



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**“DISEÑO DE CONCRETO PERMEABLE PARA SU APLICACIÓN  
EN PAVIMENTOS COMO ÓPTIMO SISTEMA DE DRENAJE EN  
DISTRITO DE INDEPENDENCIA – HUARAZ – ANCASH, 2018”**

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

**AUTOR:**

**FRANK ALEXIS PALACIOS BERNALDO**

**ASESOR:**

**Mgtr. PERCY LETHELIER MARÍN CUBAS**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

**DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL**

**HUARAZ – PERÚ**

**2018**

## PÁGINA DEL JURADO



### ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS

Código : F07-PP-PB-02.02  
Versión : 09  
Fecha : 23-03-2018  
Página : 1 de 14

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don(a) **PALACIOS BERNALDO, FRANK ALEXIS** cuyo título es: **DISEÑO DE CONCRETO PERMEABLE PARA SU APLICACIÓN EN PAVIMENTOS COMO OPTIMO SISTEMA DE DRENAJE EN DISTRITO INDEPENDENCIA – HUARAZ – ANCASH, 2018**

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el/los estudiante(s), otorgándole(s) el calificativo de: 17 (número) Diecisiete (letras).

Huaraz, Martes, 11 de Diciembre de 2018

Mgr. ERIKA MAGALY MOZO CASTAÑEDA  
PRESIDENTE

Mgr. PERCY ETHEVIER MARIN CUBAS  
SECRETARIO

Ing. RAÚL NEIL RAMÍREZ RONDÁN

VOCAL

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	--	--------	-----------

## **DEDICATORIA**

A Dios por permitirme tener vida, salud y poder realizar una de mis metas.

A mis padres, Aydeé Bernaldo y Victoriano Palacios, por brindarme su amor, apoyo, comprensión y fuerzas necesarias durante esta larga y hermosa carrera, la Ingeniería Civil.

A mi hermano, Jheral Palacios, por sus palabras de aliento y compañía, a mi tío, Romel Bernaldo, por brindarme su ayuda en todo momento.

Y a mis docentes por el tiempo dedicado en mi formación profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

Principalmente agradezco a Dios por ser mi guía y acompañarme en el transcurso de mi vida, brindándome paciencia y sabiduría para culminar con éxito mi carrera profesional. A mis padres por ser mi pilar fundamental y haberme apoyado incondicionalmente, pese a las adversidades e inconvenientes que se presentaron.

A mi asesor de Tesis Mgtr. Percy L. Marín Cubas por transmitirme sus conocimientos y brindarme su apoyo en el desarrollo de este Trabajo de Investigación.

Agradezco a todos los docentes que con su sabiduría, conocimiento y apoyo motivaron a desarrollarme como persona y profesional en la Universidad Cesar Vallejo.

## DECLARATORIA DE AUTENTICAD

Yo, Frank Alexis Palacios Bernaldo, identificado con DNI N° 70213111, a afecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y autentica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

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

Huaraz, Diciembre 2018.



---

Frank Alexis Palacios Bernaldo

DNI N° 70213111

## **PRESENTACIÓN**

Distinguidos miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo presento ante ustedes la Tesis Titulada “DISEÑO DE CONCRETO PERMEABLE PARA SU APLICACIÓN EN PAVIMENTOS COMO ÓPTIMO SISTEMA DE DRENAJE EN DISTRITO DE INDEPENDENCIA – HUARAZ – ANCASH, 2018”, con el objetivo de proponer el diseño de mezcla de Concreto Permeable para su aplicación en Pavimentos Rígidos y de esta manera tener un óptimo sistema de drenaje.

El contenido de la presente Tesis se descompone en 4 capítulos, el primero abarca la Introducción que contiene la realidad problemática, trabajos previos, base teórica, formulación del problema, justificación del estudio, hipótesis y objetivos. El segundo capítulo es el Método donde se describe el diseño de investigación, variables y operacionalización, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez, confiabilidad, método de análisis de datos y los aspectos éticos.

En el tercer capítulo se exponen los resultados obtenidos en los diferentes ensayos realizados para realizar el diseño de la mezcla adecuada de Concreto Permeable. En el cuarto capítulo se realizó la discusión de los resultados, se presenta las conclusiones según cada objetivo planteado y sus respectivas recomendaciones.

Así mismo, la presente Tesis fue elaborada con el propósito de obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil; por lo tanto la someto a vuestra consideración y espero cumpla con los requisitos de aprobación.

**EL AUTOR**

## ÍNDICE

PÁGINA DEL JURADO .....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICAD .....	v
PRESENTACIÓN .....	vi
RESUMEN .....	xii
ABSTRACT .....	xiii
I.- INTRODUCCIÓN .....	14
1.1. Realidad Problemática .....	14
1.2. Trabajos Previos .....	15
1.2.1. Locales .....	15
1.2.2. Nacionales .....	15
1.2.3. Internacionales .....	17
1.3. Teorías Relacionadas al Tema .....	19
1.3.1. Concreto Permeable .....	19
1.3.1.1. Porosidad .....	19
1.3.1.2. Gradación de Agregados .....	19
1.3.1.3. Relación Agua/Cemento.....	20
1.3.1.4. Propiedades en Estado Fresco del Concreto Permeable .....	20
1.3.1.5. Propiedades en Estado Endurecido del Concreto Permeable .....	21
1.3.1.6. Propiedades Mecánicas del Concreto Permeable .....	22
1.3.1.6.1. Resistencia a la Compresión .....	22
1.3.1.6.2. Resistencia a la Flexión .....	23
1.3.2. Sistema de Drenaje.....	23
1.3.2.1. Eficacia de Drenaje.....	23
1.3.2.2. Volumen de Escurrimiento .....	23
1.3.2.3. Control de Inundaciones .....	24
1.3.3. Pavimentos .....	24
1.3.3.1. Vías Urbanas, Locales y Pavimentos Especiales .....	24
1.3.3.2. Pavimento Permeable .....	24
1.3.3.3. Ventajas del Concreto Permeable aplicado en Pavimentos.....	25
1.3.3.4. Desventajas del Concreto Permeable aplicado en Pavimentos .....	25

1.4. Formulación al Problema.....	25
1.5. Justificación del Estudio .....	25
1.6. Hipótesis .....	26
1.7. Objetivos.....	26
1.7.1. Objetivo General .....	26
1.7.2. Objetivos Específicos.....	26
II.- MÉTODO .....	27
2.1. Diseño de Investigación.....	27
2.2. Variables, Operacionalización .....	28
2.2.1. Variables de Investigación .....	28
2.2.2. Operacionalización de Variables.....	28
2.3. Población y Muestra .....	31
2.3.1. Población.....	31
2.3.2. Muestra.....	31
2.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de Datos, Validez y Confiabilidad.....	32
2.4.1. Técnicas de Investigación .....	32
2.4.2. Instrumentos de Investigación.....	32
2.4.3. Validez y Confiabilidad .....	32
2.5. Métodos de Análisis de Datos .....	32
2.6. Aspectos Éticos.....	33
III.- RESULTADOS.....	33
3.1. Caracterización de los Agregados.....	33
3.2. Diseños de Mezclas de Concreto Permeable .....	35
3.3. Ensayos realizados a los especímenes de Concreto Permeable .....	36
3.3.1. Ensayos al Concreto Permeable en Estado Fresco.....	36
3.3.2. Ensayos al Concreto Permeable en Estado Endurecido.....	37
3.3.2.1. Resistencia a la Compresión.....	37
3.3.2.2. Resistencia a la Flexión .....	39
3.3.2.3. Permeabilidad .....	42
3.4. Evaluación de Concreto Permeable según resistencias para Pavimentos Rígidos ...	44
3.4.1. Resistencia a la Flexión en relación a la Resistencia a la Compresión.....	44
3.4.2. Módulos de Rotura para utilizar el Concreto Permeable como Capa de Rodadura .....	45

3.4.3. Resistencia a la Compresión en relación al Porcentaje de Vacíos .....	46
3.4.4. Evolución de las Resistencias a Compresión y Flexión del Concreto Permeable .....	47
3.5. Evaluación de Concreto Permeable según Permeabilidad.....	48
3.6. Evaluación de Costos del Concreto Permeable .....	49
3.7. Secciones Típicas de un Pavimento Permeable .....	52
IV- DISCUSIÓN .....	54
V.- CONCLUSIONES .....	57
VI.- RECOMENDACIONES .....	59
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	60
ANEXOS .....	62
ANEXO 1 .....	63
ANEXO 2 .....	66
ANEXO 3 .....	68
ANEXO 4 .....	70
ANEXO 5 .....	72
ANEXO 6 .....	74
ANEXO 7 .....	76
ANEXO 8 .....	78
ANEXO 9 .....	80
ANEXO 10 .....	82
ANEXO 11 .....	88
ANEXO 12 .....	93
ANEXO 13 .....	100
ANEXO 14 .....	107
ANEXO 15 .....	110
ANEXO 16 .....	112
ANEXO 17 .....	118

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Operacionalización de Variables .....	29
<b>Tabla 2:</b> Características físicas del Agregado de 1/2" .....	34
<b>Tabla 3:</b> Características físicas del Agregado de 3/8" .....	34
<b>Tabla 4:</b> Criterios de Diseño para Mezcla de Concreto Permeable (Gradación 1/2").....	35
<b>Tabla 5:</b> Criterios de Diseño para Mezcla de Concreto Permeable (Gradación 3/8").....	35
<b>Tabla 6:</b> Dosificación de Mezcla de Concreto Permeable (Gradación 1/2") .....	35
<b>Tabla 7:</b> Dosificación de Mezcla de Concreto Permeable (Gradación 3/8") .....	36
<b>Tabla 8:</b> Asentamiento .....	36
<b>Tabla 9:</b> Asentamiento de Concreto Permeable .....	37
<b>Tabla 10:</b> Resistencia a la Compresión a los 7 días (Gradación 1/2") .....	37
<b>Tabla 11:</b> Resistencia a la Compresión a los 14 días (Gradación 1/2") .....	37
<b>Tabla 12:</b> Resistencia a la Compresión a los 28 días (Gradación 1/2") .....	38
<b>Tabla 13:</b> Resistencia a la Compresión a los 7 días (Gradación 3/8") .....	38
<b>Tabla 14:</b> Resistencia a la Compresión a los 14 días (Gradación 3/8") .....	38
<b>Tabla 15:</b> Resistencia a la Compresión a los 28 días (Gradación 3/8") .....	39
<b>Tabla 16:</b> Resistencia a la Flexión a los 7 días (Gradación 1/2").....	40
<b>Tabla 17:</b> Resistencia a la Flexión a los 14 días (Gradación 1/2").....	40
<b>Tabla 18:</b> Resistencia a la Flexión a los 28 días (Gradación 1/2").....	40
<b>Tabla 19:</b> Resistencia a la Flexión a los 7 días (Gradación 3/8").....	41
<b>Tabla 20:</b> Resistencia a la Flexión a los 14 días (Gradación 3/8").....	41
<b>Tabla 21:</b> Resistencia a la Flexión a los 28 días (Gradación 3/8").....	41
<b>Tabla 22:</b> Permeabilidad para Concreto Permeable (Gradación 1/2") .....	43
<b>Tabla 23:</b> Permeabilidad para Concreto Permeable (Gradación 3/8") .....	43
<b>Tabla 24:</b> Evaluación de Permeabilidad por 1m2 .....	49
<b>Tabla 25:</b> Costo Unitario de Materiales .....	49
<b>Tabla 26:</b> Costo por 1m3 de Concreto Permeable con Agregado de 1/2" .....	50
<b>Tabla 27:</b> Costo por 1m3 de Concreto Permeable con Agregado de 3/8" .....	51
<b>Tabla 28:</b> Matriz de Consistencia.....	64
<b>Tabla 29:</b> Características de Cemento y Agua .....	83

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Relación entre Resistencia a la Compresión y Resistencia a la Flexión para Concreto Permeable con gradación de 1/2".	44
<b>Figura 2:</b> Relación entre Resistencia a la Compresión y Resistencia a la Flexión para Concreto Permeable con gradación de 3/8".	44
<b>Figura 3:</b> Módulos de Rotura obtenidos del Concreto Permeable	45
<b>Figura 4:</b> Módulos de Rotura estandarizados por Normas para que el Concreto sea utilizado como Capa de Rodadura	45
<b>Figura 5:</b> Relación existente entre el Porcentaje de Vacíos y la Resistencia a la Compresión.	46
<b>Figura 6:</b> Evolución de la Resistencia a la compresión del Concreto Permeable en distintas edades	47
<b>Figura 7:</b> Evolución de la Resistencia a la Flexión del Concreto Permeable en distintas edades.	47
<b>Figura 8:</b> Relación entre el Porcentaje de Vacíos y la Permeabilidad del Concreto Permeable.	48
<b>Figura 9:</b> Volumen de Precipitaciones presentados en la ciudad de Huaraz en los últimos 5 años.	48
<b>Figura 10:</b> Pavimento Permeable con Dren Francés Subterráneo.	52
<b>Figura 11:</b> Pavimento Permeable de Infiltración Total	52
<b>Figura 12:</b> Pavimento Permeable de Infiltración Parcial	53
<b>Figura 13:</b> Pavimento Permeable de Infiltración Nula.	53
<b>Figura 14:</b> Pavimento Permeable con Pozo de Absorción	53
<b>Figura 15:</b> Relación entre Contenido de aire y Resistencia a la Compresión	83
<b>Figura 16:</b> Relación entre Contenido de aire y Contenido de Pasta.	84
<b>Figura 17:</b> Relación entre Contenido de aire y Contenido de Pasta.	84
<b>Figura 18:</b> Elaboración de equipo de permeabilidad	109
<b>Figura 19:</b> Permeámetro elaborado	109
<b>Figura 20:</b> Moldes para realizar Probetas y Viguetas de Concreto Permeable	113
<b>Figura 21:</b> Agregado de 3/8"	113
<b>Figura 22:</b> Agregado de 1/2"	113
<b>Figura 23:</b> Elaboración de especímenes de Concreto Permeable.	114
<b>Figura 24:</b> Ensayo de Asentamiento de Concreto Permeable	114
<b>Figura 25:</b> Curado Inicial de Concreto Permeable.	114
<b>Figura 26:</b> Curado estándar de especímenes de Concreto Permeable	115
<b>Figura 27:</b> Probetas de Concreto Permeable para ensayos a Compresión	115
<b>Figura 28:</b> Viguetas de Concreto Permeable para ensayos a Flexión	115
<b>Figura 29:</b> Probetas de Concreto Permeable para ensayos de Permeabilidad.	116
<b>Figura 30:</b> Ensayo a Compresión de Probetas con gradación de 1/2"	116
<b>Figura 31:</b> Ensayo a Compresión de Probetas con gradación de 3/8"	116
<b>Figura 32:</b> Ensayo a Flexión de viguetas con gradación de 1/2"	117
<b>Figura 33:</b> Ensayo a Flexión de viguetas con gradación de 3/8"	117
<b>Figura 34:</b> Ensayo de Permeabilidad a probetas con gradaciones de 1/2" y 3/8"	117

## RESUMEN

Las intensas precipitaciones que se han presentado en los últimos años en la ciudad de Huaraz y un sistema de drenaje en muy mal estado, provoca 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 realizando un correcto diseño de mezcla de Concreto Permeable, que cumpla con propiedades mecánicas adecuadas puede ser utilizado como capa de rodadura en pavimentos rígidos, y de esta manera tener un óptimo sistema de drenaje en el Jr. Los Alisos, Los Quenuales y Las Retamas del barrio de Centenario.

Para el desarrollo de la presente Tesis, se elaboraron 2 diseños de mezcla de Concreto Permeable con agregado grueso de 1/2" y 3/8", los criterios tomados para el diseño de ambas mezclas fueron siguiendo los lineamientos mencionados en el ACI 522R-10. Posteriormente se elaboraron especímenes de Concreto Permeable para realizar los ensayos correspondientes en laboratorio y así poder determinar la Resistencia a la Compresión, Resistencia a la Flexión y Permeabilidad, pudiendo así evaluar y determinar si es concreto diseñado es apto para ser usado como capa de rodadura.

De los resultados obtenidos se determinó que el Concreto Permeable diseñado con agregado de 3/8" presento las mayores Resistencias a la Compresión y Flexión, con 180.68 Kg/cm<sup>2</sup> y 28.33 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, mientras que en la Permeabilidad el Concreto Permeable diseñado con agregado de 1/2" presento el mayor coeficiente de permeabilidad con 0.492 cm/seg.

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

## ABSTRACT

The intense rainfall that has occurred in recent years in the city of Huaraz and a drainage system in very poor condition, causes an increase in the flow of water that in addition to saturate the storm drains, makes the streets of our city true rivers. Preventing rainwater from accumulating in large quantities on the tread layer of rigid pavements is possible, making use of a layer consisting of Permeable Concrete.

The research carried out in this thesis, seeks to determine if performing a correct design of Permeable Concrete mixture, which meets appropriate mechanical properties can be used as a rolling layer in rigid pavements, and thus have an optimal drainage system in the Jr. Los Alisos, Los Quenuales and Las Retamas of the Centenario neighborhood.

For the development of this Thesis, 2 designs of Permeable Concrete mix with 1/2 "and 3/8" coarse aggregate were elaborated, the criteria taken for the design of both mixtures were following the guidelines mentioned in the ACI 522R- 10. Afterwards Permeable Concrete specimens were elaborated to perform the corresponding tests in the laboratory and thus to determine the Compression Resistance, Flexural Resistance and Permeability, being able to evaluate and determine if concrete is designed to be used as a layer of concrete. rolling.

From the results obtained, it was determined that the Permeable Concrete designed with 3/8 "aggregate presented the highest Compression and Flexion Resistance, with 180.68 Kg / cm<sup>2</sup> and 28.33 Kg / cm<sup>2</sup> respectively, while in Permeability Permeable Concrete designed with 1/2 "aggregate showed the highest coefficient of permeability with 0.492 cm / sec.

Keywords: Permeable Concrete, Resistance, Compression, Bending, Permeability.

## **I.- INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Realidad Problemática**

A partir del comienzo de la historia el hombre ha buscado vivir en mesura con el mundo, los humanos se han adaptado a la naturaleza y la han reformado para asegurar su existencia, los efectos de esta reformación trajeron consigo el ya conocido cambio climático. En la actualidad el mundo está siendo testigo de este cambio, que altera la temperatura de la tierra, los niveles del océano suben y los fenómenos naturales se han incrementado de tal manera que provocan prolongadas e intensas lluvias.

El Perú fue golpeado duramente a principios del 2017 por los efectos del cambio climático con el devastador paso del Fenómeno del Niño Costero, las intensas lluvias que se presentaron en varias ciudades del país hicieron notar que no se cuenta con una infraestructura de drenaje urbano adecuado para poder combatir fenómenos climáticos de gran magnitud. La ciudad de Huaraz no es ajena a esta realidad, año tras año cada vez más, se observan graves problemas de inundaciones en diversas calles a causa de intensas y prolongadas lluvias. Uno de los barrios más afectados es el de Centenario, específicamente los Jirones: Los Alisos, Los Quenuales y Las Retamas resultan dañados a causa de las inclemencias del tiempo; los alcantarillados pluviales colapsan a causa del aumento en el caudal de diseño y por si fuera poco se manifiesta la incomodidad de las personas al no poder transitar con normalidad a causa de pavimentos totalmente inundados.

Si no se implementa una herramienta que permita controlar los efectos de este fenómeno climático, se incrementarán los daños en calles pavimentadas, produciéndose deformaciones y agrietamientos, dando cabida a filtraciones de agua lo que termina produciendo baches en la vía; y a esto se le pueden sumar los incidentes de tránsito a causa de hidroplaneo en las calles mencionadas.

En este contexto, el siguiente Proyecto de Investigación pretende proporcionar una alternativa de solución para el control de aguas pluviales a través del uso de Concreto Permeable aplicado en pavimentos. El Concreto Permeable al utilizarse en pavimentos rígidos tiene por finalidad infiltrar el agua a través de sus poros lo que permitirá tener un mejor control y evacuación del agua proveniente de las lluvias, ya que se tendría un óptimo sistema de drenaje.

El concreto permeable a diferencia del concreto convencional no sufre los efectos de la intemperie y esto impide la formación de baches, además brinda una mayor tracción inclusive bajo la más intensa lluvia. La presente Tesis se desarrollará bajo la Línea de investigación de Diseño de Infraestructura Vial, ya que se procederá a seguir técnicas, evaluaciones y normas aplicadas en un pavimento convencional.

## **1.2. Trabajos Previos**

### **1.2.1. Locales**

Habiéndose realizado una búsqueda exhaustiva en las bibliotecas físicas y virtuales de la localidad, no se encontraron investigaciones antecedentes que hayan estudiado a las variables tanto independiente como dependiente, así como los objetivos que plantea la siguiente investigación, esta realidad justifica la importancia y la necesidad de realizar la presente investigación.

### **1.2.2. Nacionales**

Pérez Gordillo, Johan (2017) en su tesis titulada “Influencia de la Granulometría del Agregado Grueso en las Propiedades Mecánicas e Hidráulicas de un Concreto Permeable, Trujillo 2017”, desarrollada en la Universidad Privada del Norte, para obtener su tesis de grado, expone como objetivo de su investigación: determinar el efecto que tiene la variación de la granulometría del agregado grueso en las propiedades mecánicas e hidráulicas de un concreto permeable. El diseño de la investigación se considera de tipo experimental ya que se manipula la variable independiente, las propiedades evaluadas son resistencia a la compresión, flexión y permeabilidad, las gradaciones para el agregado fueron 1/2”, 3/8” y N° 4, para el desarrollo del trabajo se elaboró tres diseños de mezcla considerando los mismos criterios, la población que propuso son los concretos permeables que utilicen agregado grueso de 1/2”, 3/8” y N°4 y la muestra se considera 45 probetas de concreto permeable en estado endurecido. En cuanto a las técnicas de recolección de datos se empleó la observación directa, análisis documental y ensayos de laboratorio. El autor concluyó mencionando que se pudo determinar que el concreto permeable elaborado con la gradación N° 4 presentó las mayores resistencias a compresión y flexión, siendo estas de 209.68 kg/cm<sup>2</sup> y 33.81 kg/cm<sup>2</sup> y en cuanto a la permeabilidad la gradación 3/8” fue la que obtuvo mayores valores.

Guizado Barrios, Agneth y Curi Grados, Elvis (2017) en su tesis titulada “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”, desarrollada en la Pontificia Universidad Católica del Perú, para obtener su tesis de grado, exponen como objetivo de su investigación: contribuir con el estudio del concreto permeable como alternativa para el control de las aguas pluviales en vías locales y pavimentos especiales. Analizaron el desempeño estructural e hidráulico de concreto permeable y lo cuantificaron mediante sus propiedades de resistencia y permeabilidad de acuerdo al American Concrete Institute (ACI) 522R-10 y ensayos ASTM, para ello se diseñó quince mezclas de concreto permeable con un contenido de vacíos de 15%, 17% y 19%, agregado grueso de 3/4" y 3/8" con una relación a/c de 0.00 a 0.10, de las cuales se elaboró probetas de distintos tamaños para los ensayos correspondientes. Los autores concluyeron mencionando que la mezcla más eficiente fue la M--H8-ang-19.5%-ar. Esta posee una permeabilidad de 0.7 cm/seg; un porcentaje de vacíos en estado fresco del 19.5%; cemento en una proporción de 428 kg/m<sup>3</sup>; resistencias a flexo tracción y a compresión a 28 días de 3.6 Mpa y 22.2 MPa, respectivamente; relación agua/cemento de 0.27, y uso de aditivo reductor de agua de alto rango al 2% del peso del cemento.

Flores Quispe, Cesar y Pacompia Calcina, Iván (2015) en su tesis titulada “Diseño de Mezcla de Concreto Permeable con adición de Tiras de Plástico para Pavimentos F’c 175 Kg/Cm<sup>2</sup> en la ciudad de Puno”, desarrollada en la Universidad Nacional del Altiplano, para obtener su tesis de grado, exponen como objetivo de su investigación: evaluar la incidencia que tiene la incorporación de tiras de plástico (polipropileno) en las propiedades del concreto f’c=175 kg/cm<sup>2</sup> diseñado para pavimentos en la ciudad de Puno. Las variables dependientes estudiadas son las propiedades como resistencia a la compresión, contenido de vacíos y permeabilidad, con el fin de obtener el diseño de mezcla del concreto permeable idóneo realizaron dos tipos de mezclas, en el primero utilizaron agregado grueso de tamaño estándar N° 57 (con un T.M. de 1”), en el segundo diseño fue utilizado agregado grueso N° 8, gradación recomendada por ACI para obtener mayores resistencias a compresión en concreto permeable. Los autores concluyeron indicando que se determinó que el concreto permeable elaborado con la granulometría normalizada (tamaño estándar N° 8) es idóneo para la incorporación de tiras de polipropileno de 3 mm. x 30 mm. en diferentes porcentajes respecto al peso por metro cúbico en el diseño de mezcla (0.05%, 0.10% y 0.15%), determinándose que la adición

de tiras en un 0.05% y 0.10% respecto al peso mejoran la resistencia a la compresión promedio a los 28 días en un 16.7% y 4.2% respectivamente, mientras que la incorporación de tiras en un 0.15% disminuye la resistencia a la compresión promedio en 10.7%.

Benites Bustamante, Juan (2014) en su tesis titulada “Características Físicas y Mecánicas del Concreto Permeable usando agregados de la cantera río Jequetepeque y el aditivo Chemaplast”, desarrollada en la Universidad Nacional de Cajamarca, para obtener su tesis de grado, expone como objetivo de su investigación: determinar si las propiedades de permeabilidad y resistencia a la compresión del concreto permeable elaborado con agregados propios y un aditivo tipo A están dentro del rango de valores que considera el ACI. La metodología utilizada para la investigación fue del tipo cuantitativa-experimental, se realizó el diseño de una mezcla utilizando el valor medio del rango recomendado de la relación agua-cemento, con un porcentaje de vacíos del 20% que es adecuado según la literatura y con el valor medio de un aditivo tipo A según su hoja técnica. La población utilizada para el presente estudio estuvo conformada por todas las probetas de concreto y la muestra se tomó 24 probetas de concreto permeable, en cuanto a la técnica de recolección de datos se consideró la observación directa. El autor concluyó señalando que la resistencia promedio es de 6.030 MPa, 7.148 MPa y 7.556 MPa respectivamente siendo baja pero que está dentro del rango de 2.8 MPa a 28 MPa que especifica la norma ACI 522R-1 O y la permeabilidad medida a través de su coeficiente de permeabilidad promedio es de 0.321 cm/s que está dentro del rango de 0.2 cm/s a 0.54 cm/s que también establece la norma antes mencionada.

### **1.2.3. Internacionales**

Porras Morales, José (2017) en su proyecto titulado “Metodología de diseño para concretos permeables y sus respectivas correlaciones de permeabilidad”, desarrollado en el Instituto Tecnológico de Costa Rica, para obtener su proyecto de grado, expone como objetivo de su proyecto: desarrollar una propuesta metodológica de diseño de concretos hidráulicos permeables y sus respectivas correlaciones de permeabilidad. La metodología que utilizó fue un diseño experimental, en el cual realizó tres moldes de cilindro para mezclas diferentes y en cada mezcla utilizó distintos porcentajes de vacíos, relación de agua/cemento y métodos de compactación, como base para proponer una metodología de diseño tomo lo recomendado por el ACI 522R-10 y la NRMCA. Se verificó que ninguna

de las dos satisfacía por completo lo buscado, así que en su propuesta estimó como lo principal determinar el peso unitario del agregado, volumen de pasta, contenido de agua/cemento y el contenido de vacíos para tener un concreto eficazmente permeable. El autor concluyó diciendo al trabajar con mezclas en estado fresco la relación A/C de 0,25 la trabajabilidad era muy baja con lo cual se hacía difícil el manejo de esta, para la relación de 0,27 a pesar de ser un aumento pequeño la diferencia en la trabajabilidad es apreciable; de la misma manera y como era de esperarse para la relación de 0,30 la trabajabilidad mejora aún más.

Felipe Moujir, Yalil y Felipe Castañeda, Luis (2014) en su tesis titulada “Diseño y Aplicación de Concreto Poroso para Pavimentos”, desarrollada en la Pontificia Universidad Javeriana, para obtener su tesis de grado, exponen como objetivo de su investigación: el diseño de un concreto poroso para ser aplicado en estructuras de pavimentos rígidos teniendo en cuenta la inclusión o no de agregados finos. Utilizaron como referencia el documento titulado Laboratory study of mixture proportioning for previous concrete pavement (Castro, de Solminihac, Videla & Fernández, 2009) para poder desarrollar la dosificación mediante una ecuación que analiza el comportamiento de mezclas de concreto con diferentes relaciones de agua/cemento y el contenido de vacíos, posteriormente también se aplicó la norma ACI 522 R para validar las mezclas obtenidas. Los autores concluyeron mencionando que la relación que existe entre la porosidad y la resistencia del concreto son inversamente proporcionales, es decir que a mayor cantidad de poros menor es la resistencia del concreto.

Trujillo López, Alejandra y Quiroz Lasprilla, Diana (2013) en su tesis titulada “Pavimentos Porosos utilizados como Sistemas Alternativos al Drenaje Urbano”, desarrollada en la Pontificia Universidad Javeriana, para obtener su tesis de grado, exponen como objetivo de su investigación: realizar una revisión crítica del estado del arte acerca de los pavimentos porosos y permeables utilizados como sistemas alternativos al drenaje urbano. A partir de un ejemplo de aplicación se intentó verificar si dichos métodos eran adaptables para su aplicación a la ciudad de Bogotá, se encontraron siete métodos de diseño hidrológico, de los cuales cuatro se basan en curvas IDF y dos en series de precipitación, por otro lado tan sólo un método intenta dimensionar la estructura en función de objetivos ambientales, pero sin tener en cuenta concentraciones de contaminantes objetivo de entrada al sistema ni objetivos de remoción. Los autores

concluyeron mencionando que dichos métodos constructivos no cumplan correctamente con la funcionalidad y el propósito de los pavimentos permeables (lograr una percolación del agua a través de sus capas, sin perder capacidad portante ni estabilidad). Sin embargo, es de resaltar que el medio es factible poner en práctica los métodos constructivos reportados en la literatura, puesto que en general no requieren de un grado especialización muy elevado.

### **1.3. Teorías Relacionadas al Tema**

#### **1.3.1. Concreto Permeable**

“El concreto permeable es un material compuesto por cemento Portland, agregado grueso, poco o nada de agregado fino, aditivos y agua. Estos ingredientes permiten obtener un material resistente con poros interconectados de aberturas entre 2 y 8 mm que permiten que el agua infiltre fácilmente. El contenido de vacíos que permite que el agua fluya está en el rango de 15 y 35% con una resistencia a la compresión típica de 28 a 280 kg/cm<sup>2</sup>. La permeabilidad se encuentra aproximadamente entre 81 y 730 L/min/m<sup>2</sup> y depende del tamaño de los agregados y la densidad de la mezcla” (ACI 522R, 2010).

##### **1.3.1.1. Porosidad**

Para Torre (2004), la porosidad “viene de poro que significa espacio no ocupado por materia sólida en la mezcla de concreto, siendo una de las propiedades en donde se debe tener mayor consideración” (p. 47).

Tanto la resistencia del concreto y su permeabilidad dependen de la porosidad o porcentaje de vacíos, este valor está afectado por la cantidad de agregado fino, la cantidad de cemento y la potencia de compactación del concreto. Para el diseño de concreto permeable los valores del porcentaje de vacíos varían entre 15% y 30% (Pérez, 2017, p. 57).

##### **1.3.1.2. Gradación de Agregados**

Los agregados tienen una gran importancia al momento de diseñar una mezcla de concreto, estos llegan a ocupar las tres cuartas partes del volumen total, además se debe tener en cuenta que un agregado mustio llega a limitar la resistencia del concreto, estos elementos son aquellos que suministran estabilidad volumétrica y durabilidad. Entonces

se puede definir al agregado como el grupo de partículas minerales de origen natural o artificial cuyos diámetros son definidos en las normas establecidas (Torre, 2004, p. 43).

“Las gradaciones de los agregados utilizados en el concreto permeable ya sea agregado grueso de un solo tamaño o clasificación entre 3/4 y 3/8 pulgadas (19 y 9,5 mm). Agregados redondeados y machacadas, tanto normal y ligera, se han utilizado para hacer concreto permeable. El agregado utilizado debe cumplir con los requisitos de la norma ASTM D 448 y C33/C33M” (ACI522R, 2010).

#### **1.3.1.3. Relación Agua/Cemento**

La relación agua/cemento es sumamente importante para llegar a tener una adecuada resistencia a la compresión, es por ello que para el diseño de concreto permeable se debe tener mucha consideración en lo que la norma nos diga.

“Un alto a/c puede ocasionar que la pasta fluya entre los agregados, obstruyendo los vacíos entre ellos; por otro lado, un bajo a/c puede provocar poca adhesión entre los agregados y generando problemas de trabajabilidad” (ACI 522R, 2010).

#### **1.3.1.4. Propiedades en Estado Fresco del Concreto Permeable**

Las propiedades en estado fresco que se deben tener en cuenta para el diseño de Concreto Permeable son:

**Trabajabilidad:** Para American Concrete Institute (2007), la trabajabilidad “es la propiedad del concreto o mortero en estado fresco la cual determina la facilidad y homogeneidad con la cual puede ser mezclado, colocado, compactado y terminado”. Esta es una de las propiedades en la cual se debe tener bastante cuidado para el buen diseño de un concreto permeable, ya que nos permitirá tener mejor control de la separación del agregado.

**Consistencia:** Se puede considerar como la propiedad que nos permite observar la facilidad del concreto para rellenar por completo el molde. El ensayo que nos permite determinar esa propiedad es el de asentamiento de concreto o slump, el cual se realiza aplicando la norma ASTM C143. Para el concreto permeable no se considera este ensayo como control de calidad, solo se puede considerar como un valor de referencia, debido a que la mezcla es muy rígida. (Pérez, 2017, p. 29)

Según el American Concrete Institute (ACI), recomienda asentamiento para diferentes tipos de concreto, es así como para un concreto permeable el asentamiento máximo es de 2 cm y el revenimiento mínimo es de 0 cm.

**Densidad:** Para Montejo (2006), la densidad o peso unitario “es la masa del material necesario para llenar un volumen unitario” (p. 61). Esto lo podemos entender como el peso del concreto por unidad de volumen.

Puesto que el concreto permeable tiene un gran porcentaje de vacíos, es considerado como un concreto ligero, ya que su masa volumétrica es el 70% de un concreto normal. Sus valores se encuentran entre 1600 y 2000 kg/m<sup>3</sup> (López, 2010, p. 35).

**Contenido de Aire:** Para Torre (2004), se “mide la cantidad de aire atrapado o retenido en la mezcla (mortero), se expresa en % del volumen total” (p. 13). Es importante no tener demasiado contenido de aire en la mezcla ya que de ser así disminuirá la resistencia.

#### **1.3.1.5. Propiedades en Estado Endurecido del Concreto Permeable**

Las propiedades en estado endurecido que se deben tener en cuenta para el diseño del Concreto Permeable son:

**Permeabilidad:** Para Portugal (2007), menciona que la “permeabilidad del concreto, como la de cualquier material, consiste en que éste pueda ser atravesado por un fluido (agua, aire, vapor de agua) a causa de una diferencia de presión entre las dos superficies opuestas del material” (p. 236).

La característica principal del concreto permeable es sin lugar a dudas la capacidad de filtrar fluidos por medio de su estructura, esta capacidad está relacionada directamente el diseño óptimo de la mezcla, es por eso que se debe hacer énfasis en esta propiedad.

“Diferentes estudios y pruebas han demostrado que se requiere un contenido mínimo de vacíos de aproximadamente 15% para lograr una filtración significativa, además la permeabilidad en este tipo de mezclas para que sea considerada satisfactoria, el tiempo medido debe ser menor a los 100 segundos” (López, 2010, p. 41).

**Durabilidad:** Se considera como aquella capacidad o propiedad que tiene el concreto para soportar los efectos de la intemperie, sin que se alteren sus propiedades mecánicas.

Al igual que el concreto tradicional, la durabilidad del concreto permeable se enfoca en la vida útil que pueda tener (Pérez, 2017, p. 33).

“Contempla la resistencia del concreto a 3 factores principales, abrasión, congelamiento-deshielo y sulfatos. Los diferentes tipos de concreto necesitan de diferentes durabilidades, dependiendo de la exposición del ambiente y de las propiedades deseables. Los componentes del concreto, la proporción de éstos, la interacción entre los mismos y los métodos de colocación y curado determinan la durabilidad final y la vida útil del concreto” (Kosmatka, Kerkhoff, Panarese, & Tanesi, 2004, p. 13).

#### **1.3.1.6. Propiedades Mecánicas del Concreto Permeable**

Las propiedades mecánicas que se deben tener en cuenta para que el Concreto Permeable pueda ser aplicado en distintas estructuras son las siguientes:

##### **1.3.1.6.1. Resistencia a la Compresión**

Es una de las características más significativas de todo concreto, esto se puede definir como el esfuerzo máximo que un material puede tolerar cuando está bajo una carga puntual.

“La resistencia que pueda llegar a alcanzar el concreto va a depender de la cantidad de agua que se emplee en su elaboración. Una cantidad elevada de agua va a ocasionar que el cemento se escurra ocasionando una mala o insuficiente adherencia entre las partículas de los agregados. Por otro lado, una cantidad insuficiente de agua ocasionará falta de cohesión entre las mismas partículas. En ambos casos el resultado final va a dar una mezcla con poca resistencia” (Rivera, 2011, p. 125)

Dependiendo de la cantidad de agregados finos, de la granulometría del agregado grueso, de la relación a/c, de la cantidad de cemento y de la compactación, la resistencia del concreto va a variar. A mayor cantidad de vacíos, se tendrá menor resistencia y viceversa (López, 2010, p. 37).

“La resistencia del concreto permeable debería variar entre 70 y 280 kg/cm<sup>2</sup>” (ACI 522R, 2010).

### **1.3.1.6.2. Resistencia a la Flexión**

“La resistencia a la flexión de un concreto es baja en comparación con su resistencia a la compresión, pero muy superior a su resistencia en tracción pura. Este parámetro es aplicado en estructuras tales como pavimentos rígidos; debido a que los esfuerzos de compresión que resultan en la superficie de contacto entre las llantas de un vehículo y el pavimento son aproximadamente iguales a la presión de inflado de las mismas, la cual en el peor de los casos puede llegar a ser de 5 o 6 kg/cm<sup>2</sup>” (Rivera, 2011, p. 133).

La resistencia a la flexión es indicada por medio del módulo de rotura y sus valores se encuentran entre 10 y 20% de la resistencia a la compresión. En el concreto permeable se llegan a tener resistencias a la flexión entre 10 y 38 kg/cm<sup>2</sup> (López, 2010, pág. 38).

### **1.3.2. Sistema de Drenaje**

“Es una estructura que busca garantizar el desalojo del flujo ocasionado por precipitaciones pluviales en la cuenca o zonas de asentamientos humanos, provocando una mínima molestia, peligro y/o daño a las personas, los bienes, el medio ambiente y la infraestructura existente” (Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, 2016).

#### **1.3.2.1. Eficacia de Drenaje**

“El funcionamiento del sistema de drenaje debe garantizar la seguridad de tránsito para peatones y vehículos. Debe minimizar las afectaciones a la infraestructura urbana y a los habitantes ante la ocurrencia de tormentas” (Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, 2016, p. 2). Esta es una de las propiedades que se busca obtener al implementar el concreto permeable en un pavimento rígido en la ciudad de Huaraz, ya que muchas veces se observa que el sistema de drenaje no presenta un buen funcionamiento en muchas calles.

#### **1.3.2.2. Volumen de Escurrimiento**

“Debe ser capaz de captar el volumen de agua generado por la precipitación de diseño” (Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, 2016, p. 2). Al implementarse un sistema de pavimentación a base de concreto permeable se debe tener presente toda la precipitación que debe captar y que la estructura sea capaz de filtrar en un tiempo reducido toda esta escurrimiento.

### **1.3.2.3. Control de Inundaciones**

“El sistema de drenaje debe proteger las vías de comunicación de la población ante inundaciones. El sistema de drenaje debe ser adecuado para desalojar el agua ocasionada por la precipitación de diseño determinada” (Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, 2016, p. 2). Uno de los mayores beneficios que se busca obtener con un pavimento permeable es sin lugar a dudas tener un mayor control de aguas pluviales y de esta manera evitar por complete las inundaciones en distintas calles.

### **1.3.3. Pavimentos**

Son estructuras que están compuestas por capas y apoyada sobre un terreno que está dispuesto para aguantarla durante un Periodo de Diseño y un rango de Serviciabilidad. También se aplica a estacionamientos, aceras o veredas, pasaje peatonal y ciclo vías (RNE, 2016, p. 93).

#### **1.3.3.1. Vías Urbanas, Locales y Pavimentos Especiales**

**Vías Urbanas:** Para RNE (2016), es un “espacio destinado al tránsito de vehículos y/o personas que se encuentran dentro del límite urbano, según su función son: vías expresas, arteriales, colectoras y locales” (p. 94).

**Vías Locales:** Para RNE (2016), son “aquellas que tienen por objeto el acceso directo a las áreas residenciales, comerciales e industriales y circulan dentro de ellas” (p. 95).

**Pavimentos Especiales:** Para RNE (2016), son “considerados las aceras o veredas, pasajes peatonales y ciclo vías” (p. 95).

#### **1.3.3.2. Pavimento Permeable**

Esta clase de Pavimentos están considerados dentro de los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), estos pavimentos son totalmente permeables y filtran la escorrentía superficial a través de sus poros. La capa superior se ofrece como una solución adecuada a aplicaciones en aparcamientos, parques y jardines, calles peatonales y zonas residenciales. (Rodríguez, 2014, p. 3).

Algunas de las áreas donde se puede utilizar un pavimento permeable son: Acceso vehicular, campos deportivos, estacionamientos, accesos peatonales y ciclo vías. Entonces podemos definir a un pavimento permeable estructuras viales con secciones

compuestas de diversas capas de materiales de construcción que permiten el paso del agua a través suyo, desde la superficie hasta el terreno natural o sub-rasante, y en conjunto pueden ofrecer la capacidad portante adecuada para resistir un tráfico determinado (generalmente liviano).

### **1.3.3.3. Ventajas del Concreto Permeable aplicado en Pavimentos**

Dentro de las Ventajas que nos puede brindar el Concreto Permeable una vez implementado en Pavimentos son:

- Eliminación o reducción de las dimensiones de alcantarillado pluvial
- Control de escurrimiento de aguas pluviales
- Evita encharcamiento y baches.

### **1.3.3.4. Desventajas del Concreto Permeable aplicado en Pavimentos**

Entre las Desventajas más apreciables que presenta esta nueva tecnología es la de perder permeabilidad con el paso del tiempo, al taparse los poros con otro material y que solo se pueda usar en pavimentos con un bajo y/o ligero tránsito.

## **1.4. Formulación al Problema**

- ¿Por qué el diseño correcto de una mezcla de concreto permeable y su aplicación en pavimentos rígidos, puede proporcionar un óptimo sistema de drenaje en el Jr. Los Alisos, Los Quenuales y Las Retamas del barrio de Centenario?

## **1.5. Justificación del Estudio**

Año tras año se puede observar como las inclemencias del tiempo azotan la provincia de Huaraz, el Jr. Los Alisos, Los Quenuales y Las Retamas han resultado muy dañados a causa de esto, se puede observar que las calles terminan totalmente inundadas por las torrenciales lluvias, los drenajes pluviales colapsan en su totalidad en las calles mencionadas y por si fuera poco se pueden observar deformaciones (baches) en todo lo largo de la vía. El concreto permeable un tema actual e innovador en el país, su aplicación en pavimentos sirve para poder tener un mejor control para la evacuación de aguas pluviales y reducir considerablemente las deformaciones en vías o calles locales. Si se logra implementar esta nueva tecnología tendrá una transcendencia para optimizar la aptitud de vida de las personas, disminuir incidentes de tránsito y mejorar el estado de calles pavimentadas.

Los beneficiarios con el desarrollo y posterior aplicación de la investigación serán 1604 vecinos del Jr. Los Alisos, Los Quenuales y Las Retamas del barrio de Centenario, teniendo un óptimo sistema de drenaje con la aplicación del Concreto Permeable en la pavimentación de las calles mencionadas; además se verán beneficiados estudiantes y profesionales de Ingeniería Civil, puesto que se ampliara y mejorara el entendimiento por esta nueva tecnología. Por lo tanto la presente investigación tiene una proyección social para optimizar la vida cotidiana de los pobladores y fortalecer el interés de futuros investigadores.

Este nuevo método ayudará a resolver un problema como son los efectos de intensificación de precipitaciones en el Jr. Los Alisos, Los Quenuales y Las Retamas, que se encuentran muy afectados por dichos efectos. Con la presente Investigación se podrá tener un mayor conocimiento acerca de la aplicación de concreto permeable en la zona sierra de nuestro país, y sobre todo con la información que se pueda obtener poder seguir una línea de investigación para un posterior desarrollo de teorías o normas para una aplicación más puntual.

## **1.6. Hipótesis**

Es posible realizar el diseño de mezcla de concreto permeable idóneo que pueda ser aplicado en pavimentos rígidos, y sea capaz de drenar la escorrentía superficial ante situaciones de precipitaciones que se han presentado en los últimos años, y de esta manera poder tener un óptimo Sistema de Drenaje en el Jr. Los Alisos, Los Quenuales y Las Retamas.

## **1.7. Objetivos**

### **1.7.1. Objetivo General**

- Diseñar una mezcla correcta de concreto permeable que cumpla con propiedades mecánicas e hidráulicas, para su aplicación en pavimentos rígidos y tener un óptimo sistema de drenaje en el Jr. Los Alisos, Los Quenuales y Las Retamas del barrio de Centenario.

### **1.7.2. Objetivos Específicos**

- Determinar la caracterización de agregados que se utilizaran para el diseño de la mezcla de Concreto Permeable.

- Elaborar dos diseños de mezclas basado en la norma ACI 522R-10 para producir concretos permeables con propiedades de resistencia e hidráulica aceptables, utilizando materiales encontrados en la ciudad de Huaraz.
- Implementar las normas de ensayos correspondientes al concreto permeable en estado fresco (ASTM C1688, 2014) y endurecido (ASTM C1754, 2012 y ACI 522R, 2010).
- Evaluar los diseños de mezclas elaboradas de acuerdo a los requisitos mínimos de resistencia de compresión y flexión para el uso en pavimentos rígidos de vías locales y pavimentos especiales según la Norma CE.010 Pavimentos Urbanos.
- Evaluar los diseños de mezclas elaboradas respecto a la demanda mínima de permeabilidad para ser usado como drenaje superficial ante precipitaciones ocurridos en los últimos 5 años en la ciudad de Huaraz.
- Realizar la sección típica de un Pavimento Permeable, utilizando el concreto antes diseñado para su aplicación como alternativa de drenaje en el Jr. Los Alisos, Los Quenuales y Las Retamas del barrio de Centenario.

## II.- MÉTODO

### 2.1. Diseño de Investigación

La presente Tesis está diseñada bajo los siguientes parámetros:

**Enfoque de Investigación:** Para Hernández, Fernández y Baptista (2014), el “enfoque cuantitativo utiliza la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis establecidas previamente y confía en la medición numérica” (p. 5).

Por lo tanto el enfoque de esta investigación es **CUANTITATIVO**, puesto que la hipótesis se probará mediante la medición numérica y el análisis estadístico de los resultados obtenidos con el diseño del Concreto Permeable.

**Tipo de Estudio:** Para Carrasco (2013), el “tipo de estudio aplicada, se caracteriza porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos que se adquieren” (p. 43).

Por lo tanto el tipo de estudio de esta investigación es **APLICADA**, puesto que se pondrán en práctica los conocimientos de Tecnología de Concreto, y de materiales utilizados en el

diseño de concreto permeable, su correcta aplicación en pavimentos y de esta manera poder obtener resultados que den por válida la investigación.

**Alcance de Investigación:** Para Hernández, Fernández y Baptista (2014), los “estudios explicativos pretenden establecer las causas de los eventos, sucesos o fenómenos que se estudian, explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta, o por qué se relacionan dos o más variables” (p. 95).

En tal sentido se considera el alcance de esta Investigación **EXPLICATIVA**, puesto que tiene como propósito explicar por qué el diseño correcto del Concreto Permeable y su aplicación en un pavimento pueden estar estrechamente vinculada con un Óptimo Sistema de Drenaje ante escorrentía superficial.

**Diseño de Investigación:** Para Hernández, Fernández y Baptista (2014), el “diseño experimental es un estudio en el que se manipulan intencionalmente una o más variables independientes (supuestas causas-antecedentes), para analizar las consecuencias que la manipulación tiene sobre una o más variables dependientes (supuestos efectos-consecuentes)” (p. 129).

En tal sentido se considera el diseño de esta Investigación **EXPERIMENTAL**, ya que se manipulará la variable independiente para analizar el vínculo y consecuencia sobre la variable dependiente. Además, se trata de un diseño Cuasi-experimental, debido a que se trabajara con grupos de probetas de concreto permeable las cuales estarán sujetas a ensayos.

## **2.2. Variables, Operacionalización**

Para el desarrollo de la presente Tesis, se identificaron las siguientes variables:

### **2.2.1. Variables de Investigación**

**Variable Independiente:** Concreto Permeable, porque será el centro del experimento y será manipulada durante la investigación.

**Variable Dependiente:** Sistema de Drenaje, porque será el resultado medible de la manipulación de la variable independiente.

### **2.2.2. Operacionalización de Variables**

Las variables de Investigación Independiente y Dependiente se operacionalizan tal y como se muestran en la Tabla 1:

**Tabla 1:** Operacionalización de Variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicadores	Escala de Medición
V.I : Concreto Permeable	“El concreto permeable es un material compuesto por cemento Portland, agregado grueso, poco o nada de agregado fino, aditivos y agua. Estos ingredientes permiten obtener un material resistente con poros interconectados de aberturas entre 2 y 8 mm que permiten que el agua infiltre fácilmente” (ACI 522R-10, 2010).	La Variable Concreto Permeable se va medir en función de cada uno de los indicadores de las dimensiones tales como Porosidad, Gradación de Agregados, Relación a/c, Propiedades en Estado Fresco, Endurecido y Mecánicas.	Porosidad	Porcentaje de Vacíos	Razón
			Gradación de Agregados	Tamaño Máximo Nominal de Agregado	
			Relación a/c	Cantidad de Agua y Cemento	
			Propiedades en Estado Fresco	Trabajabilidad Consistencia Densidad Contenido de Aire	
			Propiedades en Estado Endurecido	Permeabilidad Durabilidad	
			Propiedades Mecánicas	Resistencia a la Compresión Resistencia a la Flexión	

V.D : Sistema de Drenaje	<p>“Es una estructura que busca garantizar el desalojo del flujo ocasionado por precipitaciones pluviales en la cuenca o zonas de asentamientos humanos, provocando una mínima molestia, peligro y/o daño a las personas, los bienes, el medio ambiente y la infraestructura existente” (Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, 2016).</p>	<p>La Variable Sistema de Drenaje se va medir en función a los indicadores de la dimensión Propiedades Hidráulicas.</p>	<p>Propiedades Hidráulicas</p>	Eficacia de Drenaje	<p>Razón</p>
				Volumen de Escurrimiento	
				Control de Inundaciones	

*Fuente: Autor de Tesis*

## **2.3. Población y Muestra**

### **2.3.1. Población**

Para Carrasco (2013), la “población es el conjunto de todos los elementos (unidades de análisis) que pertenecen al ámbito espacial donde se desarrolla el trabajo de investigación” (p. 236).

Para la presente Tesis, se identificó como unidad de análisis las probetas y viguetas de concreto permeable, entonces la población estará conformada por todos los especímenes de concreto permeable para su aplicación en pavimento rígido que utilicen en su elaboración agregado grueso de gradación 1/2" y 3/8”.

### **2.3.2. Muestra**

Para Carrasco (2013), la “muestra es un parte o fragmento representativo de la población, cuyas características esenciales son las de ser objetiva y reflejo fiel de ella” (p. 237).

La muestra para la presente investigación fue elegida teniendo en cuenta el Manual de Ensayo de Materiales dado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), así por consiguiente la muestra será:

Para el ensayo de Resistencia a la Compresión, se elaborarán 18 probetas de concreto permeable, estos tendrán una forma cilíndrica cuyo diámetro será de 15cm y una longitud de 30cm, serán 3 probetas por cada gradación y porcentaje de vacíos que se ensayaran a los 7, 14 y 28 días.

Para el ensayo de Resistencia a la Flexión, se elaborarán 18 viguetas de concreto permeable con dimensiones de 15cm x 15cm x 50cm, serán 2 viguetas por cada gradación y porcentaje de vacíos que se ensayaran a los 7,14 y 28 días.

Para el ensayo de Permeabilidad del Concreto, se elaborarán 6 probetas de concreto permeable, serán de forma cilíndrica cuyo diámetro será de 10cm y su altura de 15cm, será 1 probeta por cada gradación y porcentaje de vacíos que se ensayaran a los 28 días.

Por lo tanto, la muestra para la presente Tesis será de 42 especímenes de concreto permeable para su aplicación en pavimentos rígidos.

## **2.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de Datos, Validez y Confiabilidad**

### **2.4.1. Técnicas de Investigación**

Para Carrasco (2013), las “técnicas de son herramientas metodológicas para resolver un problema metodológico concreto. Una de las técnicas más importantes que pueden emplearse en un trabajo de investigación científica es la Técnica de Laboratorios, que se utiliza para realizar investigaciones especialmente en laboratorio, se emplean más en ciencias” (p. 274). Por lo tanto para la presente Tesis se utilizara como técnica principal los Ensayos de Laboratorio para la recolección de datos, los ensayos a los especímenes de concreto permeable para su aplicación en pavimentos que se realizaran en la presente investigación serán: ensayo de compresión a los 7, 14 y 28, ensayo de resistencia a la flexión a los 7, 14 y 28 días y el ensayo de permeabilidad, a la edad de 28 días.

### **2.4.2. Instrumentos de Investigación**

Para Hernández, Fernández y Baptista (2014), el “instrumento de medición es un recurso que utiliza el investigador para registrar información o datos sobre las variables que tiene en mente” (p. 199). Para la presente Tesis se utilizara el Formato de Pruebas entregado por el Laboratorio después de realizar los ensayos correspondientes, los documentos son formatos estandarizados de acuerdo a normas ASTM C39, ASTM C293 y ACI 522R-10.

### **2.4.3. Validez y Confiabilidad**

Por ser documentos estandarizados por normas ASTM y por haber sido realizado por profesionales altamente capacitados y especializados en la materia, se confiara en los resultados y no requiere validación, tampoco la determinación de la confiabilidad.

## **2.5. Métodos de Análisis de Datos**

En primer lugar se procederá a realizar el Diseño de la Mezcla de Concreto Permeable para su aplicación en Pavimentos, teniendo en cuenta los criterios que dicta el ACI 522R-10 tales como la elección de los materiales y su respectiva caracterización, relación de agua/cemento y el porcentaje de vacíos. Todo esto teniendo en consideración la Resistencia a la Compresión que se desea obtener para que el Concreto Permeable diseñado cumpla los requisitos mínimos dictados por el MTC y la norma CE-010, y de esta manera pueda ser aplicado en Pavimentos Rígidos. De la mezcla de Concreto Permeable obtenida se

procederán a realizar probetas y viguetas que serán sometidas a ensayos y de esta manera obtener los datos necesarios para su posterior análisis.

Los datos recopilados en el Laboratorio por medio de las probetas y viguetas se procesarán y analizarán con estadística de organización y graficación. Este análisis se realizara en base a los gráficos de evolución de la resistencia a la compresión y resistencia a la flexión. Se realizara la comparación entre los diferentes módulos de rotura para pavimentos, relación entre la resistencia a la compresión y flexión, comparación de contenido de vacíos, coeficientes de permeabilidad, relación entre vacíos y permeabilidad, relación entre permeabilidad y resistencia a la compresión. Y al final se analizara los costos de materiales por m<sup>3</sup> de los concretos permeables para su aplicación en la pavimentación de calles.

## **2.6. Aspectos Éticos**

El investigador encargado de realizar la presente Tesis se compromete a respetar la veracidad del contenido de los resultados mostrados al final de la investigación planteada, en tal sentido se señala que se ha citado de manera correcta a los autores mencionados en el marco teórico, sustento específico para la presente investigación y se confiara en los datos que serán dados por el laboratorio donde se realicen los ensayos correspondientes de los especímenes de concreto permeable para su aplicación en pavimentos rígidos.

## **III.- RESULTADOS**

Los resultados obtenidos sobre la caracterización de los agregados, diseño de mezcla de Concreto Permeable, ensayo de Resistencia a la Compresión, ensayo de Resistencia a la Flexión y ensayo de Permeabilidad; así como las distintas comparaciones y evoluciones del diseño de Concreto Permeable, se muestran a continuación en las distintas Tablas y Gráficos.

### **3.1. Caracterización de los Agregados**

Las características más importantes que se deben tener en cuenta sobre los agregados que se utilizaran para el diseño del Concreto Permeable son el tamaño máximo nominal (TMN), peso unitario suelto y varillado, peso específico normal y aparente, contenido de humedad y porcentaje de absorción.

En la Tabla 2 se muestran las características físicas que se determinaron para el Agregado de 1/2":

**Tabla 2:** *Características físicas del Agregado de 1/2"*

<b>Denominación</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
Tamaño Máximo Nominal	1/2	Pulgada
Peso Unitario Suelto	1.402	g/cm <sup>3</sup>
Peso Unitario Varillado	1.623	g/cm <sup>3</sup>
Peso Específico Nominal	2.671	g/cm <sup>3</sup>
Peso Específico Aparente	2.634	g/cm <sup>3</sup>
Contenido de Humedad	3.29	%
Absorción	0.86	%

**Fuente:** *Autor de Tesis*

En la Tabla 3 se muestran las características físicas que se determinaron para el Agregado de 3/8":

**Tabla 3:** *Características físicas del Agregado de 3/8"*

<b>Denominación</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
Tamaño Máximo Nominal	3/8	Pulgada
Peso Unitario Suelto	1.422	g/cm <sup>3</sup>
Peso Unitario Varillado	1.644	g/cm <sup>3</sup>
Peso Específico Nominal	2.675	g/cm <sup>3</sup>
Peso Específico Aparente	2.637	g/cm <sup>3</sup>
Contenido de Humedad	2.14	%
Absorción	0.86	%

**Fuente:** *Autor de Tesis*

Las características físicas obtenidas del Agregado de 1/2" (Tabla 2) y el Agregado de 3/8" (Tabla 3), sirvieron para realizar el diseño de la mezcla de Concreto Permeable y así poder obtener una dosificación adecuada, mediante la cual se pueda obtener la Resistencia óptima para ser utilizado en Pavimentos Rígidos.

### 3.2. Diseños de Mezclas de Concreto Permeable

**Tabla 4:** *Criterios de Diseño para Mezcla de Concreto Permeable (Gradación 1/2")*

<b>Criterios de Diseño</b>	<b>Valor</b>
Relación agua/cemento	0.35
Porcentaje de Vacíos	15 %
Volumen de Pasta	25 %
Volumen Varillado Seco de Agregado (b/bo)	0.99

**Fuente:** *Autor de Tesis*

**Tabla 5:** *Criterios de Diseño para Mezcla de Concreto Permeable (Gradación 3/8")*

<b>Criterios de Diseño</b>	<b>Valor</b>
Relación agua/cemento	0.35
Porcentaje de Vacíos	15 %
Volumen de Pasta	25 %
Volumen Varillado Seco de Agregado (b/bo)	0.99

**Fuente:** *Autor de Tesis*

Los criterios utilizados para el Diseño de la Mezcla de Concreto Permeable se muestran en las Tablas 4 y 5, para cada Gradación que se utilizó.

Dichos criterios fueron considerados mediante lo mencionado en la Norma ACI 522 R -10 utilizada para diseños de Mezcla de Concretos Porosos o Permeables, además se consideraron por lo mencionado en distintos antecedentes para diseñar este tipo de Concreto en particular.

**Tabla 6:** *Dosificación de Mezcla de Concreto Permeable (Gradación 1/2")*

<b>Materiales</b>	<b>Pesos por 1m<sup>3</sup> (Kg)</b>	<b>Proporciones en Volumen</b>
Cemento	372.28	1
Agregado Grueso	1606.77	4.32
Agua	92.50	10.56

**Fuente:** *Autor de Tesis*

**Tabla 7:** *Dosificación de Mezcla de Concreto Permeable (Gradación 3/8")*

<b>Materiales</b>	<b>Pesos por 1m3 (Kg)</b>	<b>Proporciones en Volumen</b>
Cemento	372.28	1
Agregado Grueso	1627.56	4.37
Agua	109.90	12.55

**Fuente:** *Autor de Tesis*

Las dosificaciones obtenidas luego de realizar el Diseño de Mezcla de Concreto Permeable se observan en la Tabla 6 para un diseño con Agregado de 1/2" especificado en Kilogramos por cada metro cubico y sus proporciones en volumen cuya relación fue 1 : 4.32 / 10.56lt. Y en la Tabla 7 para un diseño con Agregado de 3/8" especificado en Kilogramos por cada metro cubico y sus proporciones en volumen cuya relación fue 1 : 4.37 / 12.55lt.

### **3.3. Ensayos realizados a los especímenes de Concreto Permeable**

#### **3.3.1. Ensayos al Concreto Permeable en Estado Fresco**

La Norma ASTM C1688, es necesaria para realizar ensayos a Mezclas de Concretos en estado fresco para determinar su buena trabajabilidad y consistencia al momento que esta pueda ser utilizada en obra.

**Tabla 8:** *Asentamiento*

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

**Fuente:** *Norma ASTM C1688*

La Tabla 8 muestra los parámetros mediante los cuales debe ser evaluada en Ensayo de Asentamiento (Slump) a la Mezcla de Concreto Permeable en estado Fresco.

Los datos obtenidos al momento de realizar el Ensayo de Asentamiento en la Mezcla de Concreto Permeable se muestran en la Tabla 9:

**Tabla 9: Asentamiento de Concreto Permeable**

<b>Gradación</b>	<b>1/2"</b>	<b>3/8"</b>
Slump (pulgadas)	0.8	1
Consistencia	Seco	Seco

**Fuente:** Autor de Tesis

Para el Concreto Permeable diseñado con Gradación de 1/2" se obtuvo un Slump de 0.8 pulgadas, mientras que para el Concreto Permeable diseñado con Gradación de 3/8" se obtuvo un Slump de 1 pulgada, en ambos casos la Consistencia fue Seca.

### 3.3.2. Ensayos al Concreto Permeable en Estado Endurecido

#### 3.3.2.1. Resistencia a la Compresión

Para determinar la resistencia a la compresión óptima y que el concreto diseñado pueda ser aplicado en estructuras de Pavimentos Rígidos, se elaboraron probetas cilíndricas de Concreto Permeable con una dimensión de 15 cm de diámetros y 30 cm de altura, las cuales fueron ensayadas a los 7, 14 y 28 días; en cada día de rotura se ensayaron 3 probetas para obtener un resistencia promedio más exacta.

**Tabla 10: Resistencia a la Compresión a los 7 días (Gradación 1/2")**

<b>COMPRESIÓN 7 DÍAS PARA GRADACIÓN DE 1/2"</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UND</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Carga Máxima	Kgf.	24420	24010	24200
Resistencia	Kg/cm <sup>2</sup>	133.87	131.62	132.66
<b>Resistencia Promedio</b>	<b>Kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>132.72</b>		

**Fuente:** Autor de Tesis

**Tabla 11: Resistencia a la Compresión a los 14 días (Gradación 1/2")**

<b>COMPRESIÓN 14 DÍAS PARA GRADACIÓN DE 1/2"</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UND</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
Carga Máxima	Kgf.	27960	27520	27740
Resistencia	Kg/cm <sup>2</sup>	153.28	150.86	152.07
<b>Resistencia Promedio</b>	<b>Kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>152.07</b>		

**Fuente:** Autor de Tesis

**Tabla 12:** Resistencia a la Compresión a los 28 días (Gradación 1/2")

<b>COMPRESIÓN 28 DÍAS PARA GRADACIÓN DE 1/2"</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UND</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
Carga Máxima	Kgf.	32820	32430	32560
Resistencia	Kg/cm2	179.92	177.78	178.49
<b>Resistencia Promedio</b>	<b>Kg/cm2</b>	<b>178.73</b>		

**Fuente:** Autor de Tesis

La Tabla 10 muestra la variación de Resistencias a Compresión determinadas tras ensayar 3 probetas de Concreto Permeable con gradación de 1/2" a los 7 días, se obtuvo una resistencia promedio de 132.72 Kg/cm2, que a su vez representa el 75.83% de la resistencia requerida. La Tabla 11 nos muestra los valores de la rotura de probetas a los 14 días obteniendo una resistencia promedio de 152.07 Kg/cm2, la cual representa un 86.90% de la resistencia requerida. Mientras que en la Tabla 12 se observan los valores de las roturas de probetas determinadas a los 28 días, obteniendo una resistencia promedio de 178.73 Kg/cm2, la cual representa el 102.13% de la resistencia requerida.

**Tabla 13:** Resistencia a la Compresión a los 7 días (Gradación 3/8")

<b>COMPRESIÓN 7 DÍAS PARA GRADACIÓN DE 3/8"</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UND</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Carga Máxima	Kgf.	25040	24650	25160
Resistencia	Kg/cm2	137.27	135.13	137.93
<b>Resistencia Promedio</b>	<b>Kg/cm2</b>	<b>136.78</b>		

**Fuente:** Autor de Tesis

**Tabla 14:** Resistencia a la Compresión a los 14 días (Gradación 3/8")

<b>COMPRESIÓN 14 DÍAS PARA GRADACIÓN DE 3/8"</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UND</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
Carga Máxima	Kgf.	28230	28660	28130
Resistencia	Kg/cm2	154.76	157.11	154.21
<b>Resistencia Promedio</b>	<b>Kg/cm2</b>	<b>155.36</b>		

**Fuente:** Autor de Tesis

**Tabla 15:** Resistencia a la Compresión a los 28 días (Gradación 3/8")

<b>COMPRESIÓN 28 DÍAS PARA GRADACIÓN DE 3/8"</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UND</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
Carga Máxima	Kgf.	32660	33300	33010
Resistencia	Kg/cm2	179.04	182.04	180.96
<b>Resistencia Promedio</b>	<b>Kg/cm2</b>	<b>180.68</b>		

**Fuente:** Autor de Tesis

Las Tablas 13, 14 y 15 muestran las variaciones de Resistencias a la Compresión determinadas tras ensayar 9 probetas de Concreto Permeable con gradación de 3/8". En la Tabla 13 se observan los resultados obtenidos tras la rotura de probetas a los a los 7 días y se obtuvo una resistencia promedio de 136.78 Kg/cm2 que representa un 78.13% de la resistencia requerida. La Tabla 14 nos muestra los valores de la rotura de probetas a los 14 días obteniendo una resistencia promedio de 155.36 Kg/cm2, la cual representa un 88.76% de la resistencia requerida. Mientras que en la Tabla 15 se observan los valores de las roturas de probetas determinadas a los 28 días, obteniendo una resistencia promedio de 180.68 Kg/cm2, la cual representa el 103.3% de la resistencia requerida.

#### **Por lo Tanto:**

El ensayo realizado a las probetas de Concreto Permeable con gradaciones de 1/2" y 3/8" muestran que los valores obtenidos de la Resistencia a la Compresión a los 7, 14 y 28 días, estuvieron dentro de los parámetros establecidos por el ACI 522 R-10, que menciona que las resistencias deben estar entre 70 y 280 Kg/cm2.

#### **3.3.2.2. Resistencia a la Flexión**

Para determinar la resistencia a la flexión óptima y saber el módulo de rotura para que el concreto diseñado pueda ser aplicado en estructuras de Pavimentos Rígidos, se elaboraron viguetas de Concreto Permeable con una dimensión de 15 cm de altura, 15 cm de ancho y 50 cm de largo, las cuales fueron ensayadas a los 7, 14 y 28 días; en cada día de rotura se ensayaron 3 viguetas para obtener un resistencia promedio más exacta.

**Tabla 16:** Resistencia a la Flexión a los 7 días (Gradación 1/2")

<b>FLEXIÓN 7 DÍAS PARA GRADACIÓN DE 1/2"</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UND</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
Carga Máxima	Kgf.	2510	2660	2700
Módulo de Rotura	Kg/cm2	20.00	19.50	20.60
<b>Resistencia Promedio</b>	<b>Kg/cm2</b>	<b>20.03</b>		

**Fuente:** Autor de Tesis

**Tabla 17:** Resistencia a la Flexión a los 14 días (Gradación 1/2")

<b>FLEXIÓN 14 DÍAS PARA GRADACIÓN DE 1/2"</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UND</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>
Carga Máxima	Kgf.	3750	3490	3930
Módulo de Rotura	Kg/cm2	25.10	25.50	25.00
<b>Resistencia Promedio</b>	<b>Kg/cm2</b>	<b>25.20</b>		

**Fuente:** Autor de Tesis

**Tabla 18:** Resistencia a la Flexión a los 28 días (Gradación 1/2")

<b>FLEXIÓN 28 DÍAS PARA GRADACIÓN DE 1/2"</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UND</b>	<b>G</b>	<b>H</b>	<b>I</b>
Carga Máxima	Kgf.	4750	3900	3850
Módulo de Rotura	Kg/cm2	27.20	27.30	28.20
<b>Resistencia Promedio</b>	<b>Kg/cm2</b>	<b>27.57</b>		

**Fuente:** Autor de Tesis

Las Tablas 16, 17 y 18 muestran las variaciones de Resistencias a la Flexión determinadas tras ensayar 9 viguetas de Concreto Permeable con gradación de 1/2". En la Tabla 16 se observan los resultados obtenidos tras la rotura de viguetas a los a los 7 días y se obtuvo una resistencia promedio de 20.03 Kg/cm2 que representa un 48% de la resistencia requerida. La Tabla 17 nos muestra los valores de la rotura de viguetas a los 14 días obteniendo una resistencia promedio de 25.20 Kg/cm2, la cual representa un 69% de su resistencia requerida. Mientras que en la Tabla 18 se observan los valores de las roturas de viguetas determinadas a los 28 días, obteniendo una resistencia promedio de 27.57 Kg/cm2, la cual representa el 100% de su resistencia requerida.

**Tabla 19:** Resistencia a la Flexión a los 7 días (Gradación 3/8")

<b>FLEXIÓN 7 DÍAS PARA GRADACIÓN DE 3/8"</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UND</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
Carga Máxima	Kgf.	2950	3020	3140
Módulo de Rotura	Kg/cm2	21.60	21.10	20.00
<b>Resistencia Promedio</b>	<b>Kg/cm2</b>	<b>20.90</b>		

**Fuente:** Autor de Tesis

**Tabla 20:** Resistencia a la Flexión a los 14 días (Gradación 3/8")

<b>FLEXIÓN 14 DÍAS PARA GRADACIÓN DE 3/8"</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UND</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>
Carga Máxima	Kgf.	3540	3360	3340
Módulo de Rotura	Kg/cm2	23.70	24.60	23.40
<b>Resistencia Promedio</b>	<b>Kg/cm2</b>	<b>23.90</b>		

**Fuente:** Autor de Tesis

**Tabla 21:** Resistencia a la Flexión a los 28 días (Gradación 3/8")

<b>FLEXIÓN 28 DÍAS PARA GRADACIÓN DE 3/8"</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UND</b>	<b>G</b>	<b>H</b>	<b>I</b>
Carga Máxima	Kgf.	3810	3960	3850
Módulo de Rotura	Kg/cm2	29.10	27.70	28.20
<b>Resistencia Promedio</b>	<b>Kg/cm2</b>	<b>28.33</b>		

**Fuente:** Autor de Tesis

Las Tablas 19, 20 y 21 muestran las variaciones de Resistencias a la Flexión determinadas tras ensayar 9 viguetas de Concreto Permeable con gradación de 3/8". En la Tabla 19 se observan los resultados obtenidos tras la rotura de viguetas a los a los 7 días y se obtuvo una resistencia promedio de 20.90 Kg/cm2 que representa un 53% de la resistencia requerida. La Tabla 20 nos muestra los valores de la rotura de viguetas a los 14 días obteniendo una resistencia promedio de 23.90 Kg/cm2, la cual representa un 74% de su resistencia requerida. Mientras que en la Tabla 18 se observan los valores de las roturas de viguetas determinadas a los 28 días, obteniendo una resistencia promedio de 28.33 Kg/cm2, la cual representa el 100% de su resistencia requerida.

### **Por lo Tanto:**

El ensayo realizado a las viguetas de Concreto Permeable con gradaciones de 1/2" y 3/8" muestran que los valores obtenidos de la Resistencias a la Flexión a los 17, 14 y 28 días, estuvieron dentro de los parámetros mencionados por el ACI 522 R-10, que se encuentra de 10 a 38 Kg/cm<sup>2</sup>.

### **3.3.2.3. Permeabilidad**

Para realizar el ensayo de Permeabilidad, en primer lugar se tuvo que elaborar un permeámetro a base de tuberías de PVC (Ver ANEXO 13), en la cual se colocarían las probetas cilíndricas para poder ser ensayadas. Una vez teniendo listo el equipo de permeabilidad se procedió a colocar la probeta de concreto permeable dentro de las tuberías ensambladas envuelta con plástico, luego se procedió a saturar el equipo con agua hasta cubrir la probeta, finalmente se procedió a abrir la válvula de agua e inmediatamente se toma el tiempo que el agua tarda en descender.

Con los datos obtenidos durante el ensayo de Permeabilidad y para obtener este rasgo distintivo del Concreto Permeable, se procedió a determinar el coeficiente de permeabilidad según la Ley de Darcy con la siguiente formula:

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

Donde:

k = Coeficiente de Permeabilidad

L = Longitud de la Muestra

A = Área de la Muestra

a = Área de la tubería de carga

t = Tiempo que tarda en pasar de h1 hasta h2

h1 = Altura de agua medida de la parte superior de la muestra

h2 = Altura de tubería de salida de agua

**Tabla 22:** Permeabilidad para Concreto Permeable (Gradación 1/2")

<b>COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD (Agregado 1/2")</b>								
<b>N° de Probeta</b>	<b>L (cm)</b>	<b>A (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>a (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>h1 (cm)</b>	<b>h2 (cm)</b>	<b>t (seg)</b>	<b>Ln (h1/h2)</b>	<b>k (cm/seg)</b>
<b>1</b>	15	471.24	471.24	30	27	09	0.1054	0.113
<b>2</b>	15	471.24	471.24	30	27	10	0.1054	0.122
<b>3</b>	15	471.24	471.24	30	27	10	0.1054	1.113
<b>PROMEDIO</b>								<b>0.492</b>

**Fuente:** Autor de Tesis

**Tabla 23:** Permeabilidad para Concreto Permeable (Gradación 3/8")

<b>COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD (Agregado 3/8")</b>								
<b>N° de Probeta</b>	<b>L (cm)</b>	<b>A (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>a (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>h1 (cm)</b>	<b>h2 (cm)</b>	<b>t (seg)</b>	<b>Ln (h1/h2)</b>	<b>k (cm/seg)</b>
<b>4</b>	15	471.24	471.24	30	27	14	0.1054	0.176
<b>5</b>	15	471.24	471.24	30	27	13	0.1054	0.158
<b>6</b>	15	471.24	471.24	30	27	14	0.1054	0.158
<b>PROMEDIO</b>								<b>0.116</b>

**Fuente:** Autor de Tesis

Las tablas 22 y 23 muestran los coeficientes de Permeabilidad obtenidos tras ensayar 6 probetas de Concreto Permeable a los 28 días.

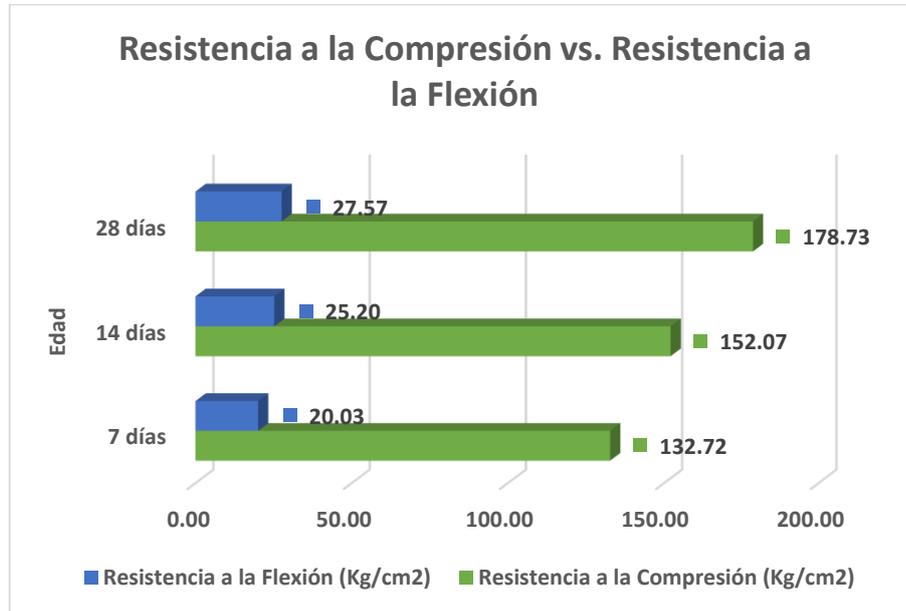
La Tabla 22 nos muestra un coeficiente de Permeabilidad para un Concreto Permeable con gradación de 1/2", el valor obtenido fue de 0.492 cm/seg.

La Tabla 23 nos muestra un coeficiente de Permeabilidad para un Concreto Permeable con gradación de 3/8", el valor obtenido fue de 0.116 cm/seg.

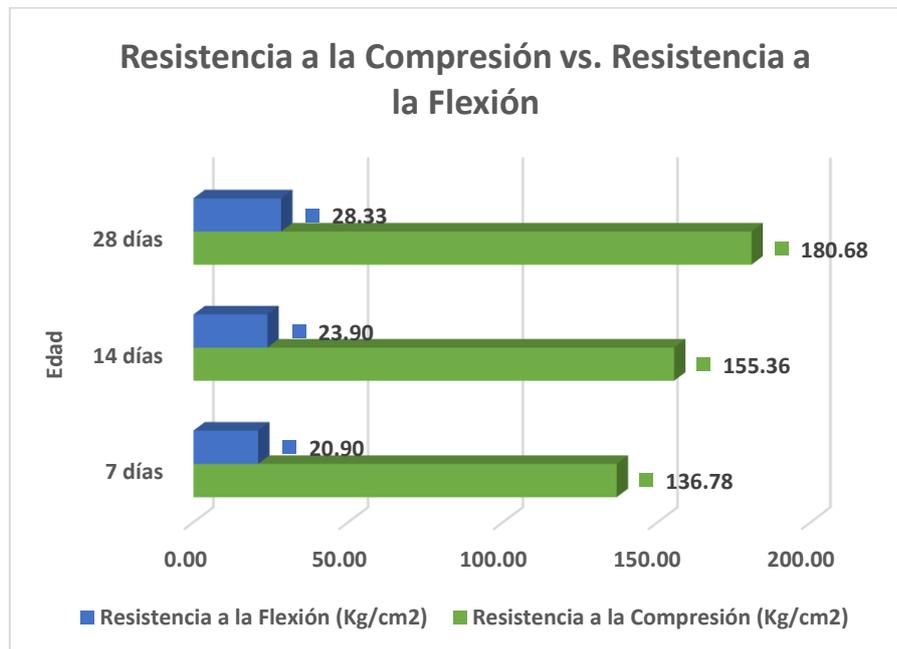
Los coeficientes de Permeabilidad obtenidos tras este ensayo están estrechamente ligados con la capacidad que tiene nuestro concreto para poder filtrar el agua a través de su estructura en un tiempo determinado y de esta manera poder evacuar escorrentía superficial, teniendo una eficacia de drenaje, un óptimo volumen de escurrimiento y pudiendo incluso tener un control de Inundaciones

### 3.4. Evaluación de Concreto Permeable según resistencias para Pavimentos Rígidos

#### 3.4.1. Resistencia a la Flexión en relación a la Resistencia a la Compresión



**Figura 1:** Relación entre Resistencia a la Compresión y Resistencia a la Flexión para Concreto Permeable con gradación de 1/2".



**Figura 2:** Relación entre Resistencia a la Compresión y Resistencia a la Flexión para Concreto Permeable con gradación de 3/8".

Para poder utilizar el Concreto Permeable en una estructura de Pavimento Rígido la norma ACI 522 R-10, menciona que la Resistencia a la Flexión debe variar entre el 10% y 20% de la Resistencia a la Compresión obtenida.

La Figura 1 nos muestra que la Resistencia a la Flexión para un Concreto Permeable con gradación de 1/2" a los 7 días fue un 15.09% de la Resistencia a la Compresión, a los 14 días fue un 16.45% y a los 28 días fue un 15.43%. Mientras que la Figura 2 nos muestra que la Resistencia a la Flexión para un Concreto Permeable con gradación de 3/8" a los 7 días fue un 15.28% de la Resistencia a la Compresión, a los 14 días fue un 15.38% y a los 28 días fue un 15.67%, en todos los casos la Resistencia a la Flexión se mantuvo entre el rango especificado por la norma.

### 3.4.2. Módulos de Rotura para utilizar el Concreto Permeable como Capa de Rodadura

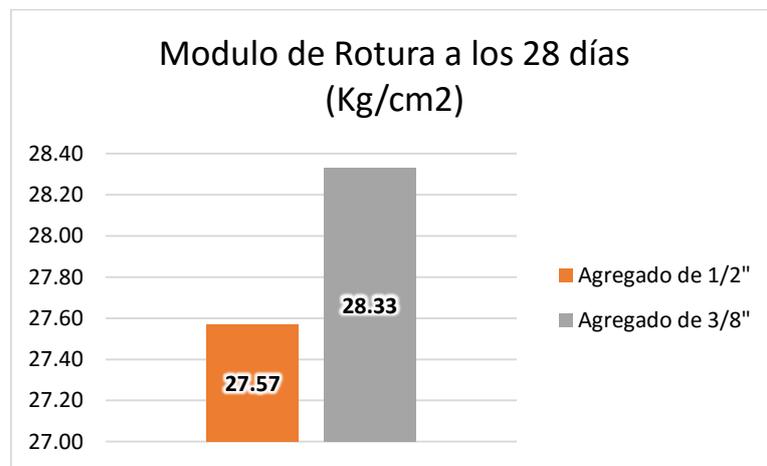


Figura 3: Módulos de Rotura obtenidos del Concreto Permeable

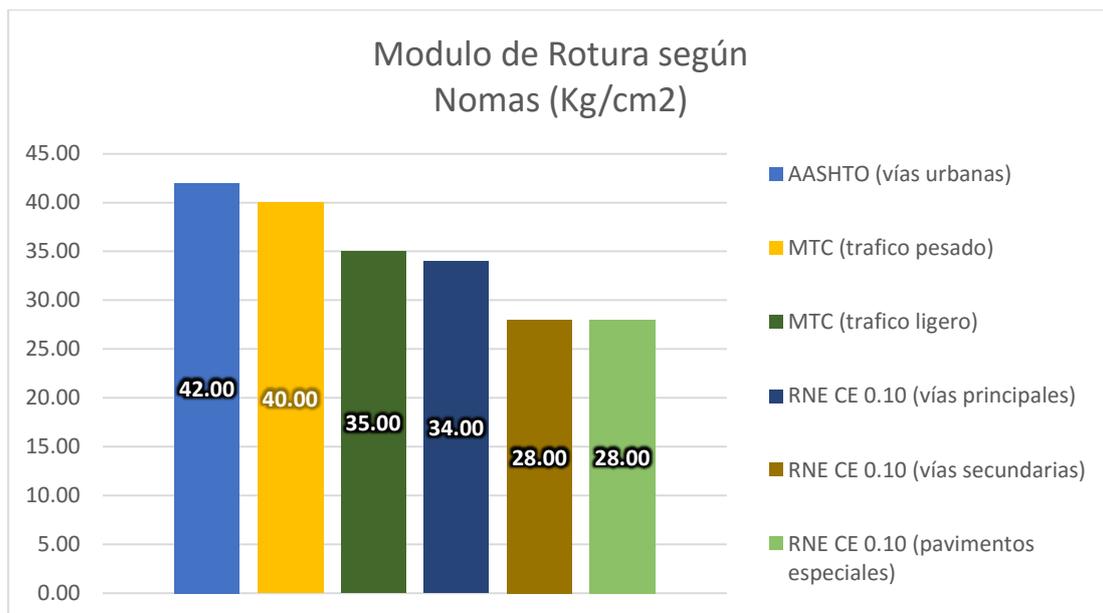
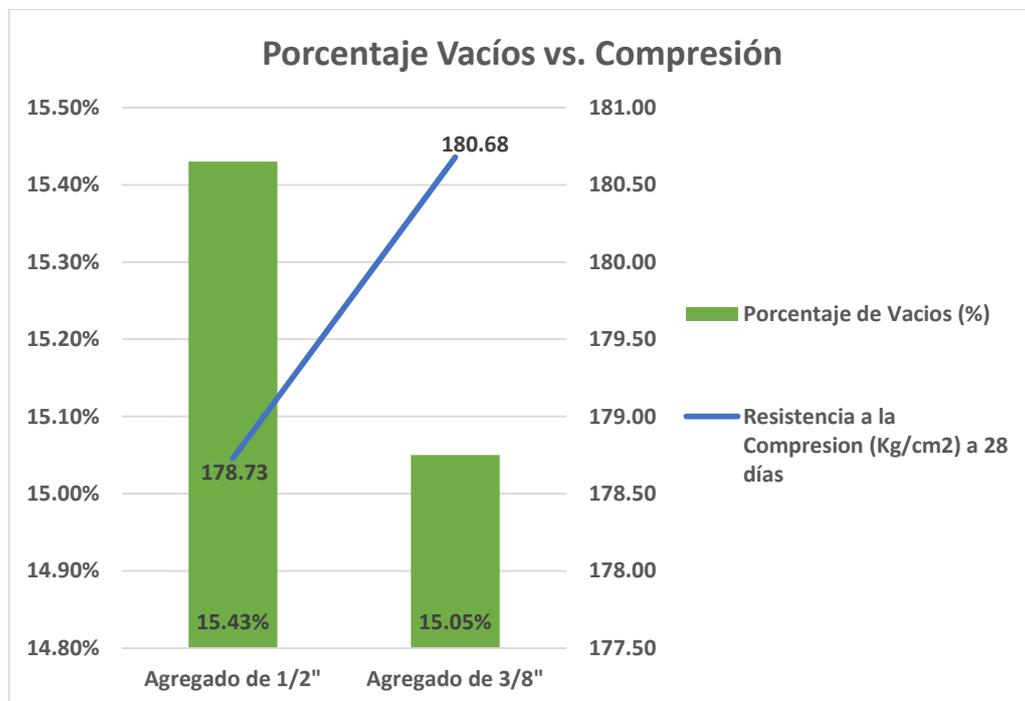


Figura 4: Módulos de Rotura estandarizados por Normas para que el Concreto sea utilizado como Capa de Rodadura

La Figura 3 nos muestra los Módulos de Rotura obtenidos tras ensayar los especímenes de Concreto Permeable con Agregado de 1/2" y 3/8", los resultados obtenidos a los 28 días fueron de 27.57 Kg/cm<sup>2</sup> y 28.33 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, estos valores en comparación con los mostrados en la Figura 4 que son Módulos de Rotura estandarizados por distintas normas para poder utilizar el Concreto como Capa de Rodadura, nos muestra que el Concreto Permeable con gradación de 1/2" no puede ser utilizado como capa de rodadura en ningún tipo de vía pavimentada, mientras que el Concreto Permeable con gradación de 3/8" se ajusta al valor límite para ser utilizado como vía secundaria y en pavimentos especiales según el Reglamento Nacional de Edificaciones.

### 3.4.3. Resistencia a la Compresión en relación al Porcentaje de Vacíos

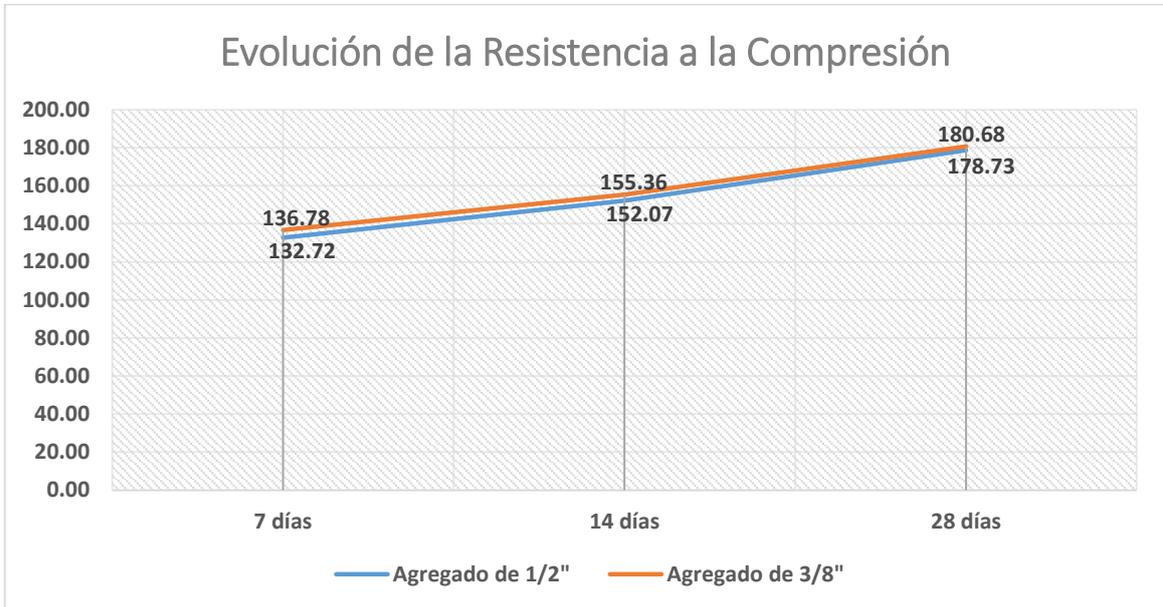


**Figura 5:** Relación existente entre el Porcentaje de Vacíos y la Resistencia a la Compresión.

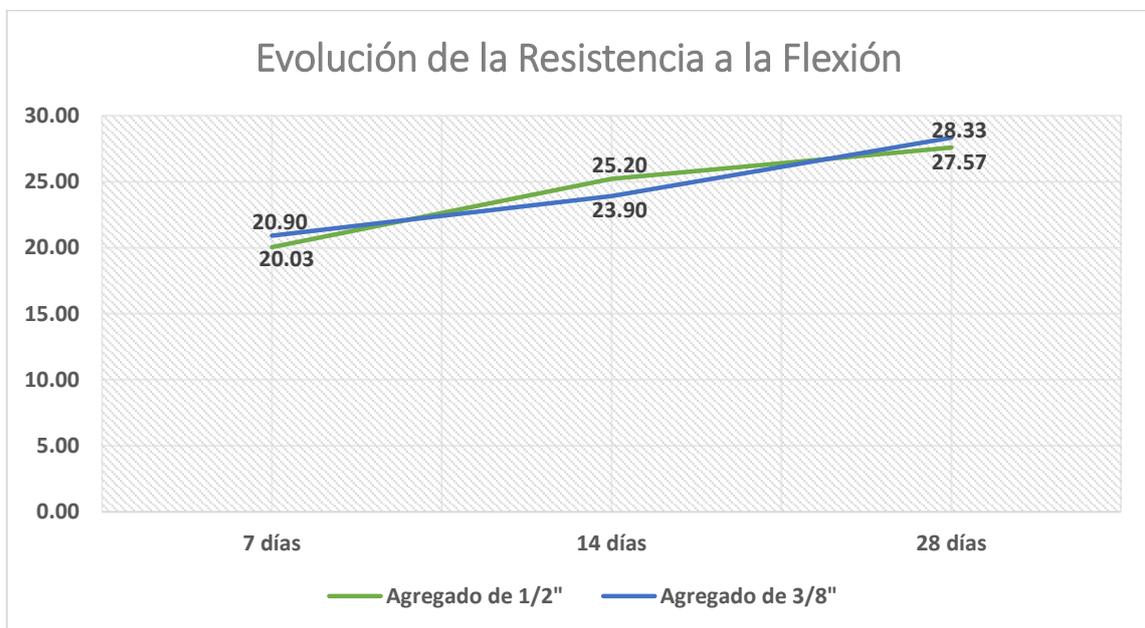
La Figura 5 nos muestra la variación que llega a existir entre la Resistencia a la Compresión y el porcentaje de vacíos con la cual se diseña el Concreto Permeable, para el diseño con Agregado de 1/2" el porcentaje de vacíos de diseño fue de 15.43% obteniendo a los 28 días una Resistencia a la Compresión de 178.73 Kg/cm<sup>2</sup>. Mientras que para el diseño con Agregado de 3/8" el porcentaje de vacíos de diseño fue de 15.05% obteniendo una Resistencia a la Compresión a los 28 días de 180.68 Kg/cm<sup>2</sup>.

Por lo tanto se pudo observar que a más porcentaje de vicios menos es la Resistencia a la compresión y viceversa.

### 3.4.4. Evolución de las Resistencias a Compresión y Flexión del Concreto Permeable



**Figura 6:** Evolución de la Resistencia a la compresión del Concreto Permeable en distintas edades.

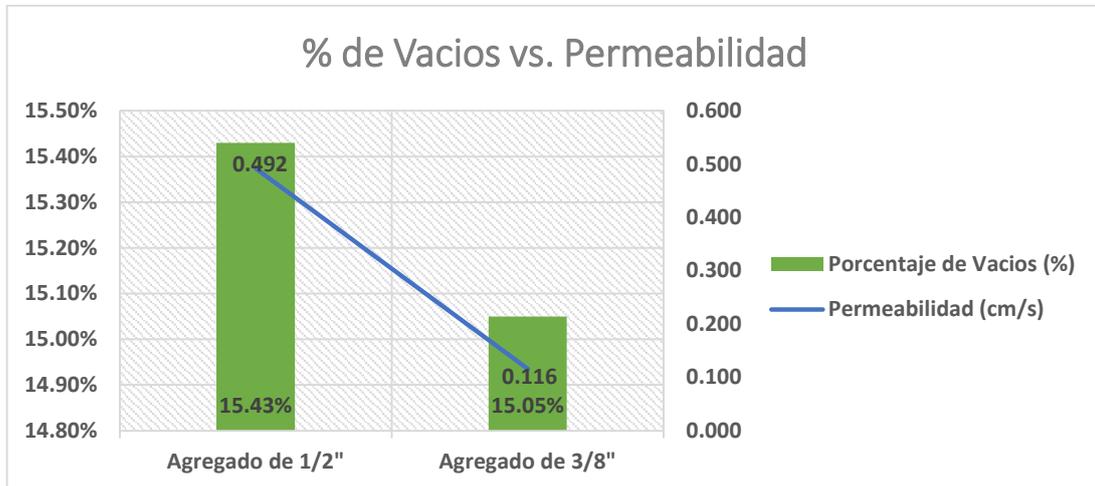


**Figura 7:** Evolución de la Resistencia a la Flexión del Concreto Permeable en distintas edades.

La Figura 6 nos muestra el desarrollo o evolución que presentó el Concreto Permeable en cada Rotura de Probetas en distintas edades, dicha evolución fue de manera constante

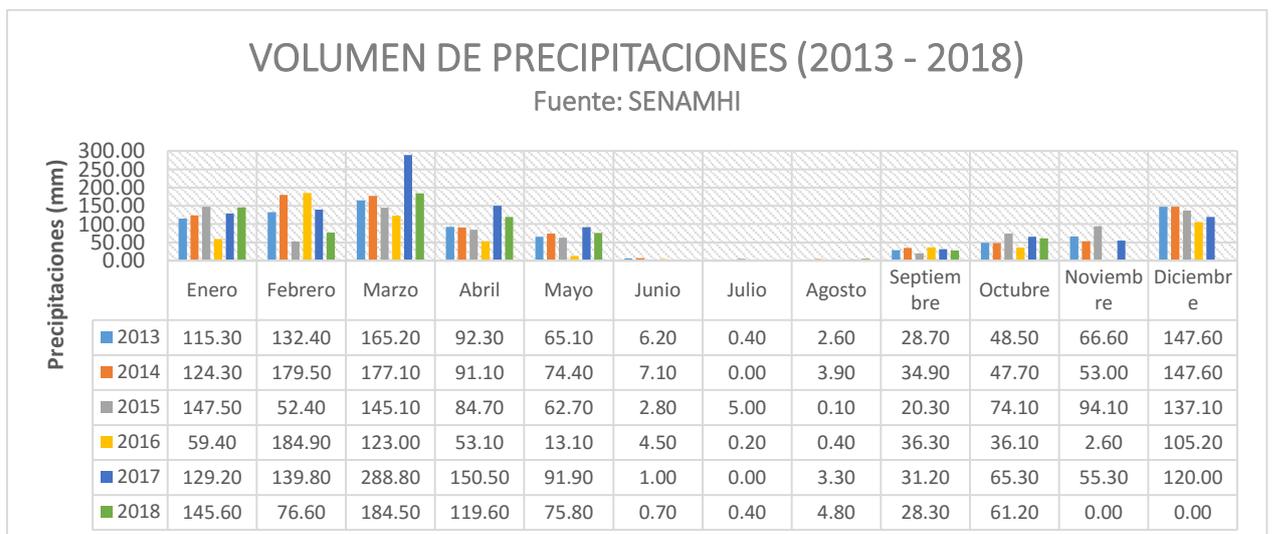
hasta lograr alcanzar una Resistencia a la compresión alta. Mientras que la Figura 7 nos muestra la evolución que presento el Concreto Permeable con respecto al módulo de rotura de viguetas hasta obtener una Resistencia a la Flexión alta.

### 3.5. Evaluación de Concreto Permeable según Permeabilidad



**Figura 8:** Relación entre el Porcentaje de Vacíos y la Permeabilidad del Concreto Permeable.

La Figura 8 nos muestra la relación que llegó a existir entre el Porcentaje de Vacíos con el cual se diseña el Concreto Permeable y la Permeabilidad que este material pueda llegar a obtener. Para el diseño con Agregado de 1/2" el porcentaje de vacíos fue de 15.43% y con ese valor se obtuvo una permeabilidad de 0.492 cm/seg. Mientras que para un diseño con Agregado de 3/8" el porcentaje de vacíos fue de 15.05% obteniendo 0.116 cm/seg de permeabilidad. Por lo tanto se pudo observar que a más porcentaje de vacíos mayor permeabilidad.



**Figura 9:** Volumen de Precipitaciones presentados en la ciudad de Huaraz en los últimos 5 años.

La Figura 9 nos muestra el volumen de Precipitaciones que se han presentado en los últimos 5 años en la ciudad de Huaraz, el volumen de las precipitaciones varía de acuerdo a los meses durante todo el año, el mayor volumen de precipitación se presentó en Marzo del 2017 con 288.80 mm.

**Tabla 24:** *Evaluación de Permeabilidad por 1m2*

Gradación de Agregados	Área de Infiltración	
	Probeta = 0.047m2	1m2
Agregado de 1/2"	4.92 mm/seg	104.68 mm/seg
Agregado de 3/8"	1.16 mm/seg	24.68 mm/seg

**Fuente:** *Autor de Tesis*

La Tabla 24 nos muestra los valores por metro cuadrado que el Concreto Permeable puede ser capaz de infiltrar agua a través de su estructura y de esta manera tener un mejor control de aguas pluviales, el diseño con agregado de 1/2" nos puede permitir infiltrar 104.68 mm/seg de aguas pluviales, mientras que el diseño con agregado de 3/8" nos puede permitir infiltrar 24.68 mm/seg de aguas pluviales.

### 3.6. Evaluación de Costos del Concreto Permeable

**Tabla 25:** *Costo Unitario de Materiales*

Material	Costo Unitario (S/.)	Unidad
Cemento SOL Portland Tipo I	22.50	Bolsa
Agregado Grueso de 1/2"	55.00	m3
Agregado Grueso de 3/8"	60.00	m3
Agua	3.00	m3

**Fuente:** *Autor de Tesis*

La Tabla 25 nos muestra el precio unitario de cada material que se utilizó en la elaboración del Concreto Permeable, el costo del Agregado de 1/2" y 3/8" fueron obtenidos de la Cantera "Ortiz", mientras que el costo del Cemento SOL Portland Tipo I fue obtenido de ferreterías locales de la ciudad de Huaraz.

**Tabla 26:** Costo por 1m<sup>3</sup> de Concreto Permeable con Agregado de 1/2"

<b>Concreto Permeable F'C=178.73 Kg/cm<sup>2</sup></b>				<b>CU (m<sup>3</sup>)</b>	<b>348.88</b>
Rendimiento	<b>13.0000</b>	m <sup>3</sup> /d	Jornada	<b>8</b>	horas/día
Descripción del Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
<b><u>Mano de Obra</u></b>					<b>76.46</b>
Operador Equipo Liviano	hh	1.0000	0.6154	10.57	6.50
Operario	hh	1.0000	0.6154	12.25	7.54
Oficial	hh	1.0000	0.6154	10.13	6.23
Peón	hh	10.0000	6.1538	9.13	56.18
<b><u>Materiales</u></b>					<b>255.55</b>
Piedra Chancada de 1/2"	m <sup>3</sup>		1.06	55.00	58.30
Cemento Portland Tipo I	bls		8.76	22.50	197.10
Agua	m <sup>3</sup>		0.09	1.70	0.15
<b><u>Equipo</u></b>					<b>16.86</b>
Herramientas Manuales	%mo		5.00	76.46	3.82
Mezcladora de Concreto Tambor 18 HP 11 p3	hm	1.0000	0.6154	21.19	13.04

**Fuente:** Autor de Tesis

La Tabla 26 nos muestra el Análisis de Costo Unitario para el Concreto Permeable con resistencia de F'C= 178.73 Kg/cm<sup>2</sup> y diseñado con agregado de 1/2", en el análisis el rendimiento fue considerado como el de un Concreto para un Pavimento Rígido convencional. Los costos de mano de obra fueron considerados de la Tabla Salarial actual del año 2018/2019, el costo de materiales fue cotizado para la ciudad de Huaraz, así como el de los equipos a utilizar.

El precio total de Concreto Permeable con gradación de 1/2" es de S/. 348.88 por metro cubico de concreto, si este precio se compara al de un concreto convencional se puede observar que es mucho menor.

**Tabla 27:** Costo por 1m<sup>3</sup> de Concreto Permeable con Agregado de 3/8"

<b>Concreto Permeable F´C=180.68 Kg/cm<sup>2</sup></b>				<b>CU (m<sup>3</sup>)</b>	<b>354.81</b>
Rendimiento	13.0000	m <sup>3</sup> /d	Jornada	8	horas/día
Descripción del Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
<b><u>Mano de Obra</u></b>					<b>76.46</b>
Operador Equipo Liviano	hh	1.0000	0.6154	10.57	6.50
Operario	hh	1.0000	0.6154	12.25	7.54
Oficial	hh	1.0000	0.6154	10.13	6.23
Peón	hh	10.0000	6.1538	9.13	56.18
<b><u>Materiales</u></b>					<b>261.49</b>
Piedra Chancada de 3/8"	m <sup>3</sup>		1.07	60.00	64.20
Cemento Portland Tipo I	bls		8.76	22.50	197.10
Agua	m <sup>3</sup>		0.11	1.70	0.19
<b><u>Equipo</u></b>					<b>16.86</b>
Herramientas Manuales	%mo		5.00	76.46	3.82
Mezcladora de Concreto Tambor 18 HP 11 p3	hm	1.0000	0.6154	21.19	13.04

**Fuente:** Autor de Tesis

La Tabla 27 nos muestra el Análisis de Costo Unitario para el Concreto Permeable con resistencia de F´C= 180.68 Kg/cm<sup>2</sup> y diseñado con agregado de 1/2", en el análisis el rendimiento fue considerado como el de un Concreto para un Pavimento Rígido convencional. Los costos de mano de obra fueron considerados de la Tabla Salarial actual del año 2018/2019, el costo de materiales fue cotizado para la ciudad de Huaraz, así como el de los equipos a utilizar.

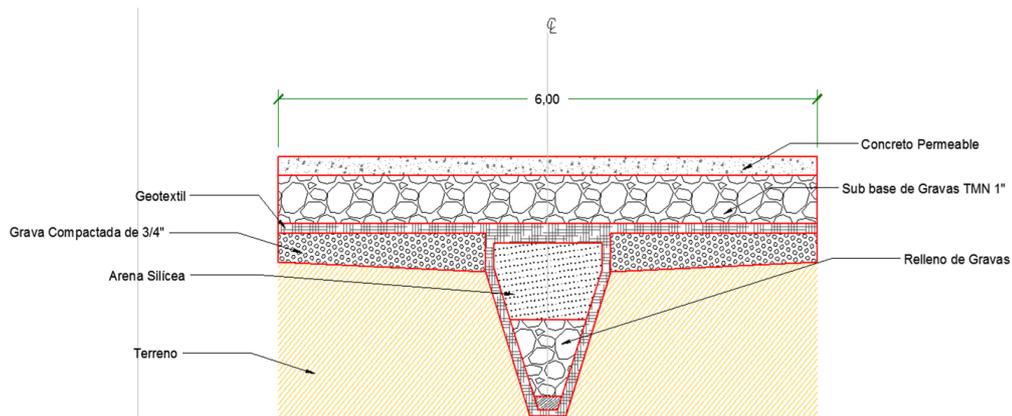
El precio total de Concreto Permeable con gradación de 1/2" es de S/. 354.81 por metro cubico de concreto, si este precio se compara al de un concreto convencional se puede observar que es mucho menor.

### 3.7. Secciones Típicas de un Pavimento Permeable

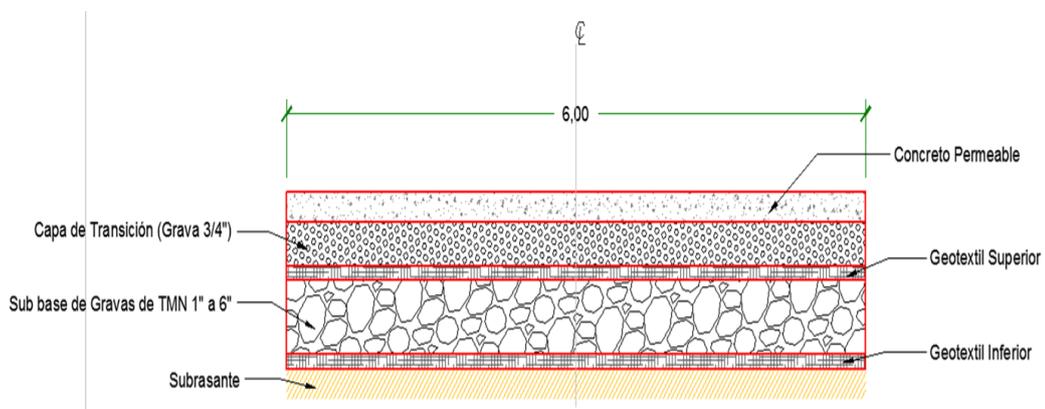
Ya conociendo las propiedades mecánicas e hidráulicas que el Concreto Permeable posee, lo que se pretende es utilizar el material antes elaborado en una estructura de pavimento rígido, para de esta manera poder tener un Pavimento Permeable, que además de cumplir las funciones de un pavimento convencional, sea capaz de proporcionar un óptimo sistema de drenaje ante escorrentía superficial causado por precipitaciones pluviales.

La estructura interna de un Pavimento Permeable es muy diferente a la de un pavimento convencional, puesto que el agua filtrara a través de toda su estructura. Para garantizar que el Pavimento Permeable sea funcional estructuralmente e hidráulicamente, se debe tener en cuenta las capas por las que estará conformado la estructura. (Ver ANEXO 17)

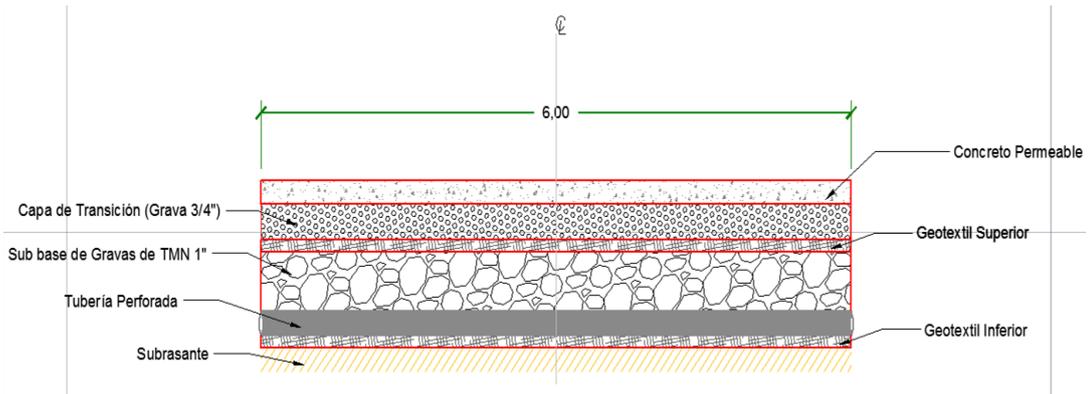
Un Pavimento Permeable puede presentar las siguientes secciones típicas:



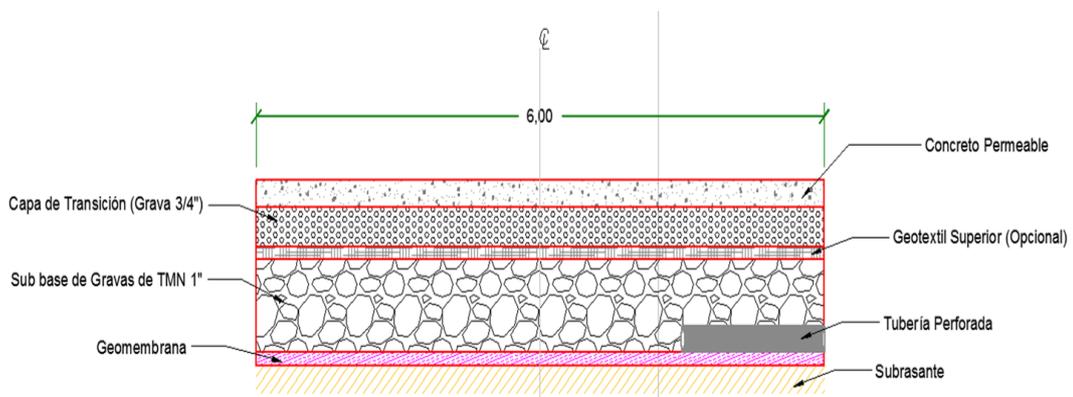
**Figura 10:** *Pavimento Permeable con Dren Francés Subterráneo*



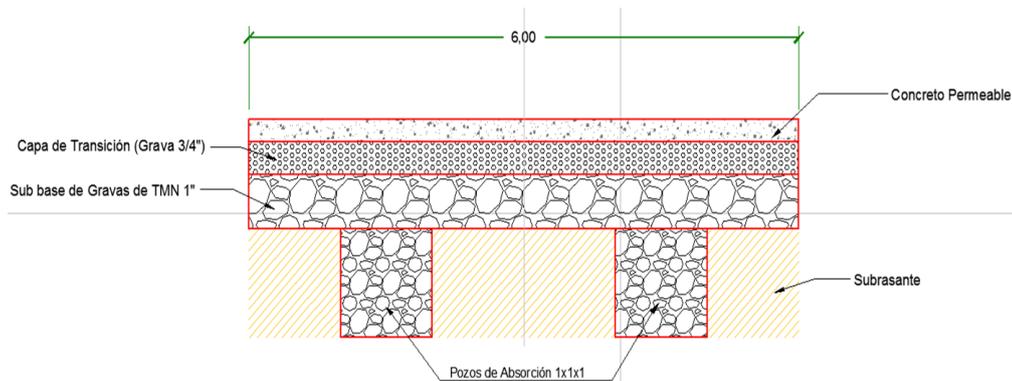
**Figura 11:** *Pavimento Permeable de Infiltración Total*



**Figura 12: Pavimento Permeable de Infiltración Parcial**



**Figura 13: Pavimento Permeable de Infiltración Nula**



**Figura 14: Pavimento Permeable con Pozo de Absorción**

Las Figuras 10, 11, 12, 13 y 14 nos muestran las distintas secciones típicas, o como estarías conformados los Pavimentos Permeables. En todos los casos se puede observar que es necesario utilizar Sub base de Gravas que por lo general deben presentar un TMN de 1", y se debe hacer uso de geotextiles y geomembranas para proteger la estructura de la filtración de aguas pluviales

#### **IV- DISCUSIÓN**

En seguida se comenzó a realizar la discusión de todos los resultados que se obtuvieron tras la realización de los distintos ensayos a especímenes de Concreto Permeable, se procedió a debatir con los resultados de investigaciones anteriores y con teorías relacionadas al tema.

El diseño realizado del Concreto Permeable con gradaciones de 1/2" y 3/8", genero resultados positivos dentro de un marco para su uso en estructuras de pavimentos rígidos, será muy importante poner énfasis analizar el comportamiento de la Resistencia a la Compresión, Resistencia a la Flexión y la Permeabilidad puesto que el objetivo general de la presente Tesis fue realizar un mezcla optima de concreto permeable que cumpla con propiedades mecánicas e hidráulica aceptables para su aplicación en una estructura de pavimento rígido.

##### **Resistencia a la Compresión:**

En cuanto a la Resistencia a la Compresión, se observó que el diseño con gradación de 3/8" obtuvo la mayor resistencia con un valor de 180.68 Kg/cm<sup>2</sup>, mientras que el diseño con gradación de 1/2" obtuvo la menor resistencia con un valor de 178.73 Kg/cm<sup>2</sup>.

Según el autor Pérez Gordillo, Johan (2017) en su tesis titulada "Influencia de la Granulometría del Agregado Grueso en las Propiedades Mecánicas e Hidráulicas de un Concreto Permeable, Trujillo 2017", obtuvo una resistencia a la compresión a los 28 días con agregado de 3/8" de 190.30 Kg/cm<sup>2</sup>, mientras que con el agregado de 1/2" obtuvo una resistencia de 180.08 Kg/cm<sup>2</sup>. En ambos casos se observa que los valores obtenidos en la presente tesis fueron menores en 9.62 y 1.35 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, pero esto debido a que el autor utiliza un 8% de agregado fino en el diseño de la mezcla.

Según los autores Guizado Barrios, Agneth y Curi Grados, Elvis (2017) en su tesis titulada "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", obtuvieron una resistencia a la compresión para una mezcla de concreto permeable con agregado de Huso 67 (3/8) sin incluir agregado fino de 180.00 Kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días. En este caso de observa que el valor de la resistencia se asemeja a lo determinado en la presente Tesis.

Según los autores Flores Quispe, Cesar y Pacompia Calcina, Iván (2015) en su tesis titulada "Diseño de Mezcla de Concreto Permeable con adición de Tiras de Plástico para Pavimentos

F'c 175 Kg/Cm<sup>2</sup> en la ciudad de Puno”, realizan un diseño base de concreto permeable con agregado de Huso 67 obteniendo una resistencia a la compresión a los 28 días de 163.67 Kg/cm<sup>2</sup>. Con respecto a la presente Tesis el valor obtenido es superior con una diferencia de 17.01 Kg/cm<sup>2</sup> con respecto a los resultados obtenidos por los autores.

Para la norma ACI 522 R-10 lo valores de resistencia a la compresión que un Concreto Permeable debe obtener esta entre los 70 y 280 Kg/cm<sup>2</sup>. En este caso las resistencias obtenidas tanto para el concreto permeable con gradación de 1/2" y 3/8" se encuentran en el rango establecido por la presente norma.

Según los autores Felipe Moujir, Yalil y Felipe Castañeda, Luis (2014) en su tesis titulada “Diseño y Aplicación de Concreto Poroso para Pavimentos”, realizan dos diseños de concreto poroso, en la primera mezcla utilizan agregado fino en su elaboración obteniendo una resistencia a la compresión a los 28 días de 232.60 Kg/cm<sup>2</sup>. En el segundo diseño de mezcla de concreto poroso no utilizan agregado fino en su elaboración obteniendo una resistencia a la compresión a los 28 días de 179.37 Kg/cm<sup>2</sup>. Para el primer diseño con agregado fino se observa claramente que supera a los resultados obtenidos en la presente Tesis, pero para el segundo diseño sin agregado fino la resistencia que los autores obtuvieron solo supera al concreto permeable diseñado con agregado de 1/2" mas no al concreto diseñado con agregado de 3/8”.

### **Resistencia a la Flexión:**

En cuento a lo que a la Resistencia a la Flexión se trata, se observó que el concreto permeable diseñado con gradación de 3/8” obtuvo el mayor valor con 28.33 Kg/cm<sup>2</sup>, mientras que el menor valor se obtuvo del concreto permeable diseñado con gradación de 1/2" con 27.57 Kg/cm<sup>2</sup>.

Según el autor Pérez Gordillo, Johan (2017) en su tesis titulada “Influencia de la Granulometría del Agregado Grueso en las Propiedades Mecánicas e Hidráulicas de un Concreto Permeable, Trujillo 2017”, obtuvo un módulo de rotura de 30.81 Kg/cm<sup>2</sup> para el concreto permeable diseñado con gradación de 3/8”, y un módulo de rotura de 28.59 Kg/cm<sup>2</sup> para un concreto permeable diseñado con gradación de 1/2". En ambos casos los módulos de rotura que el autor obtiene es mayor a los resultados obtenidos en la presente Tesis, con una diferencia de 2.48 y 1.02 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, esta diferencia se presenta por el uso de agregado fino en un 8% que el autor utilizo en el diseño de la mezcla.

Según los autores Felipe Moujir, Yalil y Felipe Castañeda, Luis (2014) en su tesis titulada “Diseño y Aplicación de Concreto Poroso para Pavimentos”, realizan dos diseños de concreto poroso, en la primera mezcla utilizan agregado fino en su elaboración obteniendo un módulo de rotura a los 28 días de 37.53 Kg/cm<sup>2</sup>. En el segundo diseño de mezcla de concreto poroso no utilizan agregado fino en su elaboración obteniendo un módulo de rotura a los 28 días de 27.63 Kg/cm<sup>2</sup>. En el primer diseño de mezcla de concreto poroso se observa que el módulo de rotura es superior a los resultados obtenidos en ambas gradaciones utilizadas en la presente Tesis, mientras que en el segundo diseño de mezcla de concreto poroso el módulo de rotura es menor al obtenido con gradación de 3/8” pero mayor al obtenido con gradación de 1/2”.

Para la norma ACI 522 R-10 los valores de resistencia a la compresión que un Concreto Permeable debe obtener está entre 10 a 38 Kg/cm<sup>2</sup>, además menciona que el módulo de rotura debe ser un 10% o 20% de la resistencia a la compresión. En este caso las resistencias obtenidas tanto para el concreto permeable con gradación de 1/2" y 3/8" se encuentran en el rango establecido por la presente norma.

### **Permeabilidad:**

En cuanto a la Permeabilidad, se observó que el concreto permeable diseñado con gradación de 1/2" obtuvo el mayor valor con 0.492 cm/seg, mientras que el menor valor se obtuvo del concreto permeable diseñado con gradación de 3/8" con 0.116 cm/seg.

Según el autor Pérez Gordillo, Johan (2017) en su tesis titulada “Influencia de la Granulometría del Agregado Grueso en las Propiedades Mecánicas e Hidráulicas de un Concreto Permeable, Trujillo 2017”, obtuvo un coeficiente de permeabilidad de 0.207 cm/s para el concreto diseñado con agregado de 1/2", y un coeficiente de permeabilidad de 0.222 cm/s para el concreto diseñado con agregado de 3/8". En el primer diseño con gradación de 1/2" se observa que el coeficiente de permeabilidad es menor al obtenido en la presente Tesis con una diferencia de 0.285 cm/s, mientras que en el segundo diseño con agregado de 3/8" el coeficiente de permeabilidad es mayor con una diferencia de 0.106 cm/s del resultado obtenido en la presente Tesis.

La norma ACI 522 R-10 el coeficiente de permeabilidad de un Concreto Permeable se debe encontrar entre 0.110 y 1.22 cm/s. En este caso los coeficientes de permeabilidad encontrados en la presente Tesis si se encuentran en el rango mencionado por la Norma.

## V.- CONCLUSIONES

- Se logró diseñar una mezcla correcta de concreto permeable, que cumple con propiedades mecánicas idóneas para poder ser aplicado en una estructura de pavimento rígido, además dicho concreto cumple con propiedades hidráulicas óptimas para poder tener un sistema de drenaje adecuado en el Jr. Los Alisos, Los Quenuales y Las Retamas del barrio de Centenario.
- Se logró determinar las características físicas de los agregados que serían utilizados para realizar el diseño de la mezcla de Concreto Permeable, las características determinadas fueron de tamaño máximo nominal (TMN), peso unitario suelto y varillado, peso específico normal y aparente, contenido de humedad y porcentaje de absorción; esto se realizó con el Agregado Grueso de 1/2" y 3/8".
- Se logró desarrollar dos diseños de mezcla, el primero fue para una gradación de 1/2" determinando criterios como la relación a/c de 0.35, porcentaje de vacíos de 15.43%, volumen de pasta de 25% y un valor de b/b<sub>0</sub> de 0.99, para este diseño se obtuvo una resistencia a la compresión de 178.73 Kg/cm<sup>2</sup>, un módulo de rotura de 27.57 Kg/cm<sup>2</sup> los cuales están dentro del rango de 70 a 280 Kg/cm<sup>2</sup> establecidos por el ACI 522 R-10. El segundo diseño con gradación de 3/8" también se trabajó con los criterios de relación de a/c de 0.35, porcentaje de vacíos de 15.05%, volumen de pasta de 25% y un valor de b/b<sub>0</sub> de 0.99, obteniendo una resistencia a la compresión de 180.68 Kg/cm<sup>2</sup> y un módulo de rotura de 28.33 Kg/cm<sup>2</sup> las cuales también están bajo el rango mencionado en la norma.
- Se logró implementar las normas para realizar el ensayo de asentamiento (Slump) en estado fresco según ASTM C1688, obteniendo un valor de 0.8" para el concreto con gradación de 1/2" y un valor de 1" para el concreto con gradación de 3/8", en ambos casos determinando una consistencia seca. También se implementó las normas ASTM C1754 y ACI 522 R-10 para evaluar el concreto en estado endurecido, se hizo énfasis en los ensayos de resistencia a la compresión y flexión, observando que el concreto permeable con gradación de 3/8" presentó mayores resistencias respecto a la otra gradación con valores de 180.68 Kg/cm<sup>2</sup> y 28.33 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.
- Se logró evaluar los dos diseños de concreto permeable realizados, teniendo en cuenta lo mencionado en la norma CE.010 Pavimentos Urbanos del Reglamento Nacional de Edificaciones, teniendo en consideración la resistencia a la compresión

y flexión para poder ser usado en un pavimento rígido, observando que el Concreto Permeable diseñado con gradación de 1/2" no es adecuado para poder ser utilizado como capa de rodadura en una estructura de pavimentación, ya que los valores obtenidos de 178.73 Kg/cm<sup>2</sup> y 27.57 Kg/cm no llegan a los valores mínimos mencionados por la Norma. Mientras que el Concreto Permeable diseñado con gradación de 3/8" es adecuado solo para ser utilizado en Pavimentos Especiales (pasajes peatonales, aceras o veredas y ciclo vías), ya que los valores obtenidos de 180.68 Kg/cm<sup>2</sup> y 28.33 Kg/cm<sup>2</sup> si se encuentran dentro de los valores mencionados por la norma.

- Se logró evaluar los diseños de Concreto Permeable con Gradación de 1/2" y 3/8", según la demanda mínima de permeabilidad para poder ser usado como un sistema de drenaje ante precipitaciones ocurridos en los últimos 5 años en la ciudad de Huaraz, se observó que el Concreto Permeable diseñado con agregado de 3/8" presenta un coeficiente de permeabilidad de 0.116 cm/seg presentado el menor valor, mientras que el Concreto Permeable diseñado con agregado de 1/2" tiene un coeficiente de permeabilidad de 0.492 cm/seg. Evaluando ambos diseños en un área de 1m<sup>2</sup> se observó que ambos diseños pueden cubrir la demanda de permeabilidad, evacuar el agua pluvial ante esorrentía superficial, y funcionar como un óptimo sistema de drenaje.
- Se logró realizar las secciones típicas de un Pavimento Permeable, se observó que la estructura interna de este tipo de pavimentos es muy diferente a la de un pavimento convencional, ya que en un pavimento convencional solo se presentan como capas la base conformada por material seleccionado (afirmado) y la losa de concreto (capa de rodadura), mientras que el pavimento permeable está conformado por dos sub bases granulares, la primera se presenta como una capa de transición con grava de TMN 3/4" y la segunda se presenta como la sub base conformada por grava de TMN de 1" a 6". También se encuentran conformadas por geotextiles, geomembranas y una serie de tuberías huecas que cumplen la función de un drenaje.

## **VI.- RECOMENDACIONES**

- Para realizar un óptimo diseño de Concreto Permeable se recomienda utilizar los criterios mencionados en la Norma ACI 522 R-10 “Reporte en Concreto Permeable”.
- Se recomienda a futuros investigadores, que trabajen el tema de Concreto Permeable, utilizar agregado grueso de otras canteras y utilizar algún tipo de Aditivo para de esta manera poder obtener resistencias mucho más altas y poder aplicar el Concreto Permeable en vías principales y secundarias.
- Para el proceso de mezclado de Concreto Permeable se recomienda la siguiente secuencia: vaciar el agregado grueso a la mezcladora, agregar el cemento y luego gradualmente agregar el agua de diseño hasta obtener una pasta de Concreto (tener presente no vaciar el agua de golpe, pues el cemento se disolvería del agregado).
- Se recomienda utilizar un porcentaje de agregado fino en la mezcla, para de esta manera poder tener más adherencia entre el cemento y el agregado. Siempre teniendo en cuenta que al incorporar el agregado fino no se debe interferir con la permeabilidad del Concreto.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**ACI 325.12R-02** (2002). Guide for Design of Jointed Concrete Pavements for Streets and Local Roads. American Concrete Institute.

**AMERICAN CONCRETE INSTITUTE COMMITTEE 522**. (2010). Reporte on Pervious Concrete. Illinois. EE.UU.

**BENITES** Bustamante, Juan. Características Físicas y Mecánicas del Concreto Permeable usando Agregados de la Cantera Río Jequetepeque y El Aditivo Chemaplast. Tesis (Título Profesional). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2014. 80 pp.

**COMISION NACIONAL DEL AGUA**. (2016). Drenaje Pluvial Urbano. Tlapan, México.

**FELIPE** Moujir, Yalil y **FELIPE** Castañeda, Luis. Diseño y Aplicación de Concreto Poroso para Pavimentos. Tesis (Título Profesional). Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana, 2014. 132 pp.

**FLORES** Quispe, Cesar y **PACOMPIA** Calcina Iván. Diseño de Mezcla de Concreto Permeable con Adición de Tiras de Plástico para Pavimentos F'c 175 Kg/Cm<sup>2</sup> en la ciudad de Puno. Tesis (Título Profesional). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2015. 286 pp.

**GUIZADO** Barrios, Agneth y **CURI** Grados, Elvis. 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. Tesis (Título Profesional). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2017. 120 pp.

**KOSMATKA, KERKHOFF, PANARESE, & TANESI**. (2004). Trabajabilidad, Diseño y Control de Mezclas de Concreto (Primera Edición Portland cement Association). Illinois, EE.UU.

**LÓPEZ**, Enrique. Control del Concreto en Obra. 2°. Ed. ICG: Instituto de la Construcción y Gerencia, 2004. 224 pp.

**MONTEJO**, Alfonso. Ingeniería de Pavimentos. 3°. Ed. Panamericana: Universidad Católica de Colombia, 2006. 612 pp. ISBN: 9589761798

**PEREZ** Gordillo, Johan. Influencia de la Granulometría del Agregado Grueso en las Propiedades Mecánicas e Hidráulicas de un Concreto Permeable, Trujillo 2017. Tesis (Título Profesional). Trujillo: Universidad Privada del Norte, 2017. 150 pp.

**PORTUGAL**, Pablo. Tecnología del Concreto de Alto Desempeño. 2°. Ed. Lafayette, 2007. 348 pp. ISBN: 7518865238

**REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES.** (2016). Norma CE 0.10 (Pavimentos Urbanos). Lima, Perú.

**RIVERA**, Gerardo. Concreto Simple. Ingeniería y Construcción. Universidad del Cauca, 2011. 256 pp.

**RODRIGUEZ**, Ángel. Pavimentos Permeables. 2°. Ed. Divul: Universidad Autónoma del Estado de México, 2015. 173 pp.

**TORRE**, Ana. Curso Básico de Tecnología del Concreto. Universidad Nacional de Ingeniería, 2004. 131 pp.

**TRUJILLO** López, Alejandra y **QUIROZ** Lasprilla, Diana. Pavimentos Porosos Utilizados como Sistemas Alternativos al Drenaje Urbano. Tesis (Título Profesional). Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana, 2013. 114 pp.

# **ANEXOS**

# **ANEXO 1**

Matriz de consistencia para la presente Tesis

**Tabla 28: Matriz de Consistencia**

<b>Título:</b> <b>“DISEÑO DE CONCRETO PERMEABLE PARA SU APLICACIÓN EN PAVIMENTOS COMO ÓPTIMO SISTEMA DE DRENAJE EN DISTRITO DE INDEPENDENCIA – HUARAZ – ANCASH, 2018”</b>				
<b>PROBLEMA</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPOTESIS</b>	<b>METODO</b>	<b>VARIABLES</b>
<p>¿Por qué el diseño correcto de una mezcla de concreto permeable y su aplicación en pavimentos rígidos, puede proporcionar un óptimo sistema de drenaje en el Jr. Los Alisos, Los Quenuales y Las Retamas del barrio de Centenario?</p>	<p><b>Objetivo General</b> Diseñar una mezcla correcta de concreto permeable que cumpla con propiedades mecánicas e hidráulicas, para su aplicación en pavimentos rígidos y tener un óptimo sistema de drenaje en el Jr. Los Alisos, Los Quenuales y Las Retamas del barrio de Centenario.</p> <p><b>Objetivos Específicos</b> Determinar la caracterización de agregados que se utilizaran para el diseño de la mezcla de Concreto Permeable. Elaborar dos diseños de mezclas basado en la norma ACI 522R-10 para producir concretos permeables con propiedades de resistencia e hidráulica aceptables, utilizando materiales encontrados en la ciudad de Huaraz.</p>	<p>Es posible realizar el diseño de mezcla de concreto permeable idóneo que pueda ser aplicado en pavimentos rígidos, y sea capaz de drenar la escorrentía superficial ante situaciones de precipitaciones que se han presentado en los últimos años, y de esta manera poder tener un óptimo Sistema de Drenaje en el Jr. Los</p>	<p><b>Enfoque de Investigación:</b> Cuantitativo.</p> <p><b>Tipo de Estudio:</b> Aplicada.</p> <p><b>Alcance de Investigación:</b> Explicativa.</p> <p><b>Diseño de Investigación:</b> Experimental.</p>	<p><b>Variable Independiente:</b> Concreto Permeable</p> <p><b>Variable Dependiente:</b> Sistema de Drenaje</p>

	<p>Implementar las normas de ensayos correspondientes al concreto permeable en estado fresco (ASTM C1688, 2014) y endurecido (ASTM C1754, 2012 y ACI 522R, 2010).</p> <p>Evaluar los diseños de mezclas elaboradas de acuerdo a los requisitos mínimos de resistencia de compresión y flexión para el uso en pavimentos rígidos de vías locales y pavimentos especiales según la Norma CE.010 Pavimentos Urbanos.</p> <p>Evaluar los diseños de mezclas elaboradas respecto a la demanda mínima de permeabilidad para ser usado como drenaje superficial ante precipitaciones ocurridos en los últimos 5 años en la ciudad de Huaraz.</p> <p>Realizar la sección típica de un Pavimento Permeable, utilizando el concreto antes diseñado para su aplicación como alternativa de drenaje en el Jr. Los Alisos, Los Quenuales y Las Retamas del barrio de Centenario.</p>	<p>Alisos, Los Quenuales y Las Retamas.</p>		
--	---	---	--	--

**Fuente:** *Autor de Tesis*

## **ANEXO 2**

Análisis Granulométrico por Tamizado para Agregado  
Grueso de 1/2", con la norma ASTM C-136.

---



# ASGEOTEC

GEOTECNIA Y CIMENTOS

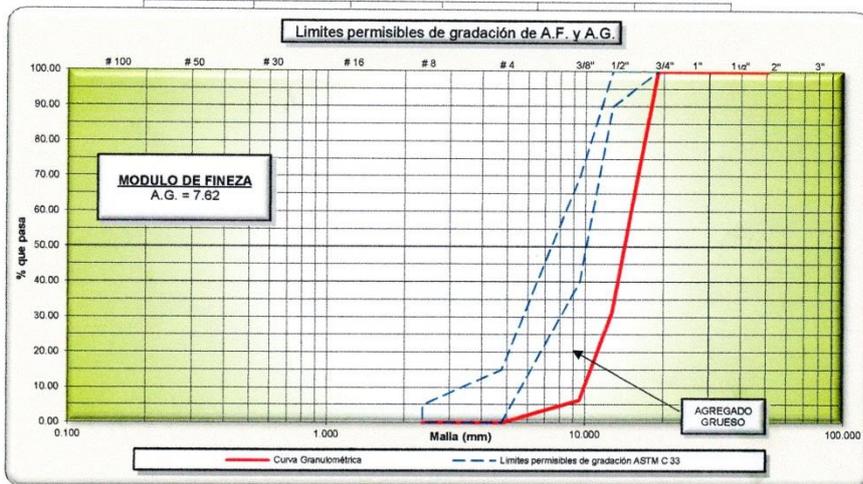
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS

SOLICITADO POR:	Frank Alexis Palacios Bernaldo	CANTERA :	Ortiz
PROYECTO :	Tesis para Diseño Permeable	UBICACIÓN :	Río santa - Tacllan - Huaraz
UNIVERSIDAD :	Cesar Vallejo - Huaraz	MATERIAL :	Piedra Chancada de 1/2"
		FECHA :	20 de Setiembre de 2018

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM C-136

AGREGADO GRUESO (A.G.) PT= 7.362.60 grs.

Tamices ASTM	Abertura (mm.)	Peso Retenido (grf.)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	5,058.00	68.70	68.70	31.30
3/8"	9.525	1,833.20	24.90	93.60	6.40
# 4	4.760	471.40	6.40	100.00	0.00
# 8	2.360	0.00	0.00	100.00	0.00



### OBSERVACIONES:

\* Las muestras de los agregados fueron entregadas al laboratorio por el solicitante.

## **ANEXO 3**

Contenido de Humedad para Agregado  
Grueso de 1/2", con la norma ASTM D-2216.



## ASGEOTEC

GEOTECNIA Y CIMENTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS

SOLICITADO POR: Frank Alexis Palacios Bernaldo	CANTERA : Ortiz
PROYECTO : Tesis para Diseño Permeable	UBICACIÓN : Río santa - Tacllan - Huaraz
UNIVERSIDAD : Cesar Vallejo - Huaraz	MATERIAL : Piedra Chancada de 1/2"

### CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

CANTERA MUESTRA	Rio Santa	
	AGREGADO GRUESO	
FRASCO Nº	1	5
(1) Pfr. + P.S.H. (grf.)	172.62	174.10
(2) Pfr. + P.S.S. (grf.)	168.87	170.36
(3) P. agua (grf.) (1)-(2)	3.75	3.74
(4) Pfr. (grf.)	55.63	55.78
(5) P.S.S. (grf.) (2)-(4)	113.24	114.58
(6) C. Humedad (%) (3)/(5)	3.31	3.26
Contenido Hum. Promedio (%)	3.29	

NOTA: Pfr. = Peso del frasco  
P.S.H. = Peso de Suelo Húmedo  
P.S.S. = Peso de Suelo Seco  
P. agua = Peso de agua

#### OBSERVACIONES :

\* Las muestras de los agregados fueron entregadas al laboratorio por el solicitante.

## **ANEXO 4**

Peso Unitario para Agregado Grueso  
de 1/2", con la norma ASTM C-127.



## ASGEOTEC

GEOTECNIA Y CIMENTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS

SOLICITADO POR: Frank Alexis Palacios Bernaldo	CANTERA : Ortiz
PROYECTO : Tesis para Diseño Permeable	UBICACIÓN : Río santa - Tacllan - Huaraz
UNIVERSIDAD : Cesar Vallejo - Huaraz	MATERIAL : Piedra Chancada de 1/2"
	FECHA : 21 de Setiembre de 2018

### PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS

#### AGREGADO GRUESO

TIPO DE PESO UNITARIO	PESO UNITARIO SUELTO			PESO UNITARIO VARILLADO		
	MA-01			MA-01		
MUESTRA	-			-		
PROFUNDIDAD (m.)	-			-		
FRASCO N°	1	1	1	1	1	1
Peso del Material + Molde (grf.)	17,418.0	17,571.0	17,638.0	19,618.0	19,573.0	19,678.0
Peso del Molde (grf.)	4,326.0	4,326.0	4,326.0	4,326.0	4,326.0	4,326.0
Peso del Material (grf.)	13,092.0	13,245.0	13,312.0	15,292.0	15,247.0	15,352.0
Volumen del Molde (cm³)	9,425.0	9,425.0	9,425.0	9,425.0	9,425.0	9,425.0
Peso Unitario (grf/cm³)	1.389	1.405	1.412	1.622	1.618	1.629
Peso Unitario Promedio (grf/cm³)	1.402			1.623		

#### OBSERVACIONES :

\* Las muestras de los agregados fueron entregadas al laboratorio por el solicitante.

## **ANEXO 5**

Peso Específico para Agregado Grueso  
de 1/2", con la norma ASTM C-127.



## ASGEOTEC

GEOTECNIA Y CIMENTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS

SOLICITADO POR:	Frank Alexis Palacios Bernaldo	CANTERA :	Ortiz
PROYECTO :	Tesis para Diseño Permeable	UBICACIÓN :	Río santa - Tacllan - Huaraz
UNIVERSIDAD :	Cesar Vallejo - Huaraz	MATERIAL :	Piedra Chancada de 1/2"
		FECHA :	21 de Setiembre de 2018

### PESO ESPECIFICO AGREGADO GRUESO

ASTM C-127

#### DATOS:

A : Peso en el aire de la muestra seca	=	8,189.40 grf.
B : Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca	=	8,260.20 grf.
C : Peso sumergido en agua de la muestra saturada	=	5,123.80 grf.

#### RESULTADOS:

PESO ESPECÍFICO NOMINAL	=	$\frac{A}{A - C}$	=	2.671
PESO ESPECÍFICO APARENTE	=	$\frac{A}{B - C}$	=	2.611
PESO ESPECÍFICO APARENTE (S.S.S.)	=	$\frac{B}{B - C}$	=	2.634
ABSORCIÓN DE AGUA EN PORCENTAJE	=	$\frac{B - A}{A} \times 100$	=	0.86

#### OBSERVACIONES:

\* Las muestras de los agregados fueron entregadas al laboratorio por el solicitante.

--

## **ANEXO 6**

Análisis Granulométrico por Tamizado para Agregado  
Grueso de 3/8”, con la norma ASTM C-136.

---



# ASGEOTEC

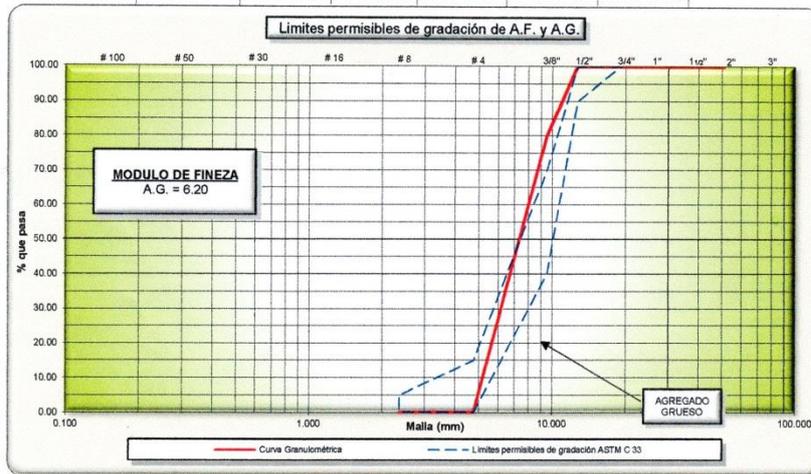
GEOTECNIA Y CIMENTOS  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS

SOLICITADO POR:	Frank Alexis Palacios Bernaldo	CANTERA :	Ortiz
PROYECTO :	Tesis para Diseño Permeable	UBICACIÓN :	Rio Santa - Tacllan - Huaraz
UNIVERSIDAD :	Cesar Vallejo - Huaraz	MATERIAL :	Piedra Chancada de 3/8"
		FECHA :	20 de Setiembre de 2018

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM C-136

AGREGADO GRUESO (A.G.) PT= 5,519.80 grs.

Tamices ASTM	Abertura (mm.)	Peso Retenido (grf.)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Acumulado Que Pasa
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.525	1,100.40	19.94	19.94	80.06
# 4	4.760	4,419.20	80.06	100.00	0.00
# 8	2.360	0.00	0.00	100.00	0.00



**OBSERVACIONES:**  
 \* Las muestras de los agregados fueron entregadas al laboratorio por el solicitante.

Telef: (043) 426317, Cel: 943692631, 943492123, 947438075, RPM: \*336781, \*336771, #947438075  
 Jr. los Jazmines 3ra cuadra S/N - Barrio de Villón Alto Mz. 172 Lt. 06 - Huaraz - Ancash  
 E-mail: asgeotec@yahoo.com

## **ANEXO 7**

Contenido de Humedad para Agregado  
Grueso de 3/8", con la norma ASTM D-2216.



# ASGEOTEC

GEOTECNIA Y CIMENTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS

SOLICITADO POR: Frank Alexis Palacios Bernaldo	CANTERA : Ortiz
PROYECTO : Tesis para Diseño Permeable	UBICACIÓN : Río Santa - Tacllan - Huaraz
UNIVERSIDAD : Cesar Vallejo - Huaraz	MATERIAL : Piedra Chancada de 3/8"
	FECHA : 20 de Setiembre de 2018

## CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

CANTERA	Río Santa	
	AGREGADO GRUESO	
MUESTRA		
FRASCO Nº	3	8
(1) Pfr. + P.S.H. (grf.)	797.68	792.73
(2) Pfr. + P.S.S. (grf.)	785.07	780.62
(3) P. agua (grf.) (1)-(2)	12.61	12.11
(4) Pfr. (grf.)	203.86	204.12
(5) P.S.S. (grf.) (2)-(4)	581.21	576.50
(6) C. Humedad (%) (3)/(5)	2.17	2.10
Contenido Hum. Promedio (%)	2.14	

NOTA: Pfr. = Peso del frasco  
P.S.H. = Peso de Suelo Húmedo  
P.S.S. = Peso de Suelo Seco  
P. agua = Peso de agua

### OBSERVACIONES :

\* Las muestras de los agregados fueron entregadas al laboratorio por el solicitante.

## **ANEXO 8**

**Peso Unitario para Agregado Grueso  
de 3/8", con la norma ASTM C-127.**



# ASGEOTEC

GEOTECNIA Y CIMENTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS

SOLICITADO POR: Frank Alexis Palacios Bernaldo	CANTERA : Ortiz
PROYECTO : Tesis para Diseño Permeable	UBICACIÓN : Río Santa - Tacllan - Huaraz
UNIVERSIDAD : Cesar Vallejo - Huaraz	MATERIAL : Piedra Chancada de 3/8"
	FECHA : 21 de Setiembre de 2018

## PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS

### AGREGADO GRUESO

TIPO DE PESO UNITARIO MUESTRA	PESO UNITARIO SUELTO			PESO UNITARIO VARILLADO		
	MA-01					
PROFUNDIDAD (m.)	-					
FRASCO N°	1	1	1	1	1	1
Peso del Material + Molde (grf.)	17,648.0	17,751.0	17,788.0	19,818.0	19,773.0	19,878.0
Peso del Molde (grf.)	4,326.0	4,326.0	4,326.0	4,326.0	4,326.0	4,326.0
Peso del Material (grf.)	13,322.0	13,425.0	13,462.0	15,492.0	15,447.0	15,552.0
Volumen del Molde (cm³)	9,425.0	9,425.0	9,425.0	9,425.0	9,425.0	9,425.0
Peso Unitario (grf/cm³)	1.413	1.424	1.428	1.644	1.639	1.650
Peso Unitario Promedio (grf/cm³)	1.422			1.644		

**OBSERVACIONES :**

\* Las muestras de los agregados fueron entregadas al laboratorio por el solicitante.

## **ANEXO 9**

Peso Específico para Agregado Grueso  
de 1/2", con la norma ASTM C-127.



## ASGEOTEC

GEOTECNIA Y CIMENTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS

SOLICITADO POR:	Frank Alexis Palacios Bernaldo	CANTERA :	Ortiz
PROYECTO :	Tesis para Diseño Permeable	UBICACIÓN :	Río Santa - Tacllan - Huaraz
UNIVERSIDAD :	Cesar Vallejo - Huaraz	MATERIAL :	Piedra Chancada de 3/8"
		FECHA :	21 de Setiembre de 2018

### PESO ESPECIFICO AGREGADO GRUESO ASTM C-127

#### DATOS:

A : Peso en el aire de la muestra seca	=	8,199.40 grf.
B : Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca	=	8,270.20 grf.
C : Peso sumergido en agua de la muestra saturada	=	5,133.90 grf.

#### RESULTADOS:

PESO ESPECÍFICO NOMINAL	=	$\frac{A}{A - C}$	=	2.675
PESO ESPECÍFICO APARENTE	=	$\frac{A}{B - C}$	=	2.614
PESO ESPECÍFICO APARENTE (S.S.S.)	=	$\frac{B}{B - C}$	=	2.637
ABSORCIÓN DE AGUA EN PORCENTAJE	=	$\frac{B - A}{A} \times 100$	=	0.86

#### OBSERVACIONES:

\* Las muestras de los agregados fueron entregadas al laboratorio por el solicitante.  
--

# **ANEXO 10**

Diseño de Mezcla de Concreto Permeable  
(Gradación 1/2")

---

### A) Características de Materiales

- Agregados: Cantera “ORTIZ” – Huaraz (se toma en cuenta las características físicas de la Tabla 2)
- 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

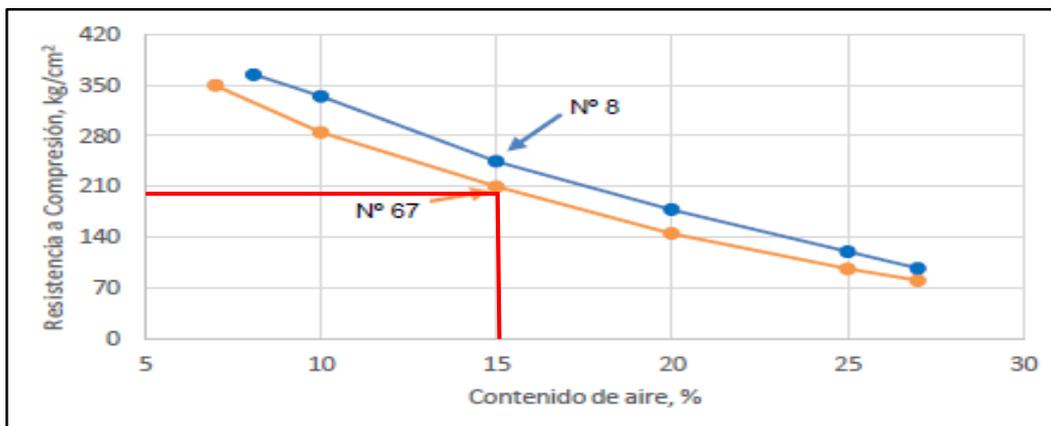
Según el ACI 522 – R10, la relación a/c óptima para formar una pasta estable y trabajable varía entre 0,25 y 0,45, la trabajabilidad del concreto permeable se supone que es satisfactoria si el agua utilizada imparte a la mezcla un aspecto metálico y brillante.

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

$$a/c = 0.35$$

### 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:



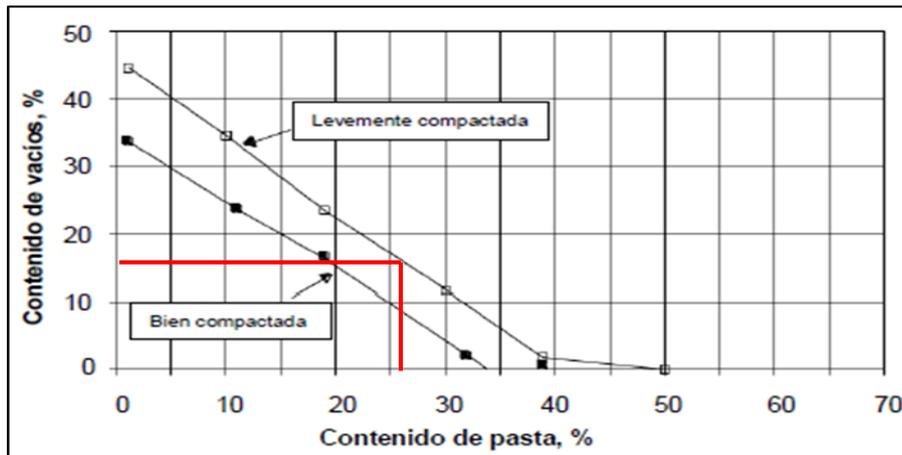
**Figura 15:** Relación entre Contenido de aire y Resistencia a la Compresión

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

$$\% \text{ de Vacíos} = 15\%$$

#### 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  $b/b_0$  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 no se utilizara agregado fino.

$$b/b_0 = 0.99$$

## F) Determinación del Peso del Agregado Grueso

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

$$b/b_0 = \frac{PAG}{PUSC \text{ de Agregado}} \dots \text{ecuación (1)}$$

Despejando:

$$PAG = b/b_0 * PUSC \text{ de Agregado} * 1m^3 \dots \text{ecuación (2)}$$

### 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):

$$PAG = 0.99 * 1571.30 \text{ Kg}/m^3 * 1m^3 = 1555.59 \text{ Kg}$$

### 4. Ajuste por Absorción (s.s.s):

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

Entonces:

$$PAG (s. s. s) = 1555.59 \text{ kg} * (1 + 0.86 \%) = 1568.97 \text{ kg}$$

### 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

$$V.P. = \frac{C}{P_{ec}} + \frac{A}{P_{ea}} \dots \text{ecuación (5)}$$

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

$$A = 0.35 * C \dots \text{ecuación (6)}$$

Reemplazando:

$$A = 0.35 * 372.28 = 130.30 \text{ Kg}$$

## 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	1568.97	2634	0.596
Agua	130.30	1000	0.130
		<b>Volumen Sólido</b>	<b>0.846</b>

## I) Determinar el Nuevo Porcentaje de Vacíos

<b>Volumen Total (m3)</b>	1.00
<b>Volumen Sólido (m3)</b>	0.846

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

Reemplazando en 7:

$$\% \text{ de Vacíos} = (1 - 0.846) * 100 = 15.43\%$$

## **J) Corregir por Humedad y Absorción**

### **1. Calcular Agua Efectiva**

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

Reemplazando:

$$\text{Adición de Agua} = (0.86 - 3.29) * 1555.59 = -37.80 \text{ Kg}$$

Por lo tanto, el agua efectiva:

$$\text{Agua Efectiva} = 130.30 + (-37.80) = 92.50 \text{ Lt}$$

### **2. Corregir por Humedad**

$$C.H = 1555.59 + (1555.59 * 3.29\%) = 1606.77 \text{ Kg}$$

## **K) Proporciones**

<b>Material</b>	<b>Pesos por 1m3 (Kg)</b>	<b>Proporciones en Volumen</b>
Cemento	372.28	1
Agregado Grueso	1606.77	4.32
Agua	92.50	10.56

***Dosificación: 1 : 4.32 /10.56***

# **ANEXO 11**

Diseño de Mezcla de Concreto Permeable  
(Gradación 3/8")

---

### A) Características de Materiales

- Agregados: Cantera “ORTIZ” – Huaraz (se toma en cuenta las características físicas de la Tabla 3)
- 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:

$$a/c = 0.35$$

### 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:

$$\% \text{ de Vacíos} = 15\%$$

### 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):

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

Despejando:

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

#### 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:

$$PAG (s. s. s) = 1593.46 \text{ kg} * (1 + 0.86 \%) = 1607.16 \text{ kg}$$

## 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):

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

Despejando:

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

#### 2. Determinar Agua de Diseño

$$A = 0.35 * C \dots \text{ecuación (6)}$$

Reemplazando:

$$A = 0.35 * 372.28 = 130.30 \text{ Lt}$$

### 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	1607.16	2637	0.609
Agua	130.30	1000	0.130
		<b>Volumen Sólido</b>	<b>0.859</b>

### I) Determinar el Nuevo Porcentaje de Vacíos

<b>Volumen Total (m3)</b>	1.00
<b>Volumen Sólido (m3)</b>	0.859

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

Reemplazando en 7:

$$\% \text{ de Vacios} = (1 - 0.859) * 100 = 15.05 \%$$

### 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:

$$\text{Agua Efectiva} = 130.30 + (-20.40) = 109.90 \text{ Lt}$$

#### 2. Corregir por Humedad

$$C.H = 1593.46 + (1593.46 * 2.14\%) = 1627.56 \text{ Kg}$$

### K) Proporciones

<b>Material</b>	<b>Pesos por 1m3 (Kg)</b>	<b>Proporciones en Volumen</b>
Cemento	372.28	1
Agregado Grueso	1627.56	4.37
Agua	109.90	12.55

**Dosificación: 1 : 4.37 /12.55**

## **ANEXO 12**

Ensayos de Resistencia a la Compresión para  
probetas de Concreto Permeable con gradación de  
1/2" y 3/8", con la norma ASTM C-39 y AASHTO T-22.



# ASGEOTEC

GEOTECNIA Y CIMENTOS  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS

## ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE BRIQUETAS DE CONCRETO

ASTM C-39, AASHTO T-22

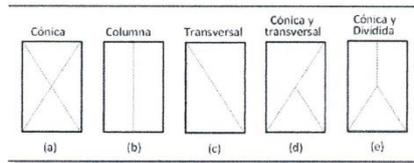
SOLICITANTE : Frank Alexis Palacios Bernaldo  
CURSO : "Desarrollo de Proyecto"  
TEMA : Concreto Permeable  
UNIVERSIDAD : Cesar Vallejo - Huaraz

DOSIFICACIÓN : En volumen

DIMENSIONES DE LA PROBETA

Altura (cm.) = 30.48

Diámetro (cm) = 15.24



N°	PROBETA DESCRIPCIÓN	DISEÑO (Kgf/cm <sup>2</sup> )	FECHA		EDAD (días)	CARGA (Kgf.)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FRACTURA	f <sub>c</sub> (Kgf./cm <sup>2</sup> )	f <sub>c</sub> /f <sub>c</sub> (%)
			MOLDEO	ROTURA						
1	Probeta N° 01 Grava de 1/2" Relación a/c 0.35 % de Vacíos 15.43	210	27/Oct/2018	03/Nov/2018	7	24,420	182.42	(c)	133.87	76.5%
2	Probeta N° 01 Grava de 1/2" Relación a/c 0.35 % de Vacíos 15.43	210	27/Oct/2018	03/Nov/2018	7	24,010	182.42	(c)	131.62	75.2%
3	Probeta N° 01 Grava de 1/2" Relación a/c 0.35 % de Vacíos 15.43	210	27/Oct/2018	03/Nov/2018	7	24,200	182.42	(c)	132.66	75.8%

### OBSERVACIONES:

\* Las muestras de probetas de concreto y sus datos correspondientes fueron entregadas al laboratorio por el solicitante, para su respectivo ensayo a compresión.

\* El ensayo de resistencia a compresión de los testigos cilíndricos de concreto se efectuó de acuerdo a la Norma ITINTEC 339.04.



# ASGEOTEC

GEOTECNIA Y CIMENTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS

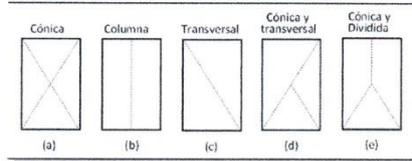
## ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE BRIQUETAS DE CONCRETO

ASTM C-39, AASHTO T-22

SOLICITANTE : Frank Alexis Palacios Bernaldo  
CURSO : "Desarrollo de Proyecto"  
TEMA : Concreto Permeable  
UNIVERSIDAD : Cesar Vallejo - Huaraz

DOSIFICACIÓN : En volumen

DIMENSIONES DE LA PROBETA  
Altura (cm.) = 30.48  
Diámetro (cm) = 15.24



N°	PROBETA DESCRIPCIÓN	DISEÑO (Kg/cm <sup>2</sup> )	FECHA		EDAD (días)	CARGA (Kgf.)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FRACTURA	f <sub>c</sub> (Kgf./cm <sup>2</sup> )	f <sub>c</sub> /f <sub>c</sub> (%)
			MOLDEO	ROTURA						
1	Probeta N° 01 Grava de 1/2" Relación a/c 0.35 % de Vacíos 15.43	210	27/Oct/2018	10/Nov/2018	14	27,960	182.42	(c)	153.28	87.6%
2	Probeta N° 01 Grava de 1/2" Relación a/c 0.35 % de Vacíos 15.43	210	27/Oct/2018	10/Nov/2018	14	27,520	182.42	(b)	150.86	86.2%
3	Probeta N° 01 Grava de 1/2" Relación a/c 0.35 % de Vacíos 15.43	210	27/Oct/2018	10/Nov/2018	14	27,740	182.42	(b)	152.07	86.9%

### OBSERVACIONES:

\* Las muestras de probetas de concreto y sus datos correspondientes fueron entregadas al laboratorio por el solicitante, para su respectivo ensayo a compresión.

\* El ensayo de resistencia a compresión de los testigos cilíndricos de concreto se efectuó de acuerdo a la Norma ITINTEC 339.04.



# ASGEOTEC

GEOTECNIA Y CIMENTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS

## ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE BRIQUETAS DE CONCRETO

ASTM C-39, AASHTO T-22

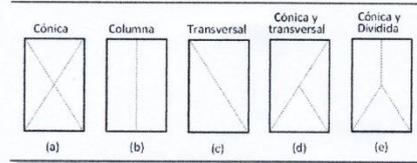
SOLICITANTE : Frank Alexis Palacios Bernaldo  
CURSO : "Desarrollo de Proyecto"  
TEMA : Concreto Permeable  
UNIVERSIDAD : Cesar Vallejo - Huaraz

DOSIFICACIÓN : En volumen

DIMENSIONES DE LA PROBETA

Altura (cm.) = 30.48

Diámetro (cm) = 15.24



N°	PROBETA DESCRIPCIÓN	DISEÑO (Kgf/cm <sup>2</sup> )	FECHA		EDAD (días)	CARGA (Kgf.)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FRACTURA	f <sub>c</sub> (Kgf./cm <sup>2</sup> )	f <sub>c</sub> /f <sub>ck</sub> (%)
			MOLDEO	ROTURA						
1	Probeta N° 01 Grava de 1/2" Relación a/c 0.35 % de Vacíos 15.43	210	27/Oct/2018	24/Nov/2018	28	32,820	182.42	(c)	179.92	102.8%
2	Probeta N° 01 Grava de 1/2" Relación a/c 0.35 % de Vacíos 15.43	210	27/Oct/2018	24/Nov/2018	28	32,430	182.42	(b)	177.78	101.6%
3	Probeta N° 01 Grava de 1/2" Relación a/c 0.35 % de Vacíos 15.43	210	27/Oct/2018	24/Nov/2018	28	32,560	182.42	(c)	178.49	102.0%

### OBSERVACIONES:

\* Las muestras de probetas de concreto y sus datos correspondientes fueron entregadas al laboratorio por el solicitante, para su respectivo ensayo a compresión.

\* El ensayo de resistencia a compresión de los testigos cilíndricos de concreto se efectuó de acuerdo a la Norma ITINTEC 339.04.



# ASGEOTEC

GEOTECNIA Y CIMENTOS  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS

## ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE BRIQUETAS DE CONCRETO

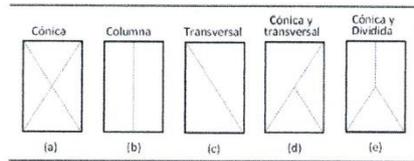
ASTM C-39, AASHTO T-22

SOLICITANTE : Frank Alexis Palacios Bernaldo  
CURSO : "Desarrollo de Proyecto"  
TEMA : Concreto Permeable  
UNIVERSIDAD : Cesar Vallejo - Huaraz

DOSIFICACIÓN : En volumen

DIMENSIONES DE LA PROBETA

Altura (cm.) = 30.48  
Diámetro (cm) = 15.24



N°	PROBETA DESCRIPCIÓN	DISEÑO (Kgf/cm <sup>2</sup> )	FECHA		EDAD (días)	CARGA (Kgf.)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FRACTURA	f <sub>c</sub> (Kgf./cm <sup>2</sup> )	f <sub>c</sub> /f <sub>c</sub> (%)
			MOLDEO	ROTURA						
1	Probeta N° 01 Grava de 3/8" Relación a/c 0.35 % de Vacíos 15.05	210	26/Oct/2018	02/Nov/2018	7	25,040	182.42	(c)	137.27	78.4%
2	Probeta N° 01 Grava de 3/8" Relación a/c 0.35 % de Vacíos 15.05	210	26/Oct/2018	02/Nov/2018	7	24,650	182.42	(c)	135.13	77.2%
3	Probeta N° 01 Grava de 3/8" Relación a/c 0.35 % de Vacíos 15.05	210	26/Oct/2018	02/Nov/2018	7	25,160	182.42	(c)	137.93	78.8%

### OBSERVACIONES:

\* Las muestras de probetas de concreto y sus datos correspondientes fueron entregadas al laboratorio por el solicitante, para su respectivo ensayo a compresión.

\* El ensayo de resistencia a compresión de los testigos cilíndricos de concreto se efectuó de acuerdo a la Norma ITINTEC 339.04.

Telef: (043) 426317, Cel: 943692631, 943492123, 947438075, RPM: \*336781, \*336771, #947438075  
Jr. los Jazmines 3ra cuadra S/N - Barrio de Villón Alto Mz. 172 Lt. 06 - Huaraz - Ancash  
E-mail: asgeotec@yahoo.com



# ASGEOTEC

GEOTECNIA Y CIMENTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS

## ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE BRIQUETAS DE CONCRETO

ASTM C-39, AASHTO T-22

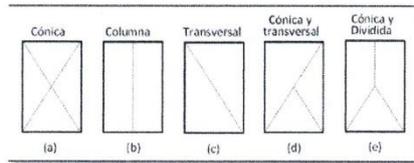
SOLICITANTE : Frank Alexis Palacios Bernaldo  
CURSO : "Desarrollo de Proyecto"  
TEMA : Concreto Permeable  
UNIVERSIDAD : Cesar Vallejo - Huaraz

DOSIFICACIÓN : En volumen

DIMENSIONES DE LA PROBETA

Altura (cm.) = 30.48

Diámetro (cm) = 15.24



N°	PROBETA DESCRIPCIÓN	DISEÑO (Kgf/cm <sup>2</sup> )	FECHA		EDAD (días)	CARGA (Kgf.)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FRACTURA	f <sub>c</sub> (Kgf./cm <sup>2</sup> )	f <sub>c</sub> /f <sub>c</sub> (%)
			MOLDEO	ROTURA						
1	Probeta N° 01 Grava de 3/8" Relación a/c 0.35 % de Vacíos 15.05	210	26/Oct/2018	09/Nov/2018	14	28,230	182.42	(b)	154.76	88.4%
2	Probeta N° 01 Grava de 3/8" Relación a/c 0.35 % de Vacíos 15.05	210	26/Oct/2018	09/Nov/2018	14	28,660	182.42	(c)	157.11	89.8%
3	Probeta N° 01 Grava de 3/8" Relación a/c 0.35 % de Vacíos 15.05	210	26/Oct/2018	09/Nov/2018	14	28,130	182.42	(c)	154.21	88.1%

### OBSERVACIONES:

\* Las muestras de probetas de concreto y sus datos correspondientes fueron entregadas al laboratorio por el solicitante, para su respectivo ensayo a compresión.

\* El ensayo de resistencia a compresión de los testigos cilíndricos de concreto se efectuó de acuerdo a la Norma ITINTEC 339.04.



# ASGEOTEC

GEOTECNIA Y CIMENTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS

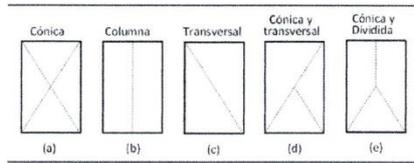
## ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE BRIQUETAS DE CONCRETO

ASTM C-39, AASHTO T-22

SOLICITANTE : Frank Alexis Palacios Bernaldo  
CURSO : "Desarrollo de Proyecto"  
TEMA : Concreto Permeable  
UNIVERSIDAD : Cesar Vallejo - Huaraz

DOSIFICACIÓN : En volumen

DIMENSIONES DE LA PROBETA  
Altura (cm.) = 30.48  
Diámetro (cm) = 15.24



N°	PROBETA DESCRIPCIÓN	DISEÑO (Kgf/cm <sup>2</sup> )	FECHA		EDAD (días)	CARGA (Kgf.)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FRACTURA	f <sub>c</sub> (Kgf./cm <sup>2</sup> )	f <sub>c</sub> /f <sub>ck</sub> (%)
			MOLDEO	ROTURA						
1	Probeta N° 01 Grava de 3/8" Relación a/c 0.35 % de Vacíos 15.05	210	26/Oct/2018	23/Nov/2018	28	32,660	182.42	(c)	179.04	102.3%
2	Probeta N° 01 Grava de 3/8" Relación a/c 0.35 % de Vacíos 15.05	210	26/Oct/2018	23/Nov/2018	28	33,300	182.42	(b)	182.55	104.3%
3	Probeta N° 01 Grava de 3/8" Relación a/c 0.35 % de Vacíos 15.05	210	26/Oct/2018	23/Nov/2018	28	33,010	182.42	(b)	180.96	103.4%

### OBSERVACIONES:

\* Las muestras de probetas de concreto y sus datos correspondientes fueron entregadas al laboratorio por el solicitante, para su respectivo ensayo a compresión.

\* El ensayo de resistencia a compresión de los testigos cilíndricos de concreto se efectuó de acuerdo a la Norma ITINTEC 339.04.

## **ANEXO 13**

Ensayos de Resistencia a la Flexión para  
viguetas de Concreto Permeable, con la  
norma ASTM C-31 y ASTM C780 T-22.



# ASGEOTEC

GEOTECNIA Y CIMENTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO

ASTM C-31 y ASTM C780 T-22

SOLICITANTE : Frank Alexis palacios Bernaldo  
CURSO : Desarrollo de Proyecto  
TEMA : Concreto Permeable  
UNIVERSIDAD : Cesar Vallejo - Huaraz

DIMENSIONES DE LA VIGUETA: Altura (cm) = 10.20  
Ancho (cm) = 15.20  
Longitud (cm) = 50.10

DOSIFICACIÓN : En peso

N°	VIGUETA DESCRIPCIÓN	RESISTENCIA DE DISEÑO f <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	FECHA		EDAD (días)	CARGA MAXIMA P (Kgf.)	DISTANCIA ENTRE APOYOS L (cm <sup>2</sup> )	ANCHO DE VIGA B (b)	ALTURA DE VIGA d (cm)	MODULO DE ROTURA MR (kg/cm <sup>2</sup> )
			MOLDEO	ROTURA						
1	Vigueta A, grava de 3/8" relación a/c 0.35, % de vacíos 15.05	210	26/Oct/2018	02/Nov/2018	7	2,950	11.5	15.10	10.20	21.6
2	Vigueta B, grava de 3/8" relación a/c 0.35, % de vacíos 15.05	210	26/Oct/2018	02/Nov/2018	7	3,020	11.0	15.10	10.20	21.1
3	Vigueta C, grava de 3/8" relación a/c 0.35, % de vacíos 15.05	210	26/Oct/2018	02/Nov/2018	7	3,140	10.0	15.10	10.20	20.0

### OBSERVACIONES:

\* Las muestras de viguetas de concreto y sus datos correspondientes fueron entregadas al laboratorio por el solicitante, para su respectivo ensayo a flexión.



# ASGEOTEC

GEOTECNIA Y CIMENTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO ASTM C-31 y ASTM C780 T-22

SOLICITANTE : Frank Alexis palacios Bernaldo  
CURSO : Desarrollo de Proyecto  
TEMA : Concreto Permeable  
UNIVERSIDAD : Cesar Vallejo - Huaraz

DIMENSIONES DE LA VIGUETA: Altura (cm.) = 10.20  
Ancho (cm) = 15.20  
Longitud (cm) = 50.10

DOSIFICACIÓN : En peso

N°	VIGUETA DESCRIPCIÓN	RESISTENCIA DE DISEÑO f'c (Kgf/cm <sup>2</sup> )	FECHA		EDAD (dias)	CARGA MAXIMA P (Kgf.)	DISTANCIA ENTRE APOYOS L (cm <sup>2</sup> )	ANCHO DE VIGA B (b)	ALTURA DE VIGA d (cm)	MODULO DE ROTURA MR (kg/cm <sup>2</sup> )
			MOLDEO	ROTURA						
1	Vigueta D, grava de 3/8" relación a/c 0.35, % de vacíos 15.05	210	26/Oct/2018	09/Nov/2018	14	3,540	10.5	15.10	10.20	23.7
2	Vigueta E, grava de 3/8" relación a/c 0.35, % de vacíos 15.05	210	26/Oct/2018	09/Nov/2018	14	3,360	11.5	15.10	10.20	24.6
3	Vigueta F, grava de 3/8" relación a/c 0.35, % de vacíos 15.05	210	26/Oct/2018	09/Nov/2018	14	3,340	11.0	15.10	10.20	23.4

### OBSERVACIONES:

\* Las muestras de viguetas de concreto y sus datos correspondientes fueron entregadas al laboratorio por el solicitante, para su respectivo ensayo a flexión.



# ASGEOTEC

GEOTECNIA Y CIMENTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO

ASTM C-31 y ASTM C780 T-22

SOLICITANTE : Frank Alexis palacios Bernaldo  
CURSO : Desarrollo de Proyecto  
TEMA : Concreto Permeable  
UNIVERSIDAD : Cesar Vallejo - Huaraz

DIMENSIONES DE LA VIGUETA: Altura (cm.) = 10.20  
Ancho (cm) = 15.20  
Longitud (cm) = 50.10

DOSIFICACIÓN : En peso

N°	VIGUETA DESCRIPCIÓN	RESISTENCIA DE DISEÑO f'c (Kgf/cm <sup>2</sup> )	FECHA		EDAD (días)	CARGA MAXIMA P (Kgf.)	DISTANCIA ENTRE APOYOS L (cm <sup>2</sup> )	ANCHO DE VIGA B (b)	ALTURA DE VIGA d (cm)	MODULO DE ROTURA MR (kg/cm <sup>2</sup> )
			MOLDEO	ROTURA						
1	Vigueta G, grava de 3/8" relación a/c 0.35, % de vacíos 15.05	210	26/Oct/2018	23/Nov/2018	28	3,810	12.0	15.10	10.20	29.1
2	Vigueta H, grava de 3/8" relación a/c 0.35, % de vacíos 15.05	210	26/Oct/2018	23/Nov/2018	28	3,960	11.0	15.10	10.20	27.7
3	Vigueta I, grava de 3/8" relación a/c 0.35, % de vacíos 15.05	210	26/Oct/2018	23/Nov/2018	28	3,850	11.5	15.10	10.20	28.2

### OBSERVACIONES:

\* Las muestras de viguetas de concreto y sus datos correspondientes fueron entregadas al laboratorio por el solicitante, para su respectivo ensayo a flexión.



# ASGEOTEC

GEOTECNIA Y CIMENTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO

ASTM C-31 y ASTM C780 T-22

SOLICITANTE : Frank Alexis palacios Bernaldo  
CURSO : Desarrollo de Proyecto  
TEMA : Concreto Permeable  
UNIVERSIDAD : Cesar Vallejo - Huaraz

DIMENSIONES DE LA VIGUETA: Altura (cm) = 10.20  
Ancho (cm) = 15.20  
Longitud (cm) = 50.10

DOSIFICACIÓN : En peso

N°	VIGUETA DESCRIPCIÓN	RESISTENCIA DE DISEÑO f'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	FECHA		EDAD (días)	CARGA MAXIMA P (Kgf.)	DISTANCIA ENTRE APOYOS L (cm <sup>2</sup> )	ANCHO DE VIGA B (b)	ALTURA DE VIGA d (cm)	MODULO DE ROTURA MR (kg/cm <sup>2</sup> )
			MOLDEO	ROTURA						
1	Vigueta A, grava de 1/2" relación a/c 0.35, % de vacíos 15.43	210	27/Oct/2018	03/Nov/2018	7	2,510	12.5	15.10	10.20	20.0
2	Vigueta B, grava de 1/2" relación a/c 0.35, % de vacíos 15.43	210	27/Oct/2018	03/Nov/2018	7	2,660	11.5	15.10	10.20	19.5
3	Vigueta C, grava de 1/2" relación a/c 0.35, % de vacíos 15.43	210	27/Oct/2018	03/Nov/2018	7	2,700	12.0	15.10	10.20	20.6

### OBSERVACIONES:

\* Las muestras de viguetas de concreto y sus datos correspondientes fueron entregadas al laboratorio por el solicitante, para su respectivo ensayo a flexión.



## ASGEOTEC

GEOTECNIA Y CIMENTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS

### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO

ASTM C-31 y ASTM C780 T-22

SOLICITANTE : Frank Alexis palacios Bernaldo  
CURSO : Desarrollo de Proyecto  
TEMA : Concreto Permeable  
UNIVERSIDAD : Cesar Vallejo - Huaraz

DIMENSIONES DE LA VIGUETA: Altura (cm) = 10.20  
Ancho (cm) = 15.20  
Longitud (cm) = 50.10

DOSIFICACIÓN : En peso

N°	VIGUETA DESCRIPCIÓN	RESISTENCIA DE DISEÑO f'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	FECHA		EDAD (días)	CARGA MAXIMA P (Kg.f.)	DISTANCIA ENTRE APOYOS L (cm <sup>2</sup> )	ANCHO DE VIGA B (b)	ALTURA DE VIGA d (cm)	MODULO DE ROTURA MR (kg/cm <sup>2</sup> )
			MOLDEO	ROTURA						
1	Vigueta D, grava de 1/2" relación a/c 0.35, % de vacíos 15.43	210	27/Oct/2018	10/Nov/2018	14	3,750	10.5	15.10	10.20	25.1
2	Vigueta E, grava de 1/2" relación a/c 0.35, % de vacíos 15.43	210	27/Oct/2018	10/Nov/2018	14	3,490	11.5	15.10	10.20	25.5
3	Vigueta F, grava de 1/2" relación a/c 0.35, % de vacíos 15.43	210	27/Oct/2018	10/Nov/2018	14	3,930	10.0	15.10	10.20	25.0

#### OBSERVACIONES:

\* Las muestras de viguetas de concreto y sus datos correspondientes fueron entregadas al laboratorio por el solicitante, para su respectivo ensayo a flexión.



## ASGEOPEC

GEOTECNIA Y CIMENTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS

### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO

ASTM C-31 y ASTM C780 T-22

SOLICITANTE : Frank Alexis palacios Bernaldo  
CURSO : Desarrollo de Proyecto  
TEMA : Concreto Permeable  
UNIVERSIDAD : Cesar Vallejo - Huaraz

DIMENSIONES DE LA VIGUETA: Altura (cm.) = 10.20  
Ancho (cm) = 15.20  
Longitud (cm) = 50.10

DOSIFICACIÓN : En peso

N°	VIGUETA DESCRIPCIÓN	RESISTENCIA DE DISEÑO f <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	FECHA		EDAD (días)	CARGA MAXIMA P (Kgf.)	DISTANCIA ENTRE APOYOS L (cm <sup>2</sup> )	ANCHO DE VIGA B (b)	ALTURA DE VIGA d (cm)	MODULO DE ROTURA MR (kg/cm <sup>2</sup> )
			MOLDEO	ROTURA						
1	Vigueta G, grava de 1/2" relación a/c 0.35, % de vacíos 15.43	210	27/Oct/2018	24/Nov/2018	28	4,750	9.0	15.10	10.20	27.2
2	Vigueta H, grava de 1/2" relación a/c 0.35, % de vacíos 15.43	210	27/Oct/2018	24/Nov/2018	28	3,900	11.0	15.10	10.20	27.3
3	Vigueta I, grava de 1/2" relación a/c 0.35, % de vacíos 15.43	210	27/Oct/2018	24/Nov/2018	28	3,850	11.5	15.10	10.20	26.2

#### OBSERVACIONES:

\* Las muestras de viguetas de concreto y sus datos correspondientes fueron entregadas al laboratorio por el solicitante, para su respectivo ensayo a flexión.

Telef: (043) 426317, Cel: 943692631, 943492123, 947438075, RPM: \*336781, \*336771, #947438075  
Jr. los Jazmines 3ra cuadra S/N - Barrio de Villón Alto Mz. 172 Lt. 06 - Huaraz - Ancash  
E-mail: asgeotec@yahoo.com

## **ANEXO 14**

Elaboración de Permeámetro para realizar ensayos de permeabilidad, según norma ACI 522 R-10.

Para realizar el ensayo de Permeabilidad, se tuvo que elaborar un equipo de permeabilidad denominado permeámetro, este equipo fue elaborado a base de tuberías de PVC con distintos diámetros, para su elaboración se tomó las referencias mencionadas en la norma ACI 522 R-10 y de Tesis mencionadas en los antecedentes.

**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*



**Figura 19:** *Permeómetro elaborado*

## **ANEXO 15**

Certificado del Laboratorio donde se realizó los  
ensayos para la presente Tesis.

---



**ASGEOTEC**

GEOTECNIA Y CIMENTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS

## CERTIFICADO

EL QUE SUSCRIBE JEFE DEL LABORATORIO “ASGEOTEC GEOTECNIA Y CIMENTOS”

CERTIFICA:

Que el Sr. **FRANK ALEXIS PALACIOS BERNALDO**, identificado con **DNI: 70213111**, estudiante de la Facultad de Ingeniería, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, de la **UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO – HUARAZ**, ha realizado ensayos de laboratorio para la investigación del curso Desarrollo de Proyecto de Investigación, con el tema de Tesis “Diseño de Concreto Permeable para su aplicación en Pavimentos Rígidos como Óptimo Sistema de Drenaje, Independencia – Huaraz – Ancash, 2018”, del cual doy fe.

Dichos ensayos son los Siguietes:

- 01 ensayo de Caracterización de Agregado piedra de 1/2".
- 01 ensayo de Caracterización de Agregado piedra de 3/8".
- 09 roturas de probetas con Agregado de 1/2".
- 09 roturas de probetas con Agregado de 3/8".
- 09 roturas de viguetas con Agregado de 1/2".
- 09 roturas de viguetas con Agregado de 3/8".

Se expide el presente certificado a solicitud del interesado para los fines que vea por conveniente.

Huaraz, 26 de Noviembre del 2018.

ASGEOTEC  
Lab. Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos

**FERNANDO E. ITA RODRIGUEZ**  
Ingeniero Civil CIP N° 63848  
Especialista en Geotecnia

Ing. Fernando Ita Rodríguez

JEFE DE LABORATORIO

## **ANEXO 16**

Panel Fotográfico



**Figura 20:** *Moldes para realizar Probetas y Viguetas de Concreto Permeable*



**Figura 21:** *Agregado de 3/8"*



**Figura 22:** *Agregado de 1/2"*



**Figura 23:** *Elaboración de especímenes de Concreto Permeable*



**Figura 24:** *Ensayo de Asentamiento de Concreto Permeable*



**Figura 25:** *Curado Inicial de Concreto Permeable*



**Figura 26:** Curado estándar de especímenes de Concreto Permeable



**Figura 27:** Probetas de Concreto Permeable para ensayos a Compresión



**Figura 28:** Viguetas de Concreto Permeable para ensayos a Flexión



**Figura 29:** Probetas de Concreto Permeable para ensayos de Permeabilidad



**Figura 30:** Ensayo a Compresión de Probetas con gradación de 1/2"



**Figura 31:** Ensayo a Compresión de Probetas con gradación de 3/8"



**Figura 32:** *Ensayo a Flexión de viguetas con gradación de 1/2"*



**Figura 33:** *Ensayo a Flexión de viguetas con gradación de 3/8"*

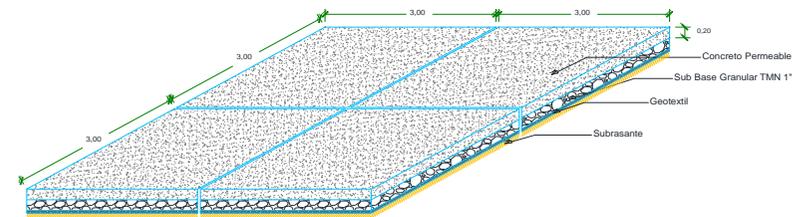
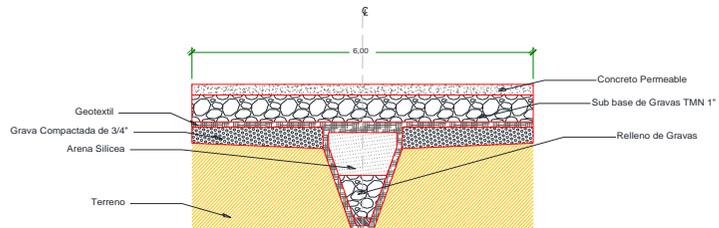


**Figura 34:** *Ensayo de Permeabilidad a probetas con gradaciones de 1/2" y 3/8"*

# **ANEXO 17**

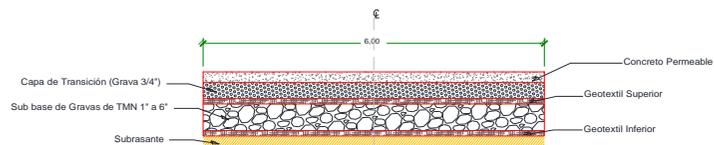
## **Plano de Secciones Típicas de un Pavimento Permeable**

**SECCIÓN TÍPICA I**  
PAVIMENTO PERMEABLE CON DREN FRANCÉS SUBTERRANEO

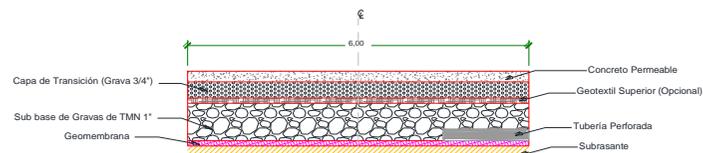


**DETALLE DE LOSA**

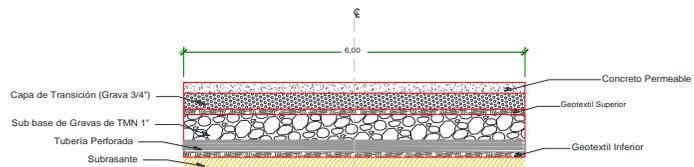
**SECCIÓN TÍPICA II**  
PAVIMENTO PERMEABLE DE INFILTRACIÓN TOTAL



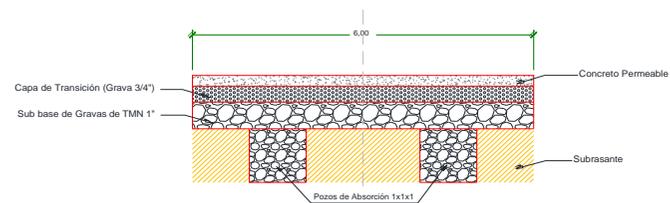
**SECCIÓN TÍPICA IV**  
PAVIMENTO PERMEABLE DE INFILTRACIÓN NULA



**SECCIÓN TÍPICA III**  
PAVIMENTO PERMEABLE DE INFILTRACIÓN PARCIAL



**SECCIÓN TÍPICA V**  
PAVIMENTO PERMEABLE CON POZO DE ABSORCIÓN



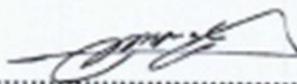
	PROYECTO: "Diseño de Concreto Permeable para su aplicación en Pavimentos Rígidos como Óptimo Sistema de Drenaje, Huaraz - Ancash - 2018"
	TESIS/A: <b>PALACIOS BERNALDO, FRANK A.</b>
RESOR/A: <b>Mgtr. Ing. MARIN CUBAS, PERCY L.</b>	TÍTULO: PAVIMENTO PERMEABLE - SECCIÓN TÍPICA
ESCALA: 1:200	FECHA: DIC 2018

PS-01

Yo, Mgtr. ERIKA MAGALY MOZO CASTAÑEDA docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Huaraz, revisor (a) de la tesis titulada "DISEÑO DE CONCRETO PERMEABLE PARA SU APLICACIÓN EN PAVIMENTOS COMO OPTIMO SISTEMA DE DRENAJE EN DISTRITO INDEPENDENCIA - HUARAZ - ANCASH, 2018", del (de la) estudiante PALACIOS BERNALDO, FRANK ALEXIS, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 16% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Huaraz, 10 de Diciembre del 2018



Mgtr. ERIKA MAGALY MOZO CASTAÑEDA

DNI: 40711879

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------





# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

E. P. Ingeniería Civil

---

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

PALACIOS BERNALDO, FRANK ALEXIS

INFORME TÍTULADO:

“ DISEÑO DE CONCRETO PERMEABLE PARA SU APLICACIÓN EN PAVIMENTOS COMO OPTIMO SISTEMA DE DRENAJE EN DISTRITO INDEPENDENCIA – HUARAZ – ANCASH, 2018 ”

---

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

---

INGENIERO CIVIL

SUSTENTADO EN FECHA: Martes, 11 de Diciembre de 2018

NOTA O MENCIÓN: Diecisiete ( 17 )



FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN