>		0.88	55.00	48.40
ARENA GRUESA	m <sup>3</sup>		0.51	35.00	17.85
CEMENTO	bls		7.08	21.00	148.68
AGUA	m <sup>3</sup>		0.21	1.37	0.29
<i>Equipo</i>					11.51
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.00	60.61	3.03
MEZCLADORA DE CONCRETO	hm	1.00	0.40	21.19	8.48

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 25 podemos observar el análisis de precios unitarios para un concreto convencional, dando un costo para un metro cubico de S/ 287.00.

Tabla 26 Análisis de Precios Unitarios del Concreto Permeable con agregado fino.

CONCRETO PERMEABLE (CON AGREGADO FINO) F'C = 180 KG/CM2				C/U	235.40
RENDIMIENTO	20	m3/d	JORNADA	8	h/dia
Descripcion de Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<i>Mano de obra</i>					60.61
OPERADOR DE MAQUINARIA	hh	1.00	0.40	10.57	10.97
CAPATAZ	hh	0.20	0.08	14.85	14.93
OPERARIO	hh	1.00	0.40	12.25	12.65
OFICIAL	hh	1.00	0.40	10.13	10.53
PEON	hh	6.00	2.40	9.13	11.53
<i>Material</i>					163.28
PIEDRA CHANCADA	m3		1.01	55.00	55.54
ARENA GRUESA	m3		0.14	35.00	5.04
CEMENTO	bls		4.80	21.00	100.80
AGUA	m3		0.09	1.37	0.13
cika Cem Plastificante	m3		0.03	65.00	1.77
<i>Equipo</i>					11.51
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.00	60.61	3.03
MEZCLADORA DE CONCRETO	hm	1.00	0.40	21.19	8.48

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27 Análisis de Precios Unitarios del Concreto Permeable sin agregado fino

CONCRETO PERMEABLE (SIN AGREGADO FINO) F'C = 174 KG/CM2				C/U	247.04
RENDIMIENTO	20	m3/d	JORNADA	8	h/dia
Descripcion de Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<i>Mano de obra</i>					60.61
OPERADOR DE MAQUINARIA	hh	1.00	0.40	10.57	10.97
CAPATAZ	hh	0.20	0.08	14.85	14.93
OPERARIO	hh	1.00	0.40	12.25	12.65
OFICIAL	hh	1.00	0.40	10.13	10.53
PEON	hh	6.00	2.40	9.13	11.53
<i>Material</i>					174.92
PIEDRA CHANCADA	m3		1.08	55.00	59.28
CEMENTO	bls		5.50	21.00	115.50
AGUA	m3		0.11	1.37	0.14
cika Cem Plastificante	m3		0.03	65.00	2.02
<i>Equipo</i>					11.51
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.00	60.61	3.03
MEZCLADORA DE CONCRETO	hm	1.00	0.40	21.19	8.48

Fuente: Elaboración propia

Así en la tabla 26 podemos observar el análisis de precios unitarios del concreto permeable con agregado fino, en el cual consideramos el mismo rendimiento de la elaboración de un concreto convencional, donde también usamos las cantidades que resultaron en las dosificaciones del diseño para este concreto. Teniendo un costo para un metro cubico de S/ 235.00

Así también la tabla 27 nos muestra el análisis de precios unitarios del concreto permeable en el cual no usamos agregado fino, considerando las cantidades de materiales que resultaron de la dosificación en el diseño para este concreto, teniendo un costo para un metro cubico de S/247.00.

Por lo cual, comparando los costos por metro cubico de los concreto en mención, se puede decir que ambos concretos permeables tienen un menor costo que el del concreto convencional.

#### IV. DISCUSIÓN

En esta parte de la investigación se presentarán, discutirán y debatirán los resultados obtenidos con los dados por la teoría y trabajos previos ya mencionados. Esta discusión ira desde ratificar los resultados ya dados en los trabajos previos hasta debatir dichos resultados refutando los resultandos en mención y de las teorías.

Para los autores (Moujir Yalil, y otros, 2015) en su investigación la cual tiene por nombre “Diseño y Aplicación de Concreto Poroso para Pavimento”, diseñaron 2 tipos de concreto permeable uno agregando finos y el otro solo con agregado grueso llegando a una resistencia la compresión de 228.10 kg/cm<sup>2</sup> y 210.50 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, en cuanto a los módulos de rotura estos autores obtuvieron 37.49 kg/cm<sup>2</sup> en el concreto permeable en el que usaron agregado fino, y en el que solo usaron agregado grueso obtuvieron 35.98 kg/cm<sup>2</sup>, siendo estos valores, tanto en la resistencia a la compresión y flexión, superiores a las obtenidas en la presente investigación debidamente al menor porcentaje de vacíos que este presenta que es de 15% y a los 2 aditivos que uso tanto para tener una mejor manejabilidad de la mezcla y una mejor resistencia. En lo que concierne al coeficiente de permeabilidad el valor que obtuvieron estos autores en su investigación es de 1.45 mm/s y 2.57 mm/s, siendo estos valores similares a los obtenidos en la presente investigación.

Para los autores (Paucar Curasma, y otros, 2018) En su investigación la cual tiene por título “Influencia del agregado grueso de la cantera del río Ichu en el concreto permeable para pavimentos de bajo tránsito - f'c 175kg/cm<sup>2</sup>”, diseñaron 3 tipos de concreto permeable usando 3 tamaños de agregado grueso diferente para cada tipo, siendo los tamaños de 3/8”, 1/2” y 3/4”, siendo el de 3/4” el que obtuvo una mayor resistencia a la compresión llegando a alcanzar un valor de 145.21 kg/cm<sup>2</sup>, en cuanto a los módulos de rotura el que obtuvo el mayor resistencia fue también el realizado con agregado de 3/4” obteniendo un valor de 22.59 kg/cm<sup>2</sup>, siendo estos valores, tanto en la resistencia a la compresión y flexión, menores a las obtenidas en comparación a la presente investigación debidamente al mayor porcentaje de vacíos que este presenta que es de 24 % y a los diferentes propiedades de los agregados. En lo que concierne al coeficiente de permeabilidad, los valores que obtuvieron fueron de 0.29 cm/s, 0.32 cm/s y 0.35 cm/s, siendo estos valores mayores a los obtenidos en la presente investigación debido a que

poseen un mayor porcentaje de vacíos siendo de 24% teniendo así una mejor capacidad de infiltración.

En la investigación realizada por (Falcon Baldeon , y otros, 2016), la cual tiene por título “Diseño de un pavimento rígido permeable, con agregados de la cantera Chollqui, para el drenaje urbano en estacionamiento en la Ciudad de Huánuco”, usaron una relación a/c de 0.28 y un porcentaje de vacíos del 15% , logrando alcanzar un esfuerzo a la compresión de 130.73 kg/cm<sup>2</sup> y una fuerza a la flexión de 27.09 kg/cm<sup>2</sup>, dichos valores estuvieron por debajo a los obtenidos en la presente investigación (en el cual se usó una relación más alta, teniendo un valor de 0.45 y un porcentaje de vacíos de 17%), siendo más resaltante en lo que concierne a la resistencia a la compresión, ya que nosotros alcanzamos resistencias de 174 kg/cm<sup>2</sup> y 181 kg/cm<sup>2</sup>, donde se nota una amplia diferencia, por otro lado en el resultado de resistencia a la flexión, ahí sí estuvieron muy cercanos los valores ya que nosotros obtuvimos los valores de 27.77 kg/cm<sup>2</sup> y 28. Kg/cm<sup>2</sup>.

En la investigación realizada por Daniel Pérez Ramos, titulada “Estudio experimental de concretos permeables con agregados andesíticos, México”, cuya investigación desarrollo concretos permeables con 15% y 20% de porcentaje de vacíos. El concreto permeable con 15% de vacíos, alcanzo una resistencia a la compresión promedio de 196 kg/cm<sup>2</sup>, y una resistencia a la flexión de 41 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que el concreto permeable con 20% alcanzo menores valores tanto a compresión y a flexión, llegando a 165 kg/cm<sup>2</sup> de resistencia a compresión y 37 kg/cm<sup>2</sup> de resistencia a flexión. Observándose que los valores de las resistencias obtenidas con un 20% de vacíos, son mayores a los alcanzados en comparación a la presente investigación, en cuanto al concreto permeable con 15% de vacíos, su resistencia a la compresión estuvo por debajo a los valores obtenidos en nuestra investigación, sin embargo, en su resistencia a la flexión alcanzo un mayor valor. En cuanto a la permeabilidad la investigación realizada por Daniel Pérez Ramos tuvo un coeficiente de permeabilidad en promedio de 0.48 cm/s siendo este un valor por encima al obtenido en la presente tesis.

## V. CONCLUSIONES

1. Se logró determinar que el comportamiento del concreto permeable mejoraría en gran medida el drenaje urbano debido a su capacidad de infiltración de agua que posee, teniendo así un mejor manejo y control de aguas pluviales, pero que no se podría usar cualquier tipo de concreto poroso, ya que este, debería estar diseñado para poseer las resistencias requeridas para poder ser usada como capa de rodadura.
2. Se logró elaborar dos diseños de concreto permeable, para uno, en el cual fue elaborado usando agregado fino, se usó una relación a/c de 0.45, un volumen de pasta de 25 y el cual tubo 16.46% de vacíos, alcanzando una resistencia a la compresión de 181.23 kg/cm<sup>2</sup> y un módulo de rotura de 28. kg/cm<sup>2</sup>, y para el otro diseño en el que no se usó agregado fino, se usó una relación a/c de 0.45, un volumen de pasta de 22% y el cual tubo 17.52% de vacíos, dicho diseño alcanzo una resistencia a la compresión de 163.46 kg/cm<sup>3</sup> y un módulo de rotura de 27.77 kg/cm<sup>2</sup>. En ambos diseños, los valores en sus resistencias a la flexión y compresión, se encuentran en el rango establecido por la norma ACI 522R-10.
3. Se evaluó ambos diseños de concreto poroso, tomando en consideración diferentes normas, considerando los requerimientos mínimos como se aprecia en la tabla 25, en cuanto a la resistencia a la compresión y flexión, dándonos como resultado que el concreto diseñado sin agregado fino, no cumple con ninguno de los requerimientos mínimos de resistencia dadas por las normas mencionadas. Por otro lado, el concreto permeable diseñado con agregado fino, sería adecuado para poder ser usado solo en vías secundarias o en pavimentos especiales, ya que cumple con los requerimientos mínimos de resistencia a flexión y compresión según la norma CE.010 Pavimentos Urbanos del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Tabla 28 Comparación con las Resistencias Requeridas

DESCRIPCION	Resistencia a la Compresion	Modulo de Rotura
ACI 522R-10.	75 - 280 kg/cm <sup>2</sup>	10 - 38 kg/cm <sup>2</sup>
RNE CE 0.10 (Vias Secundarias y pavimentos especiales)	175 kg/cm <sup>2</sup>	28 kg/cm <sup>2</sup>
Concreto permeable elaborado con A.F	181.26 kg/cm <sup>2</sup>	28.23 kg/cm <sup>2</sup>
Concreto permeable elaborado sin A.F	174.79 kg/cm <sup>2</sup>	27.77 kg/cm <sup>2</sup>

4. Se evaluó ambos diseños de concreto permeable, tomando en consideración la demanda de precipitaciones ocurrida en los últimos 5 años en el sector donde se encuentra el distrito de Villa María del Triunfo, y para ambos casos el coeficiente de permeabilidad, podría cubrir dicha de manda de lluvias, dando así un eficiente sistema de drenaje.

Tabla 29 Comparación de la permeabilidad

DESCRIPCION	Permeabilidad cm/s	Precipitacion maxima en el distrito de V.M.T (cm/s)
ACI 522R-10.	0.20 a 0.54	<b>0.19 cm/s</b>
Concreto permeable elaborado con A.F	0.21	
Concreto permeable elaborado sin A.F	0.27	

Fuente: Elaboración propia

## VI. RECOMENDACIONES

- Para el diseño se recomienda seguir los criterios que nos brinda la norma ACI 522 R-10 dados en su reporte llamado “Reporte de concreto poroso”.
- En el proceso de mezclado se recomienda primero vaciar todo el agregado grueso a la mezcladora, seguidamente vaciar una parte del agua de diseño luego se echa el cemento para después ir echando el agua gradualmente hasta terminarla toda.
- En la elaboración de las probetas y viguetas se recomienda no excederse en la compactación, ya que un exceso de compactación puede provocar que los poros sean obstruidos, reduciendo su capacidad de infiltración.
- Después de haber culminado esta tesis, se recomienda continuar otras que fortalezcan esta investigación.

“Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto permeable elaborado con canto rodado frente al de piedra chancada”. En esta investigación se busca evaluar si el concreto permeable elaborado con canto rodado puede alcanzar mayores valores a los que suele obtener el elaborado con piedra chancada, en lo que respecta a sus propiedades mecánicas, como lo son la resistencia a compresión, resistencia a flexión, y permeabilidad; determinando así, cual sería una mejor opción.

“Influencia de la granulometría del agregado y la relación agua/cemento en el diseño de concreto permeable”. En esta investigación se busca determinar que influencia tiene la granulometría del agregado y la relación de agua/cemento, en el comportamiento del concreto permeable, para poder obtener una óptima dosificación en el diseño.

## REFERENCIAS

**AIRE Untiveros, Carlos, MÁXIMO Mendo, Carlos Javier y PEREZ, Daniel. 2013.** Hormigón permeable: Estudio experimental usando andesitas de 9,5 y 19,0 mm. Mexico : Revista Técnica Cemento-Hormigón, 2013.

**ALCALDE Paredes, Susan Grettel. 2015.** Evaluación del agregado proveniente de la cantera Rio Cajamarquino para la elaboración de concreto permeable para pavimento rígido, Cajamarca 2015". cajamarca : Universidad Privada del Norte , 2015.

**ANDER-EGG, Ezequiel .** How to make effective meetings. España : Editorial CCS, 2002.  
ISBN: 84-8316-497-3.

**ARGIBAY, Juan Carlos.** Técnicas de muestreo. Representatividad de la muestra. Validez externa. [aut. libro] Juan Carlos Argibay. MUESTRA EN INVESTIGACION CUANTITATIVA. Buenos Aires : Subjetividad y Procesos Cognitivos, 2010, Vol. 13.

**BAÑÓN Blasquez, Luis.** Manual de Carreteras. España : Ortiz e Hijos, Contratista de Obras, S.A., 2002. ISBN 84-607-0123-9, 2002.

**BARAHONA Aguiluz, Rene Alexis, MARTINEZ Guerrero, Marlon Vladimir y ZELAYA Zelaya, Steven Eduardo.** Comportamiento del concreto permeable utilizando agregado grueso de las canteras, El Carmen, Aramuaca y La Pedrera, de la Zona Oriental de El Salvador. El Salvador : Universidad de El Salvador, 2013.

**CABELLO Sequera , Sandra , CAMPUZANO Vera, Luisana y SÁNCHEZ Mendieta , Carlos.** Concreto poroso: Constitución, Variables influyentes y Protocolos para su caracterización. Ecuador : CUMBRES, Revista Científica, 2015. Vol. I.  
ISSN 1390-9541.

**CAMACHO Sandoval, Jorge.** Investigación, poblaciones y muestra. San José, Costa Rica : Limusa Noriega Editores, 2007. Vol. 49.

ISSN 0001-6002.

**CASTAÑEDA U., Luis Felipe y MOUJIR Yalil , Felipe.** Diseño y Aplicacion del de Concreto Poroso como Pavimentos. Santiago de Cali : Pontificia Universidad Javeriana, 2014.

**CIRIA.** The SuDS Manual. Londres : CIRIA, 2007.

**CORRAL Yadira. 2012.** VALIDITY AND RELIABILITY OF THE INSTRUMENTS TO COLLECT DATA. Valencia : Revistas Ciencias de la educacion, 2012. Vol. 19. ISSN 5619-2091.

**FALCON Baldeon , Francly Azael y Santos Nieto, Juan Manuel . 2016.** Capa de Rodadura. Diseño de un pavimento rígido permeable, con agregados de la cantera Chullqui, para el drenaje urbano en estacionamiento en la Ciudad de Huánuco. Huanuco : Universidad Nacional Hermilio Valdizán, 2016.

**FERNÁNDEZ Arrieta, Roberto J. y Navas Carro, Alejandro . 2011.** Diseño de mezclas para evaluar su resistencia a la compresión uniaxial y su permeabilidad. Costa Rica : Revista UCR, 2011. Vol. I. 1542-0872.

**GROMAIRE-Mertz, M., y otros. 1999.** Water Science and Technology. [aut. libro] M. Gromaire-Mertz, y otros. Characterisation of urban runoff pollution in Paris. Paris : s.n., 1999.

**GUIZADO Barrios, Agneth Xiomy y CURI Grados , Elvis Ricardo Piero.** Evaluación del concreto permeable como una alternativa para el control de las aguas pluviales en vías locales y pavimentos especiales de la costa noroeste del Perú. lima : Pontificia Universidad Católica del Perú. 2017

**GUZMAN R., Jesus, y otros.** METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION: Las variables. Venezuela : IMPM-UPEL EL TIGRE. 2013

**HERNÁNDEZ Sampieri, Roberto , FERNÁNDEZ Collado, Carlos y BAPTISTA Lucio, Pilar. 2010.** Investigation Methodology. Mexico : Mc Graw Hill Education, 2010.

**HURTADO de Barrera, Jacqueline . 2000.** Metodologia de investigacion holistica. Caracas : s.n. 2000

**IMCYC.** Construction an Technology in Concrete. [En línea].[fecha de consulta: 15 de Octubre de 2018.] Disponible en: <http://www.imcyc.com/revistacyt/jun11/arttecnologia.htm>.

**INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y EL CONCRETO.** Construccion y Tecnologia en Concreto. Concreto Permeable: Alternativas Sostenibles. [En línea] 5 de agosto de 2010. [fecha de consulta: 10 de octubre de 2018.]. disponible en: <http://www.imcyc.com/revistacyt/jun11/arttecnologia.htm>.

**KERLINGER, Freed. 2002.** Enfoque conceptual de la Investigación del comportamiento. Mexico : Interamericana. 2002  
ISBN: 968250771.

**LAGUNA Aleman, Jose y Piedrahita Gonzales, Orlando. 2017.** Estudio comparativo de mezclas de concreto poroso usando materiales disponibles en Cartagena de Indias para uso de pavimentos en parqueaderos. Cartagena de Indias D.T.Y.C. : Universidad de Cartagena, 2017.

**LONDOÑO Palacio, Olga, Maldonado Granados, Luis y Calderon Villafanez, Liccy.** Guías Para Construir Estados del Arte. Bogota : International Corporation of Networks of Knoladge, 2014.

**MALDONADO , A. y Paredes , L.** Soluciones tecnológicas para el diseño de secciones permeables en vías urbanas en la ciudad de Tarapoto. el salvador : s.n. 2015

**MULLIGAN, Ann Marie.** Attainable Compressive Strength Of Pervious. Florida :

University of Central Florida. 2015

**NATIONAL Concrete Pavement Technology Cente.** Mix design development for pervious concrete in cold weather. United States : Center for Transportation, Iowa State University, 20016. Vol. 12, 2016.  
ISSN 3241-0143.

**PALELLA Stracuzzi y Martins Pestana, Feliberto .** Metodología de la investigación cuantitativa. Caracas : Fondo Editorial de la UPEL. 2012

**PAUCAR Curasma, Yesica y Morales de la Cruz, Franciss.** Influencia del agregado grueso de la cantera del río Ichu en el concreto permeable para pavimentos de bajo tránsito - f'c 175kg/cm<sup>2</sup>. Hunacavelica : Universidad Nacional de Huancavelica , 2018.

**PEREZ Ramos, Daniel.** Estudio experimental de concretos permeables con agregados andesíticos. México, D. F : Universidad Nacional Autónoma de México, 2009.

**PÉREZ Vera, Monserrat Gabriela, OCAMPO Botello, Fabiola y SÁNCHEZ Pérez, Karoll REBECA.** Aplicación de la metodología de la investigación. Guadalajara : RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo, 2015. Vol. 6.  
ISSN 2007 - 7467.

**QUISBERT Vargas , Misae y Ramírez Flores , Dennis.** Objetivos de la investigación científica. La Paz : Universidad Mayor de San Andrés, 2011.  
ISSN 2304-3768.

**RODAS Ralda, Natalia Ixchel.** Desarrollo y uso de bloques de concreto permeable en senderos ecologicos. Guatemala : Universidad de San Carlos de Guatemala, 2012.

**RODRIGUEZ Pañuelas, Marco Antonio.** Métodos de investigación: Diseño de proyectos y desarrollo de tesis en ciencias administrativas, organizacionales y sociales. México : Editorial Pandora, 2008.

**RODRÍGUEZ Peñuelas, M. A.** El proceso de modernización de la empresa hortícola sinaloense. [aut. libro] M. A. Rodríguez Peñuelas. El caso de la empresa Agrícola San Isidro. Guadalajara : s.n., 2003.

**ROJAS Cairampoma, Marcelo.** Types of scientific research: a simplification of the complicated incoherent. Quito : REDVET, 2015. Vol. 16. ISSN 1695-7504.

**TECHNOLOGY NATIONAL CONCRETE PAVEMENT.** Mix design development for pervious concrete in cold weather. United States : Center for Transportation, Iowa State University, 2006. Vol. 3. ISSN 1098-2431.

**TORRES Abello, Andres.** Apuntes de clase sobre Hidrología Urbana. Colombia : Editorial Pontificia Universidad Javeriana, 2004.

**VALDRAMA Mendoza, Santiago.** Pasos para elaborar proyectos de Investigación Científica. Lima : San Marcos, 2013.

**VÉLEZ, Ligia M.** Permeabilidad y Porosidad en Concreto. Medellín : TecnoLogicas, 2010. Vol. I.  
ISSN 0123-7799.

**YEPES F y Jatitva F. 2014.** Desarrollo de hormigones permeables enfocado al diseño de mezclas, construcción de obras y a la protección ambiental, basado en las *normas ACI, ASTM e INEN, Quito*. Quito : s.n., 2014.

## ANEXOS

### ANEXO 1 MATRIZ DE CONSISTENCIA

**TÍTULO:** USO DEL CONCRETO PERMEABLE EN PAVIMENTOS PARA MEJORAR EL SISTEMA DE DRENAJE EN LAS VIAS DE V.M.T 2019

Autor: Jordin Tarrillo Ruiz

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p><b><u>PROBLEMA GENERAL</u></b></p> <p>¿El uso del concreto permeable, en pavimentos puede mejorar el drenaje urbano en las vías de V.M.T 2019?</p> <p><b><u>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</u></b></p> <p>¿Es posible elaborar dos diseños de mezcla de concreto permeable para su uso en pavimentos como sistema drenaje urbano en las vías de V.M.T 2019?</p> <p>¿Los diseños de mezcla cumplen con los requerimientos mínimos de resistencia a la compresión y flexión del concreto permeable para su uso en pavimentos como sistema de drenaje urbano en las vías de V.M.T 2019?</p> <p>¿Los diseños de mezcla elaboradas pueden cumplir con la demanda mínima de permeabilidad del concreto permeable para mejorar el sistema de drenaje en las vías de V.M.T 2019?</p>	<p><b><u>OBJETIVO GENERAL</u></b></p> <p>Determinar si el uso del concreto permeable en pavimentos mejoraría el sistema de drenaje en las vías de V.M.T 2019.</p> <p><b><u>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</u></b></p> <p>Realizar dos diseños de mezcla de concreto permeable para evaluar el uso del concreto permeable como sistema drenaje urbano en las vías de V.M.T 2019.</p> <p>Evaluar los diseños de mezcla realizadas respecto a los requerimientos mínimos de la resistencia a la compresión y flexión del concreto permeable como sistema de drenaje urbano en las vías de V.M.T 2019.</p> <p>Evaluar los diseños de mezcla de acuerdo a la demanda mínima de permeabilidad del concreto permeable como sistema de drenaje urbano en las vías de V.M.T 2019.</p>	<p><b><u>HIPÓTESIS GENERAL</u></b></p> <p>El uso del concreto permeable en pavimentos si mejora el sistema de drenaje urbano en las vías de V.M.T 2019.</p> <p><b><u>HIPÓTESIS ESPECÍFICOS</u></b></p> <p>Si es posible realizar dos diseños de mezcla para evaluar el uso del concreto permeable en pavimentos como sistema de drenaje urbano en las vías de V.M.T 2019.</p> <p>Los diseños de mezcla elaboradas si cumplen con los requerimientos mínimos de resistencia a la compresión y flexión del concreto permeable en pavimentos como sistema de drenaje urbano en las vías de V.M.T 2019.</p> <p>Los diseños de mezcla elaboradas si cumplen con la demanda mínima de permeabilidad del concreto permeable como sistema de drenaje urbano en las vías de V.M.T 2019.</p>	<p><b>V1:</b> Concreto Permeable</p> <p><b>V2:</b> Drenaje Vial</p>	<p><b>Propiedades en estado fresco</b></p> <p><b>Propiedad Mecánica</b></p> <p><b>Propiedad hidráulica</b></p>	<p><b>Revenimiento</b></p> <p><b>Resistencia a la compresión</b></p> <p><b>Resistencia a la flexión</b></p> <p><b>Permeabilidad</b></p>	<p><b><u>TIPO DE INVESTIGACIÓN:</u></b> Aplicada</p> <p><b><u>NIVEL:</u></b> Correlacional</p> <p><b><u>DISEÑO DE INVESTIGA.:</u></b> Experimental</p> <p><b><u>ENFOQUE:</u></b> Cuantitativo</p> <p><b><u>POBLACIÓN:</u></b> Todas las probetas de concreto permeable del laboratorio de materiales de la UNI</p> <p><b><u>MUESTREO:</u></b> No probabilístico, intencional</p> <p><b><u>MUESTRA:</u></b> 42 especímenes de concreto permeable</p> <p><b><u>INSTRUMENTOS:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Fichaje</li> <li>➤ Ensayos de laboratorio</li> </ul>

## ANEXO 2: CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO GRUESO

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
**LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZALES DE LA COTERA"**

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por  
**ABET**  
 Accreditation Board for engineering and Technology  
 Engineering Technology Accreditation Commission

Pág. 4 de 5

### ANEXO 2

EXPEDIENTE N° : 19-1528

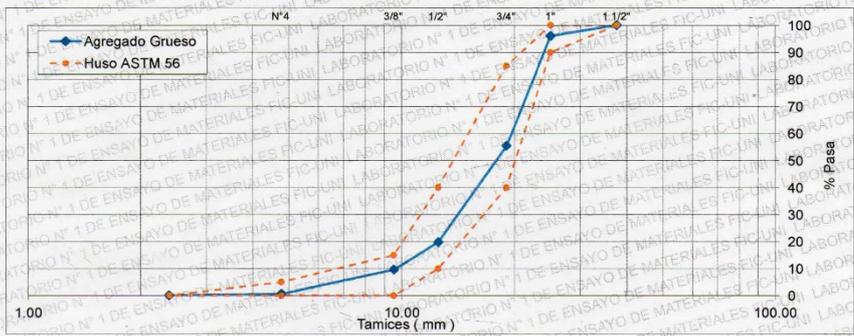
#### 1. CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO GRUESO :

Consiste en una Muestra de PIEDRA CHANCADA procedente de la cantera S.J.L.

##### A) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TAMIZ		% RET.	% RET. ACUM.	% PASA	% PASA HUSO ASTM 56
(Pulg)	(mm)				
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	100.0	100
1"	25.00	4.0	4.0	96.0	90 - 100
3/4"	19.00	40.6	44.6	55.4	40 - 85
1/2"	12.50	35.6	80.2	19.8	10 - 40
3/8"	9.50	10.2	90.5	9.5	0 - 15
N°4	4.75	9.0	99.5	0.5	0 - 5
FONDO		0.5	100.0	0.0	

##### B) CURVA DE GRANULOMETRÍA



##### C) PROPIEDADES FÍSICAS

Módulo de Fineza	7.32
Peso Unitario Suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1413
Peso Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1642
Peso Específico (g/cm <sup>3</sup> )	2.63
Contenido de Humedad (%)	0.40
Porcentaje de Absorción (%)	0.75

#### 2. OBSERVACIONES:

1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Ing. M. A. Tejada S.  
 Técnico : Sr. T.M.T.

#### NOTAS:

- Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

**UNI-LEM**  
 La Calidad es nuestro compromiso  
 Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
 apartado 1301 - Perú  
 (511) 381-3343  
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe  
 lem@uni.edu.pe  
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



# ANEXO 3: CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO FINO



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
**LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZALES DE LA COTERA"**

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por  
**ABET**  
Accreditation Board for Engineering and Technology  
**Engineering Technology Accreditation Commission**

## ANEXO 1

EXPEDIENTE N° : 19-1528

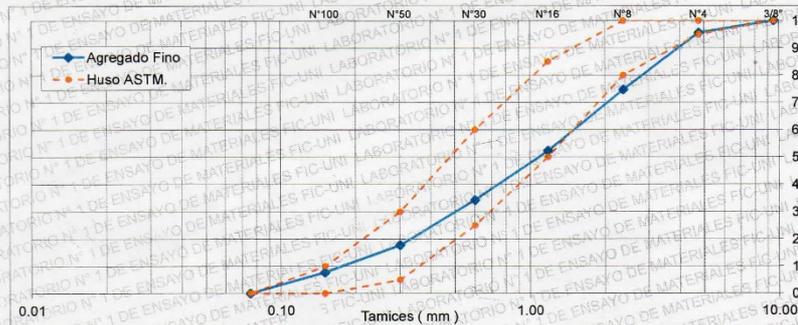
### 1. CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO FINO :

Consiste en una Muestra de ARENA GRUESA procedente de la cantera S.J.L.

#### A) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TAMIZ (Pulg)	(mm)	% RET. RET.	% RET. ACUM.	% PASA PASA	% PASA HUSO ASTM
3/8"	9.50	0.0	0.0	100.0	100
N°4	4.75	4.5	4.5	95.5	95 - 100
N°8	2.36	20.8	25.4	74.6	80 - 100
N°16	1.18	22.4	47.8	52.2	50 - 85
N°30	0.60	18.1	65.8	34.2	25 - 60
N°50	0.30	16.5	82.4	17.7	5 - 30
N°100	0.15	10.0	92.4	7.7	0 - 10
FONDO		7.7	100.0	0.0	

#### B) CURVA DE GRANULOMETRÍA



#### C) PROPIEDADES FÍSICAS

Módulo de Fineza	3.18
Peso Unitario Suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1528
Peso Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1722
Peso Específico (g/cm <sup>3</sup> )	2.60
Contenido de Humedad (%)	1.98
Porcentaje de Absorción (%)	0.81

### 2. OBSERVACIONES:

1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Ing. M. A. Tejada S.  
 Técnico Sr. T.M.T.

#### NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



**UNI-LEM**  
 La Calidad es nuestro compromiso  
 Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
 apartado 1301 - Perú  
 (511) 381-3343  
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe  
 lem@uni.edu.pe  
 Laboratorio de Ensayo  
 de Materiales - UNI



# ANEXO 3: CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO GLOBAL

## ANEXO 3

EXPEDIENTE N° : 19-1528

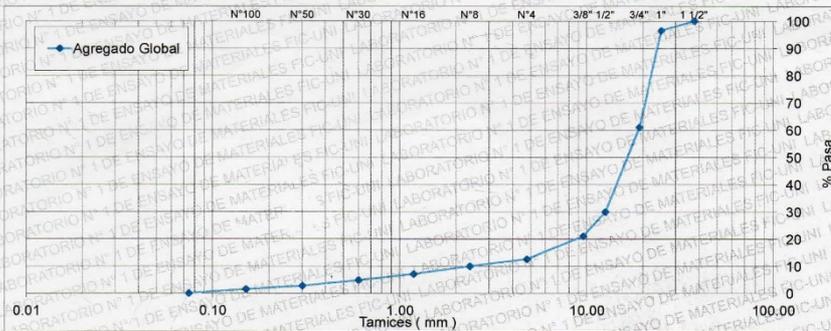
### 1. CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO GLOBAL :

Consiste en una combinación de ARENA GRUESA procedente de la cantera S.J.L. y PIEDRA CHANCADA procedente de la cantera S.J.L.

#### A) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TAMIZ		% RET.	% RET. ACUM.	% PASA
(Pulg)	(mm)			
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	100.0
1"	25.00	3.5	3.5	96.5
3/4"	19.00	35.5	39.0	61.0
1/2"	12.50	31.1	70.1	29.9
3/8"	9.50	8.9	79.0	21.0
N°4	4.75	8.5	87.5	12.5
N°8	2.36	2.6	90.1	9.9
N°16	1.18	2.8	93.0	7.0
N°30	0.60	2.3	95.2	4.8
N°50	0.30	2.1	97.3	2.7
N°100	0.15	1.3	98.6	1.4
FONDO		1.4	100.0	0.0

#### B) CURVA DE GRANULOMETRÍA



#### C) PROPIEDADES FÍSICAS

Tamaño Nominal Máximo	3/4"
Módulo de Fineza	6.80
% Agregado Grueso	87.37
% Agregado Fino	12.63

2. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Ing. M. A. Tejada S.  
Técnico : Sr. T.M.T.

#### NOTAS:

- Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
apartado 1301 - Perú  
(511) 381-3343  
(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



www.lem.uni.edu.pe



lem@uni.edu.pe



Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



## ANEXO 4: DISEÑO DE CONCRETO PERMEABLE CON AGREGADO FINO

### 2.0 DISEÑO DE MEZCLAS FINAL ( $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ ) CEMENTO SOL Tipo I

#### 2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

Denominación	.....	$f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
Asentamiento	.....	3"
Relación a/c de diseño	.....	0.35
Relación a/c de obra	.....	0.34
Proporciones de diseño	.....	1 : 2.12 : 2.27
Proporciones de obra	.....	1 : 2.16 : 2.27

#### 2.2 CANTIDAD DE MATERIAL DE DISEÑO POR $\text{m}^3$ DE CONCRETO

Cemento	.....	191	Kg
Arena	.....	203	Kg
Piedra	.....	1420	Kg
Agua	.....	86	L

#### 2.3 CANTIDAD DE MATERIAL POR $\text{m}^3$ DE CONCRETO EN OBRA

Cemento	.....	191	Kg
Arena	.....	203	Kg
Piedra	.....	1420	Kg
Agua	.....	86	L

#### 2.4 CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA

Cemento	.....	42.50	Kg
Arena	.....	25.46	Kg
Piedra	.....	96.63	Kg
Agua	.....	21.96	L

#### 2.5 PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN

		CEMENTO	ARENA	PIEDRA
Proporciones	.....	1	2.10	2.38
Agua	.....	21.96	L/bolsa	

#### 3.0 OBSERVACIONES:

- 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.
- 2) Hacer tandas de prueba por condiciones técnicas del lugar de obra, controlar las características de los materiales, personal técnico y equipos utilizados en obra.

Hecho por : Ing. M. A. Tejada S.  
 Técnico : Sr. G.P.L.



Ms. Ing. Ana Torre Carrillo  
 Jefe (e) del laboratorio

AS:

está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.  
 Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

## A) Características de Materiales

- Agregados: (Se toma en cuenta las propiedades físicas del estudio de agregados hechos en el laboratorio de materiales de la UNI)
- Cemento: “SOL”/Portland Tipo I
- Agua: Agua Potable – Independencia

**Tabla 29:** Características de Cemento y Agua

Denominación	Valor	Unidad
Peso Específico del Cemento	3.11	g/cm <sup>3</sup>
Peso Específico del Agua	1.00	g/cm <sup>3</sup>

Fuente: Autor de Tesis

## B) Determinación de la Relación agua/cemento

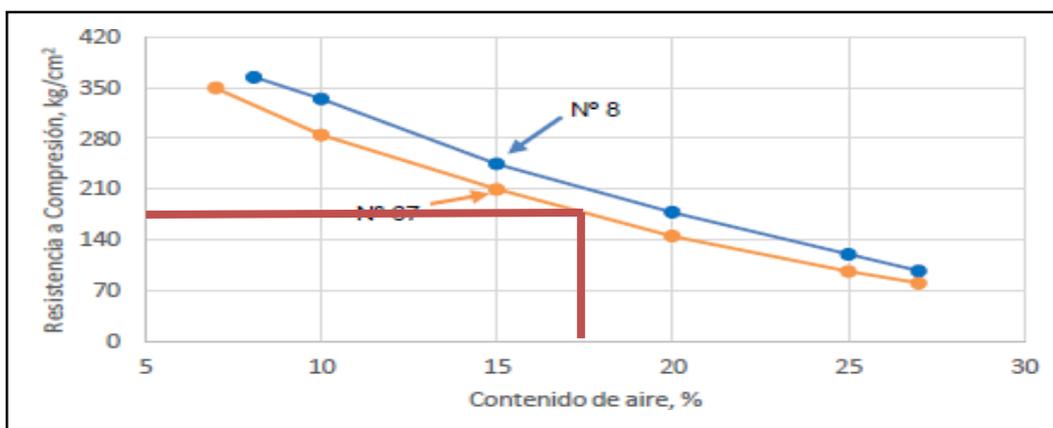
Según el ACI 522 – R10, la relación a/c óptima para formar una pasta estable y trabajable varía entre 0,25 y 0,45, la trabajabilidad del concreto permeable se supone que es satisfactoria si el agua utilizada imparte a la mezcla un aspecto metálico y brillante.

Según antecedentes, el valor de a/c que se va considerar para el presente diseño será de:

$$a/c = 0.45$$

## C) Determinación del Porcentaje de Vacíos

Para poder determinar el porcentaje de Vacíos o la porosidad del Concreto Permeable se hará uso de la Figura 15:



**Figura 15:** Relación entre Contenido de aire y Resistencia a la Compresión

Para el siguiente Diseño se considerará un Porcentaje de Vacíos de:

$$\% \text{ de Vacíos} = 17\%$$

#### D) Determinación del Volumen de Pasta (Cemento)

Para poder determinar el Volumen de Pasta del Concreto Permeable se hizo uso de la Figura 16:

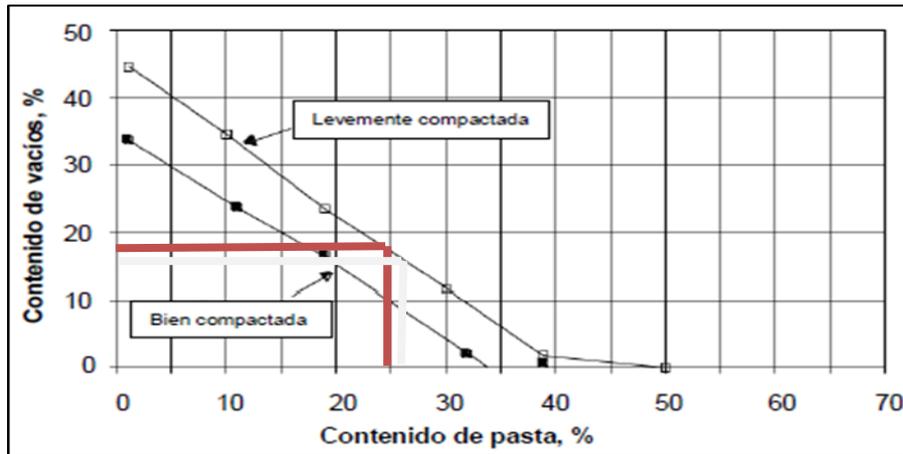


Figura 16: Relación entre Contenido de aire y Contenido de Pasta

Una vez definido el Porcentaje de vacíos, se procedió a determinar el Contenido de Pasta (Cemento), todo esto según la Compactación que se realizara. En nuestro diseño se contemplara una Compactación Leve, puesto que se desea obtener una permeabilidad óptima.

$$\text{Volumen de Pasta} = 25\%$$

#### E) Determinación del valor de b/bo

Para poder determinar el valor del Volumen Varillado Seco de Agregado Grueso en un Volumen Unitario de Concreto (b/bo), se hizo uso de la Figura 3:

Porcentaje de Fino	b/bo	
	ASTM C-33 Tamaño N° 8	ASTM C-33 Tamaño N° 67
0	0.99	0.99
10	0.93	0.93
20	0.85	0.86

Figura 17: Relación entre Contenido de aire y Contenido de Pasta

Para poder determinar el valor de  $b/b_o$  se tuvo en cuenta el porcentaje de Agregado Fino que se desea utilizar en el diseño de la mezcla de Concreto Permeable, para el presente diseño determinamos un 5% de agregado fino con respecto al agregado grueso, por lo cual se procedió a iterar ya si obtener el valor que corresponde .

$$b/b_o = 0.96$$

## F) Determinación del Peso del Agregado Grueso

### 1. Peso del Agregado Grueso (PAG):

$$\frac{b}{b_o} = \frac{PAG}{PUSC \text{ de Agregado}} \dots \text{ecuación (1)}$$

Despejando:

$$PAG = \frac{b}{b_o} * PUSC \text{ de Agregado} * 1m^3 \dots \text{ecuación (2)}$$

### 2. Peso Unitario Seco Compactado (PUSC):

$$PUSC = \frac{P. U. C (kg/m^3)}{(1 + \% \text{ de Humedad})} \dots \text{ecuación (3)}$$

Entonces:

$$PUSC = \frac{1.623 * 1000}{1 + 3.29\%} = 1571.30 \text{ Kg}/m^3$$

### 3. Peso del Agregado Grueso Seco (PAG):

Reemplazando en (2):

$$PAG = 0.96 * 1571.30 \text{ Kg}/m^3 * 1m^3 = 1555.59 \text{ Kg}$$

### 4. Ajuste por Absorción (s.s.s):

$$PAG (s. s. s) = PAG * (1 + \% \text{ Absorción}) \dots \text{ecuación (4)}$$

Entonces:

$$PAG (s. s. s) = 1555.59 \text{ kg} * (1 + 0.86 \%) = 1568 \text{ kg}$$

### 5. Restando el Porcentaje que ocupara el Agregado Fino:

$$PAG = 1568 - (1568 * 0.05) = 1380 \text{ kg}$$

$$PAF = 1568 * 0.05 = 189 \text{ kg}$$

## G) Contenido de Cemento y Agua

### 1. Determinar el Volumen de Pasta

$$V. P. = \frac{C}{Pec} + \frac{A}{Pea} \dots \text{ecuación (5)}$$

Reemplazando en (5):

$$25\% = \frac{C}{3110} + \frac{0.35 * C}{1000}$$

Despejando:

$$C = 372.28 \text{ Kg/m}^3$$

### 2. Determinar Agua de Diseño

$$A = 0.45 * C \dots \text{ecuación (6)}$$

Reemplazando:

$$A = 0.45 * 372.28 = 130.30 \text{ Kg}$$

## H) Determinar Volúmenes Absolutos

	<b>Pesos Calculados (Kg)</b>	<b>Pesos (sss) Laboratorio (Kg/m3)</b>	<b>Volumen (m3)</b>
Cemento	372.28	3110	0.120
Agregado Grueso	189	2600	0.125
Agregado Grueso	1380	2630	0.596
Agua	79	1000	0.130
		<b>Volumen Sólido</b>	<b>0.835</b>

## I) Determinar el Nuevo Porcentaje de Vacíos

<b>Volumen Total (m3)</b>	1.00
<b>Volumen Sólido (m3)</b>	0.835

$$\% \text{ de Vacios} = (V. Total - V. Sólido) * 100 \dots \text{ecuación (7)}$$

Reemplazando en 7:

$$\% \text{ de Vacios} = (1 - 0.835) * 100 = 16.46\%$$

## J) Corregir por Humedad y Absorción

### 1. Calcular Agua Efectiva

$$\text{Adición de Agua} = (\% \text{ Absorción} - \% \text{ Humedad}) * \text{AG...ecuación (8)}$$

Reemplazando:

$$\text{Adición de Agua} = (1.56 - 2.38) * 1555.59 = -37.80 \text{ Kg}$$

Por lo tanto, el agua efectiva:

$$\text{Agua Efectiva} = 123.80 + (-37.80) = 86 \text{ Lt}$$

### 2. Corregir por Humedad

$$C. H = 1380 + (1380 * 0.40\%) = 1420 \text{ Kg}$$

$$C.H = 189 + (189 * 1.98\%) = 203 \text{ kg}$$

## K) Proporciones

Material	Pesos por 1m <sup>3</sup> (Kg)	Proporciones en Volumen
Cemento	191	1
Agregado Fino	203	1.06
Agregado Grueso	1420	7.43
Agua	86	19.71

**Dosificación:** 1: 1.06: 7.43 /19.71

## ANEXO 5: DISEÑO DE CONCRETO PERMEABLE SIN AGREGADO FINO

### 2.0 DISEÑO DE MEZCLAS FINAL ( $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ ) CEMENTO SOL Tipo I

#### 2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

Denominación	$f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
Asentamiento	3"
Relación a/c de diseño	0.35
Relación a/c de obra	0.34
Proporciones de diseño	1 : 2.12 : 2.27
Proporciones de obra	1 : 2.16 : 2.27

#### 2.2 CANTIDAD DE MATERIAL DE DISEÑO POR $\text{m}^3$ DE CONCRETO

Cemento	234	Kg.
Arena	0	Kg.
Piedra	1620	Kg.
Agua	154	L.

#### 2.3 CANTIDAD DE MATERIAL POR $\text{m}^3$ DE CONCRETO EN OBRA

Cemento	234	Kg.	
Arena	0	Kg.	
Piedra	1620	Kg.	
Agua	86	154	L.

#### 2.4 CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA

Cemento	42.50	Kg.
Arena	25.46	Kg.
Piedra	96.63	Kg.
Agua	21.96	L.

#### 2.5 PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN

	CEMENTO	ARENA	PIEDRA
Proporciones	1	2.10	2.38
Agua	21.96	L/bolsa	

#### 3.0 OBSERVACIONES:

- 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.
- 2) Hacer tandas de prueba por condiciones técnicas del lugar de obra, controlar las características de los materiales, personal técnico y equipos utilizados en obra.

Hecho por : Ing. M. A. Tejada S.  
 Técnico : Sr. G.P.L.



Ms. Ing. Ana Torre Carrillo  
 Jefe (e) del laboratorio

AS:

está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio. Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

### A) Características de Materiales

- Agregados: (Se toma en cuenta las propiedades físicas del estudio de agregados hechos en el laboratorio de materiales de la UNI)
- Cemento: “SOL”/Portland Tipo I
- Agua: Agua Potable – Independencia

Denominación	Valor	Unidad
Peso Específico del Cemento	3.11	g/cm <sup>3</sup>
Peso Específico del Agua	1.00	g/cm <sup>3</sup>

Fuente: Autor de Tesis

### B) Determinación de la Relación agua/cemento

Este valor se considera igual que en el diseño de la Mezcla de Concreto Permeable de Gradación 1/2".

Entonces:

$$a/c = 0.45$$

### C) Determinación del Porcentaje de Vacíos

El Porcentaje de Vacíos, se considera igual que el valor del diseño de Mezcla de Concreto Permeable de Gradación 1/2", siempre teniendo en cuenta el Figura 15.

Entonces:

$$\% \text{ de Vacíos} = 17\%$$

### D) Determinación del Volumen de Pasta (Cemento)

El Volumen de Pasta o Cemento, se considera igual que el valor del diseño de Mezcla de Concreto Permeable de Gradación 1/2", siempre teniendo en cuenta el Figura 16.

Entonces:

$$\text{Volumen de Pasta} = 25\%$$

### E) Determinación del valor de b/bo

Al no utilizar Agregado Fino, el valor de b/bo será igual que el diseño de Mezcla de Concreto Permeable de Gradación 1/2".

Entonces:

$$b/b_o = 0.99$$

### F) Determinación del Peso del Agregado Grueso

#### 1. Peso del Agregado Grueso (PAG):

$$\frac{b}{b_o} = \frac{PAG}{PUSC \text{ de Agregado}} \dots \text{ecuación (1)}$$

Despejando:

$$PAG = \frac{b}{b_o} * PUSC \text{ de Agregado} * 1m^3 \dots \text{ecuación (2)}$$

#### 2. Peso Unitario Seco Compactado (PUSC):

$$PUSC = \frac{P. U. C (kg/m^3)}{(1 + \% \text{ de Humedad})} \dots \text{ecuación (3)}$$

Entonces:

$$PUSC = \frac{1.623 * 1000}{1 + 3.29\%} = 1609.56 \text{ Kg/m}^3$$

#### 3. Peso del Agregado Grueso Seco (PAG):

Reemplazando en (2):

$$PAG = 0.99 * 1571.30 \text{ Kg/m}^3 * 1m^3 = 1593.46 \text{ Kg}$$

#### 4. Ajuste por Absorción (s.s.s):

$$PAG (s. s. s) = PAG * (1 + \% \text{ Absorción}) \dots \text{ecuación (4)}$$

Entonces:

$$PAG (s. s. s) = 1593.46 \text{ kg} * (1 + 0.86 \%) = 1607 \text{ kg}$$

## 5. Restando el Porcentaje que ocupara el Agregado Fino:

Ojo: Para el presente diseño no se utilizara Agregado Fino

### G) Contenido de Cemento y Agua

#### 1. Determinar el Volumen de Pasta

$$V. P. = \frac{C}{Pec} + \frac{A}{Pea} \dots \text{ecuación (5)}$$

Reemplazando en (5):

$$25\% = \frac{C}{3110} + \frac{0.45 * C}{1000}$$

Despejando:

$$C = 234 \text{ Kg/m}^3$$

#### 2. Determinar Agua de Diseño

$$A = 0.45 * C \dots \text{ecuación (6)}$$

Reemplazando:

$$A = 0.45 * 234 = 154 \text{ Lt}$$

### H) Determinar Volúmenes Absolutos

	<b>Pesos Calculados (Kg)</b>	<b>Pesos (sss) Laboratorio (Kg/m3)</b>	<b>Volumen (m3)</b>
Cemento	234	3110	0.120
Agregado Grueso	1607	2630	0.609
Agua	174.40	1000	0.130
		<b>Volumen Sólido</b>	<b>0.8218</b>

### I) Determinar el Nuevo Porcentaje de Vacíos

<b>Volumen Total (m3)</b>	1.00
<b>Volumen Sólido (m3)</b>	0.8218

$$\% \text{ de Vacíos} = (V. \text{ Total} - V. \text{ Sólido}) * 100 \dots \text{ecuación (7)}$$

Reemplazando en 7:

$$\% \text{ de Vacíos} = (1 - 0.8218) * 100 = 17.82 \%$$

### J) Corregir por Humedad y Absorción

#### 1. Calcular Agua Efectiva

$$\text{Adición de Agua} = (\% \text{ Absorción} - \% \text{ Humedad}) * AG \dots \text{ecuación (8)}$$

Reemplazando:

$$\text{Adición de Agua} = (0.86 - 2.14) * 1593.46 = -20.40 \text{ Kg}$$

Por lo tanto, el agua efectiva:

$$\text{Agua Efectiva} = 174.40 + (-20.40) = 154 \text{ Lt}$$

#### 2. Corregir por Humedad

$$C. H = 1593.46 + (1593.46 * 2.14\%) = 1620 \text{ Kg}$$

### K) Proporciones

<b>Material</b>	<b>Pesos por 1m3 (Kg)</b>	<b>Proporciones en Volumen</b>
Cemento	234	1
Agregado Grueso	1620	6.92
Agua	154	23.75

**Dosificación:** 1 : 6.92 /23.75

## ANEXO 6: CALIBRACIÓN DE LAS MQUINAS



### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CMC-093-2018

**Peticionario** : Universidad Nacional de Ingeniería  
**Atención** : LEM - FIC - Universidad Nacional de Ingeniería  
**Lugar de calibración** : Laboratorio N° 1 de Ensayo de Materiales " Ing. Manuel Gonzales de la Cotera " FIC - UNI Av. Túpac Amaru N° 210 Rimac - Lima.  
**Tipo de equipo** : Máquina de Compresión Electro-hidráulica  
**Capacidad del equipo** : 50000 kgf  
**División de escala** : 100 kgf  
**Marca** : AMSLER  
**N° de serie del equipo** : 223/500  
**Código interno UNI** : MUNV-1  
**Tipo de indicador** : Analógico  
**Procedencia** : Suiza  
**Método de calibración** : ASTM E-4 "Standard Practices for Force Verification of Testing machines"  
**Temp.(°C) y H.R.(%) inicial** : 20,0 °C / 71%  
**Temp.(°C) y H.R.(%) final** : 19,9 °C / 78%  
**Patrón de referencia** : Trazabilidad NIST (United States National Institute of Standards & Technology), patrón utilizado Morehouse, N° de serie C-8294, clase A, calibrado de acuerdo a la norma ASTM E74-13a, certificado de calibración reporte N° C-829411216  
**Número de páginas** : 2  
**Fecha de calibración** : 2018-08-29

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.

Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.  
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2018-08-31	 Vladimir Telle Toiro <small>TECNICO DE LABORATORIO</small>	 

CMC-093-2018 Página 1 de 3

Av. Brasil 1361 Int. 602 - Jesús María - Lima Telf: (01)4371145 - 3322711 web: www.celdaairl.com email: celda@celdaairl.com



**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Fuerza y Presión

## Certificado de Calibración

### LFP - 399 - 2018

Página 1 de 4

Expediente	99772	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>La Dirección de Metrología custodia, conserva y mantiene los patrones nacionales de las unidades de medida, calibra patrones secundarios, realiza mediciones y certificaciones metrologías a solicitud de los interesados, promueve el desarrollo de la metrología en el país y contribuye a la difusión del Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).</p> <p>La Dirección de Metrología es miembro del Sistema Interamericano de Metrología (SIM) y participa activamente en las intercomparaciones que éste realiza en la región.</p> <p>Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.</p>
Solicitante	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	
Dirección	Av. Tupac Amaru 210 - Rimac	
Instrumento de Medición	MAQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL	
Intervalo de Indicaciones	0 kgf a 101 972 kgf ( 0 kN a 1 000 kN) (*)	
Resolución	1 kgf	
Marca	ZWICK ROELL	
Modelo	SP 1000	
Número de Serie	57940	
Procedencia	ALEMANIA	
Clase de Exactitud	NO INDICA	
Fecha de Calibración	2018-09-14	

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de la Dirección de Metrología del INACAL.  
Certificados sin firma y sello carecen de validez.

Fecha	Área de Mecánica	Laboratorio de Fuerza y Presión
	 ALDO GUERRA ROJAS	 LEONARDO DE LA CRUZ GARCIA
2018-09-19	Dirección de Metrología	Dirección de Metrología

Instituto Nacional de Calidad - INACAL  
Dirección de Metrología  
Calle Las Cañillas N° 877, San Isidro, Lima - Perú  
Telf: (01) 840-8820 Anexo 1821  
Email: [metrologia@inacal.gob.pe](mailto:metrologia@inacal.gob.pe)  
Web: [www.inacal.gob.pe](http://www.inacal.gob.pe)

Puede verificar el número de certificado en la página:  
<https://aplicaciones.inacal.gob.pe/bs/verificar/>

# Anexo 7: Ensayos de Resistencia a la Compresión para probetas de Concreto Permeable con la norma ASTM C-39.



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

### Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"



Accreditation Board for Engineering and Technology

Engineering Technology Accreditation Commission

### INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de materiales  
 A : TARRILLO RUIZ JORDIN  
 Obra : TESIS: USO DEL CONCRETO PERMEABLE EN PAVIMENTOS PARA MEJORAR EL DRENAJE URBANO EN LAS VIAS DE V.M.T. 2019  
 Ubicación : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
 Asunto : Ensayo de resistencia a la compresión  
 Expediente N° : 19-1527  
 Recibo N° : 65340  
 Fecha de emisión : 15/05/19

1. DE LA MUESTRA : Consiste en 3 probetas cilíndricas
2. DEL EQUIPO : Maquina de ensayo uniaxial TONI/TECHNIK  
Certificado de calibración LFP-274-2018
3. MÉTODO DE ENSAYO : Norma de referencia NTP 339.034.2015  
Procedimiento interno AT-PR-12
4. RESULTADOS :

N°	Identificación de muestra	Fecha obtención	Fecha ensayo	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)	Resistencia máxima (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo rotura
1	Con A.F.	07/05/19	14/05/19	83.9	25650.40	140.62	2
2	Con A.F.	07/05/19	14/05/19	83.9	25130.38	137.77	2
3	Con A.F.	07/05/19	14/05/19	83.9	24968.60	136.88	2

5. OBSERVACIONES : La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Ing. M. A. Tejada S.  
 Técnico : Sr. G.P.L.



Ms. Ing. Ana Torre Carrillo  
 Jefe (e) del laboratorio

**NOTAS:**

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
 apartado 1301 - Perú  
 (511) 381-3343  
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe  
 lem@uni.edu.pe  
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
**LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"**



**INFORME**

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de materiales  
 A : TARRILLO RUIZ JORDIN  
 Obra : TESIS: USO DEL CONCRETO PERMEABLE EN PAVIMENTOS PARA MEJORAR EL DRENAJE URBANO EN LAS VIAS DE V.M.T. 2019  
 Ubicación : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
 Asunto : Ensayo de resistencia a la compresión  
 Expediente N° : 19-1527  
 Recibo N° : 65340  
 Fecha de emisión : 15/05/19

1. DE LA MUESTRA : Consiste en 3 probetas cilíndricas

2. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial TONI/TECHNIK  
 Certificado de calibración LFP-274-2018

3. MÉTODO DE ENSAYO : Norma de referencia NTP 339.034.2015  
 Procedimiento interno AT-PR-12

4. RESULTADOS :

N°	Identificación de muestra	Fecha obtención	Fecha ensayo	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)	Resistencia máxima (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo rotura
1	Con A.F.	07/05/19	21/05/19	83.9	28712.60	157.41	2
2	Con A.F.	07/05/19	21/05/19	83.9	29078.90	159.42	2
3	Con A.F.	07/05/19	21/05/19	83.9	28583.70	156.70	2

5. OBSERVACIONES : La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Ing. M. A. Tejada S.  
 Técnico : Sr. G.P.L.



Ms. Ing. Ana Torre Carrillo  
 Jefe (e) del laboratorio

**NOTAS:**

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
 apartado 1301 - Perú  
 (511) 381-3343  
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

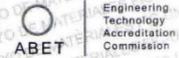
www.lem.uni.edu.pe  
 lem@uni.edu.pe  
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
**LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"**

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



**INFORME**

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de materiales  
 A : TARRILLO RUIZ JORDIN  
 Obra : TESIS: USO DEL CONCRETO PERMEABLE EN PAVIMENTOS PARA MEJORAR EL DRENAJE URBANO EN LAS VIAS DE V.M.T. 2019  
 Ubicación : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
 Asunto : Ensayo de resistencia a la compresión  
 Expediente N° : 19-1527  
 Recibo N° : 65340  
 Fecha de emisión : 15/05/19

1. DE LA MUESTRA : Consiste en 3 probetas cilíndricas  
 2. DEL EQUIPO : Maquina de ensayo uniaxial TONI/TECHNIK  
 Certificado de calibración LFP-274-2018  
 3. MÉTODO DE ENSAYO : Norma de referencia NTP 339.034.2015  
 Procedimiento interno AT-PR-12  
 4. RESULTADOS :

N°	Identificación de muestra	Fecha obtención	Fecha ensayo	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)	Resistencia máxima (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo rotura
1	Con A.F.	07/05/19	28/05/19	83.9	32930	180.53	2
2	Con A.F.	07/05/19	28/05/19	83.9	33210	182.06	2
3	Con A.F.	07/05/19	28/05/19	83.9	33050	181.19	2

5. OBSERVACIONES : La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitantes.

Hecho por : Ing. M. A. Tejada S.  
 Técnico : Sr. G.P.L.



Ms. Ing. Ana Torre Carrillo  
 Jefe (e) del laboratorio

**NOTAS:**

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
 apartado 1301 - Perú  
 (511) 381-3343  
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe  
 lem@uni.edu.pe  
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
**LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"**



**INFORME**

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de materiales  
 A : TARRILLO RUIZ JORDIN  
 Obra : TESIS: USO DEL CONCRETO PERMEABLE EN PAVIMENTOS PARA MEJORAR EL DRENAJE URBANO EN LAS VIAS DE V.M.T. 2019  
 Ubicación : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
 Asunto : Ensayo de resistencia a la compresión  
 Expediente N° : 19-1527  
 Recibo N° : 65340  
 Fecha de emisión : 15/05/19

1. DE LA MUESTRA : Consiste en 3 probetas cilíndricas  
 2. DEL EQUIPO : Maquina de ensayo uniaxial TONI/TECHNIK  
 Certificado de calibración LFP-274-2018  
 3. MÉTODO DE ENSAYO : Norma de referencia NTP 339.034.2015  
 Procedimiento interno AT-PR-12  
 4. RESULTADOS :

N°	Identificación de muestra	Fecha obtención	Fecha ensayo	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)	Resistencia máxima (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo rotura
1	Sin A.F.	07/05/19	14/05/19	83,9	25650.40	133.44	2
2	Sin A.F.	07/05/19	14/05/19	83,9	25130.38	134.81	2
3	Sin A.F.	07/05/19	14/05/19	83,9	24968.60	131.52	2

5. OBSERVACIONES : La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitantes.

Hecho por : Ing. M. A. Tejada S.  
 Técnico : Sr. G.P.L.



Ms. Ing. Ana Torre Carrillo  
 Jefe (e) del laboratorio

**NOTAS:**

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



**UNI-LEM**  
 La Calidad es nuestro compromiso  
 Laboratorio Certificado ISO 9001



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
 apartado 1301 - Perú  
 (511) 381-3343  
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



www.lem.uni.edu.pe  
 lem@uni.edu.pe  
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
**LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"**



**INFORME**

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de materiales  
 A : TARRILLO RUIZ JORDIN  
 Obra : TESIS: USO DEL CONCRETO PERMEABLE EN PAVIMENTOS PARA MEJORAR EL DRENAJE URBANO EN LAS VIAS DE V.M.T. 2019  
 Ubicación : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
 Asunto : Ensayo de resistencia a la compresión  
 Expediente N° : 19-1527  
 Recibo N° : 65340  
 Fecha de emisión : 15/05/19

1. DE LA MUESTRA : Consiste en 3 probetas cilíndricas  
 2. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial TONI/TECHNIK  
 Certificado de calibración LFP-274-2018  
 3. MÉTODO DE ENSAYO : Norma de referencia NTP 339.034.2015  
 Procedimiento interno AT-PR-12  
 4. RESULTADOS :

N°	Identificación de muestra	Fecha obtención	Fecha ensayo	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)	Resistencia máxima (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo rotura
1	Sin A.F.	07/05/19	21/05/19	83.9	27015.6	148.10	2
2	Sin A.F.	07/05/19	21/05/19	83.9	27968.9	153.33	2
3	Sin A.F.	07/05/19	21/05/19	83.9	28183.7	154.51	2

5. OBSERVACIONES : La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Ing. M. A. Tejada S.  
 Técnico : Sr. G.P.L.



Ms. Ing. Ana Torre Carrillo  
 Jefe (e) del laboratorio

**NOTAS:**

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
 apartado 1301 - Perú  
 (511) 381-3343  
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



www.lem.uni.edu.pe  
 lem@uni.edu.pe



Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
**LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"**



**INFORME**

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de materiales  
 A : TARRILLO RUIZ JORDIN  
 Obra : TESIS: USO DEL CONCRETO PERMEABLE EN PAVIMENTOS PARA MEJORAR EL DRENAJE URBANO EN LAS VIAS DE V.M.T. 2019  
 Ubicación : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
 Asunto : Ensayo de resistencia a la compresión  
 Expediente N° : 19-1527  
 Recibo N° : 65340  
 Fecha de emisión : 15/05/19

1. DE LA MUESTRA : Consiste en 3 probetas cilíndricas  
 2. DEL EQUIPO : Maquina de ensayo uniaxial TONI/TECHNIK  
 Certificado de calibración LFP-274-2018  
 3. MÉTODO DE ENSAYO : Norma de referencia NTP 339.034.2015  
 Procedimiento interno AT-PR-12  
 4. RESULTADOS :

N°	Identificación de muestra	Fecha obtención	Fecha ensayo	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)	Resistencia máxima (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo rotura
1	Sin A.F.	07/05/19	05/06/19	83.9	32140	176.20	2
2	Sin A.F.	07/05/19	05/06/19	83.9	31650	173.51	2
3	Sin A.F.	07/05/19	05/06/19	83.9	31860	174.66	2

5. OBSERVACIONES : La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Ing. M. A. Tejada S.  
 Técnico : Sr. G.P.L.



Ms. Ing. Ana Torre Carrillo  
 Jefe (e) del laboratorio

**NOTAS:**

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.  
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
 apartado 1301 - Perú  
 (511) 381-3343  
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe  
 lem@uni.edu.pe  
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



**Anexo 8: Ensayos de Resistencia a la Flexión para viguetas de Concreto Permeable, con la norma ASTM C-31.**

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
**LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"**

Engineering  
Technology  
Accreditation  
Commission

**INFORME**

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de materiales  
 A : TARRILLO RUIZ JORDIN  
 Obra : TESIS: USO DEL CONCRETO PERMEABLE EN PAVIMENTOS PARA MEJORAR EL DRENAJE URBANO EN LAS VIAS DE V.M.T. 2019  
 Ubicación : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
 Asunto : Ensayo de flexión en viga de concreto  
 Expediente N° : 19-1527  
 Recibo N° : 65340  
 Fecha de emisión : 15/05/19

1. DE LA MUESTRA : Consiste en 3 vigas de concreto
2. DEL EQUIPO : Maquina de ensayo uniaxial ALFRED J AMSLER  
Certificado de calibración CMC-093-2018
3. MÉTODO DE ENSAYO : Norma de referencia NTP 339.078.2012
4. RESULTADOS :

Identificación	Dimensiones (mm)			Distancia entre apoyos (mm)	Carga máxima (kg)	Resistencia a la flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	Observación
	Largo	Ancho	Alto				
Con A.F.	503	152	154	450	2790	22.23	Fallo en el tercio superior
Con A.F.	503	152	154	450	2640	19.35	Fallo en el tercio superior
Con A.F.	503	152	154	450	2690	20.52	Fallo en el tercio superior

5. OBSERVACIONES : La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitantes.

Hecho por : Ing. M. A. Tejada S.  
 Técnico : Sr. G.P.L.



Ms. Ing. Ana Torre Carrillo  
 Jefe (e) del laboratorio

**NOTAS:**

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

**UNI-LEM**  
 La Calidad es nuestro compromiso  
 Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
 apartado 1301 - Perú  
 (511) 381-3343  
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe  
 lem@uni.edu.pe  
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
**LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"**



**INFORME**

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de materiales  
 A : TARRILLO RUIZ JORDIN  
 Obra : TESIS: USO DEL CONCRETO PERMEABLE EN PAVIMENTOS PARA MEJORAR EL DRENAJE URBANO EN LAS VIAS DE V.M.T. 2019  
 Ubicación : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
 Asunto : Ensayo de flexión en viga de concreto  
 Expediente N° : 19-1527  
 Recibo N° : 65340  
 Fecha de emisión : 22/05/19

1. DE LA MUESTRA : Consiste en 3 vigas de concreto  
 2. DEL EQUIPO : Maquina de ensayo uniaxial ALFRED J AMSLER  
 Certificado de calibración CMC-093-2018  
 3. MÉTODO DE ENSAYO : Norma de referencia NTP 339.078.2012  
 4. RESULTADOS :

Identificación	Dimensiones (mm)			Distancia entre apoyos (mm)	Carga máxima (kg)	Resistencia a la flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	Observación
	Largo	Ancho	Alto				
Con A.F.	503	152	154	450	3670	24.56	Fallo en el tercio superior
Con A.F.	503	152	154	450	3730	27.25	Fallo en el tercio superior
Con A.F.	503	152	154	450	3550	22.58	Fallo en el tercio superior

5. OBSERVACIONES : La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitantes.

Hecho por : Ing. M. A. Tejada S.  
 Técnico : Sr. G.P.L.



Ms. Ing. Ana Torre Carrillo  
 Jefe (e) del laboratorio

**NOTAS:**

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



**UNI-LEM**  
 La Calidad es nuestro compromiso  
 Laboratorio Certificado ISO 9001



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
 apartado 1301 - Perú  
 (511) 381-3343  
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



[www.lem.uni.edu.pe](http://www.lem.uni.edu.pe)  
[lem@uni.edu.pe](mailto:lem@uni.edu.pe)



Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
**LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"**



**INFORME**

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de materiales  
 A : TARRILLO RUIZ JORDIN  
 Obra : TESIS: USO DEL CONCRETO PERMEABLE EN PAVIMENTOS PARA MEJORAR EL DRENAJE URBANO EN LAS VIAS DE V.M.T. 2019  
 Ubicación : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
 Asunto : Ensayo de flexión en viga de concreto  
 Expediente N° : 19-1527  
 Recibo N° : 65340  
 Fecha de emisión : 04/06/19

1. DE LA MUESTRA : Consiste en 3 vigas de concreto
2. DEL EQUIPO : Maquina de ensayo uniaxial ALFRED J AMSLER  
Certificado de calibración CMC-093-2018
3. MÉTODO DE ENSAYO : Norma de referencia NTP 339.078.2012
4. RESULTADOS :

Identificación	Dimensiones (mm)			Distancia entre apoyos (mm)	Carga máxima (kg)	Resistencia a la flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	Observación
	Largo	Ancho	Alto				
Con A.F.	503	152	154	450	4420	25.31	Fallo en el tercio superior
Con A.F.	503	152	154	450	3950	27.65	Fallo en el tercio superior
Con A.F.	503	152	154	450	4330	31.72	Fallo en el tercio superior

5. OBSERVACIONES : La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitantes.

Hecho por : Ing. M. A. Tejada S.  
 Técnico : Sr. G.P.L.



Ms. Ing. Ana Torre Carrillo  
 Jefe (e) del laboratorio

**NOTAS:**

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



**UNI-LEM**  
 La Calidad es nuestro compromiso  
 Laboratorio Certificado ISO 9001



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
 apartado 1301 - Perú  
 (511) 381-3343  
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



www.lem.uni.edu.pe  
 lem@uni.edu.pe  
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**

**LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"**



**INFORME**

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de materiales  
 A : TARRILLO RUIZ JORDIN  
 Obra : TESIS: USO DEL CONCRETO PERMEABLE EN PAVIMENTOS PARA MEJORAR EL DRENAJE URBANO EN LAS VIAS DE V.M.T. 2019  
 Ubicación : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
 Asunto : Ensayo de flexión en viga de concreto  
 Expediente N° : 19-1527  
 Recibo N° : 65340  
 Fecha de emisión : 15/05/19

1. DE LA MUESTRA : Consiste en 3 vigas de concreto
2. DEL EQUIPO : Maquina de ensayo uniaxial ALFRED J AMSLER  
Certificado de calibración CMC-093-2018
3. MÉTODO DE ENSAYO : Norma de referencia NTP 339.078.2012
4. RESULTADOS :

Identificación	Dimensiones (mm)			Distancia entre apoyos (mm)	Carga máxima (kg)	Resistencia a la flexión (kg/cm2)	Observación
	Largo	Ancho	Alto				
Sin A.F.	503	152	154	450	2700	19.77	Fallo en el tercio superior
Sin A.F.	503	152	154	450	2780	19.42	Fallo en el tercio superior
Sin A.F.	503	152	154	450	2810	17.90	Fallo en el tercio superior

5. OBSERVACIONES : La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtencion e identificación han sido proporcionadas por el solicitantes.

Hecho por : Ing. M. A. Tejada S.  
 Técnico : Sr. G.P.L.



Ms. Ing. Ana Torre Carrillo  
 Jefe (e) del laboratorio

**NOTAS:**

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



**UNI-LEM**  
 La Calidad es nuestro compromiso  
 Laboratorio Certificado ISO 9001



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
 apartado 1301 - Perú  
 (511) 381-3343  
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



www.lem.uni.edu.pe  
 lem@uni.edu.pe  
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



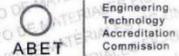


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
**LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"**

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



Accreditation Board for engineering and Technology



**INFORME**

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de materiales  
 A : TARRILLO RUIZ JORDIN  
 Obra : TESIS: USO DEL CONCRETO PERMEABLE EN PAVIMENTOS PARA MEJORAR EL DRENAJE URBANO EN LAS VIAS DE V.M.T. 2019  
 Ubicación : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
 Asunto : Ensayo de flexión en viga de concreto  
 Expediente N° : 19-1527  
 Recibo N° : 65340  
 Fecha de emisión : 15/05/19

1. DE LA MUESTRA : Consiste en 3 vigas de concreto
2. DEL EQUIPO : Maquina de ensayo uniaxial ALFRED J AMSLER  
Certificado de calibración CMC-093-2018
3. MÉTODO DE ENSAYO : Norma de referencia NTP 339.078.2012
4. RESULTADOS :

Identificación	Dimensiones (mm)			Distancia entre apoyos (mm)	Carga máxima (kg)	Resistencia a la flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	Observación
	Largo	Ancho	Alto				
Sin A.F.	503	152	154	450	2700	19.77	Fallo en el tercio superior
Sin A.F.	503	152	154	450	2780	19.42	Fallo en el tercio superior
Sin A.F.	503	152	154	450	2810	17.90	Fallo en el tercio superior

5. OBSERVACIONES : La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitantes.

Hecho por : Ing. M. A. Tejada S.  
 Técnico : Sr. G.P.L.



Ms. Ing. Ana Torre Carrillo  
 Jefe (e) del laboratorio

**NOTAS:**

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
 apartado 1301 - Perú



(511) 381-3343



(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



www.lem.uni.edu.pe



lem@uni.edu.pe



Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**

**LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"**



**INFORME**

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de materiales  
 A : TARRILLO RUIZ JORDIN  
 Obra : TESIS: USO DEL CONCRETO PERMEABLE EN PAVIMENTOS PARA MEJORAR EL DRENAJE URBANO EN LAS VIAS DE V.M.T. 2019  
 Ubicación : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
 Asunto : Ensayo de flexión en viga de concreto  
 Expediente N° : 19-1527  
 Recibo N° : 65340  
 Fecha de emisión : 04/06/19

- 1. DE LA MUESTRA : Consiste en 3 vigas de concreto
- 2. DEL EQUIPO : Maquina de ensayo uniaxial ALFRED J AMSLER  
Certificado de calibración CMC-093-2018
- 3. MÉTODO DE ENSAYO : Norma de referencia NTP 339.078.2012
- 4. RESULTADOS :

Identificación	Dimensiones (mm)			Distancia entre apoyos (mm)	Carga máxima (kg)	Resistencia a la flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	Observación
	Largo	Ancho	Alto				
Sin A.F.	503	152	154	450	3750	28.64	Fallo en el tercio superior
Sin A.F.	503	152	154	450	3960	27.70	Fallo en el tercio superior
Sin A.F.	503	152	154	450	3680	26.96	Fallo en el tercio superior

5. OBSERVACIONES : La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitantes.

Hecho por : Ing. M. A. Tejada S.  
 Técnico : Sr. G.P.L.



Ms. Ing. Ana Torre Carrillo  
 Jefe (e) del laboratorio

**NOTAS:**

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
 apartado 1301 - Perú

www.lem.uni.edu.pe  
 lem@uni.edu.pe



## **ANEXO 9: ELABORACIÓN DE PERMEÁMETRO PARA REALIZAR ENSAYOS DE PERMEABILIDAD, SEGÚN NORMA ACI 522 R-10.**

### **Materiales:**

- Válvula tipo bola de 1 ½”.
- Niple de 1 ½” y 6 cm de largo.
- “T” de 4” a 2”.
- Tapa de 4”.
- Tubería de 4”.
- Codo de 1 ½”.
- Tubería de 1 ½”.
- Reductor de 2” a 1 ½”.
- Manguera corrugada de 4”.
- Tubería de acrílico de 4”
- Abrazaderas y pegamento para PVC

### **Proceso Constructivo del Permeámetro:**

- Se tomó la “T” de 4” a 2” y se le colocó la tapa de 4” en la parte inferior, luego de colocó en la parte superior de la “T” se colocó 10 cm de tubería de 4”, esto se hizo para poder obtener un diámetro que sea igual que las probetas de concreto permeable que es de 10cm (4”).
- Luego, en la parte superior de la tubería de 4” se colocó la manguera corrugada de 4” la misma que fue ajustada con abrazaderas para evitar filtraciones, esto con el fin de poder colocar la probeta de concreto permeable de manera que esta quede estable dentro del equipo.
- Luego se tomó la tubería de acrílico que sirvió como tubería para especificar la altura de agua, y en la parte inferior se colocó la manguera corrugada de 4”.
- Posteriormente al costado de la “T” se colocó el reductor de 2” a 1 ½”, para poder ensamblar la válvula tipo bola de 1 ½”, que servirá para dar paso al agua y determinar el tiempo que tarda en descender.
- Finalmente se colocó el Niple de 1 ½” en un extremo de la válvula, seguidamente se instaló

el codo y la tubería de 1 ½", teniendo en cuenta que la tubería unida al codo tenga la misma altura que la base donde quedara instalado la probeta de Concreto Permeable al otro extremo del equipo de Permeabilidad.



**Figura 18: Elaboración de equipo de permeabilidad**

**ANEXO 10: PANEL FOTOGRÁFICO**













