



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y  
URBANISMO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS**

**Elaboración de Adoquín de Concreto Permeable para  
Facilitar el drenaje de Aguas Pluviales en la Región de  
Lambayeque**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL  
DE INGENIERA CIVIL**

**Autora:**

Bach. Cornejo Ramos, Rosario Dolores

<https://orcid.org/0000-0002-9892-4089>

**Asesor:**

Dr. Sócrates Pedro Muñoz Pérez

<https://orcid.org/0000-0003-3182-8735>

**Línea de Investigación:**

**Infraestructura, Tecnología y Medio Ambiente**

**Pimentel - Perú**

**2023**

**ELABORACIÓN DE ADOQUIN DE CONCRETO PERMEABLE PARA FACILITAR  
EL DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES EN LA REGIÓN DE LAMBAYEQUE**

**Aprobación del jurado**

---

MG. VILLEGAS GRANADOS LUIS MARIANO

**Presidente del Jurado de Tesis**

---

MG. SALINAS VASQUEZ NESTOR RÁUL

**Secretario del Jurado de Tesis**

---

MG. CHAVEZ COTRINA CARLOS OVIDIO

**Vocal del Jurado de Tesis**

**DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD**

Quien suscribe la **DECLARACIÓN JURADA**, soy egresada del Programa de Estudios de la Escuela profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaro bajo juramento que soy autora del trabajo titulado:

**ELABORACIÓN DE ADOQUIN DE CONCRETO PERMEABLE PARA FACILITAR EL DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES EN LA REGIÓN DE LAMBAYEQUE**

El texto de mi trabajo de investigación responde y respeta lo indicado en el Código de Ética del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Señor de Sipán (CIEI USS) conforme a los principios y lineamientos detallados en dicho documento, en relación con las citas y referencias bibliográficas, respetando al derecho de propiedad intelectual, por lo cual informo que la investigación cumple con ser inédito, original y auténtico.

En virtud de lo antes mencionado, firma:

Cornejo Ramos Rosario Dolores	DNI: 43920888	
-------------------------------	---------------	--

Pimentel, 26 de noviembre del 2023.

NOMBRE DEL TRABAJO

**Elaboración de Adoquín de Concreto Permeable para Facilitar el drenaje de Aguas Pluviales en la Reg**

AUTOR

**Rosario Dolores Cornejo Ramos**

RECuento DE PALABRAS

**11679 Words**

RECuento DE CARACTERES

**53490 Characters**

RECuento DE PÁGINAS

**60 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**2.0MB**

FECHA DE ENTREGA

**Dec 12, 2023 9:36 AM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Dec 12, 2023 9:37 AM GMT-5**

● **15% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 12% Base de datos de Internet
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de contenido publicado de Crossref
- 12% Base de datos de trabajos entregados

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)

## **Dedicatoria**

Dedico con mucho cariño esta tesis a mis padres, Ebelia Ramos y Edgar Cornejo, a mi hermano Jhossepy Cornejo y a mi tía Estela Ramírez por confiar en mí siempre, por estar a mi lado en todo momento, por sus consejos y su apoyo durante el desarrollo de esta carrera, gracias a ustedes se está logrando cumplir este sueño de culminar una etapa en esta linda profesión.

***Cornejo Ramos Rosario Dolores***

## **Agradecimientos**

Agradecida de Dios por su infinito amor. A mi madre Ebelia Ramos y a mi hermano Jhossepy Cornejo por estar siempre presentes con su apoyo para lograr cumplir esta etapa profesional, a mi padre Edgar Cornejo por su apoyo en algún momento durante la carrera.

A mi madrina Delia Serquen y a mi familia que siempre estuvo presente con sus consejos y apoyo moral en todo momento de mi vida.

Gracias a mis amigos Max Leon, Fernando Bautista, Leydy Castro, por su sincera amistad, apoyo en aulas y durante el desarrollo de esta tesis, gracias por estar siempre allí impulsando para lograr esta meta.

Gracias a los Ingenieros Ruiz Perales, por su asesoría en el desarrollo de esta tesis, y a los docentes de la escuela de civil por su apoyo y orientación para lograr y cumplir con esta meta.

***Cornejo Ramos Rosario Dolores***

## INDICE

<b>Dedicatoria.....</b>	<b>5</b>
<b>Agradecimientos.....</b>	<b>6</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>12</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>13</b>
1.1 Realidad Problemática .....	13
1.2. Formulación del Problema.....	18
1.3. Hipótesis.....	18
1.4. Objetivos .....	19
1.5. Teorías relacionadas al tema.....	19
<b>II. MATERIALES Y MÉTODO.....</b>	<b>28</b>
2.1 Tipo y diseño de investigación .....	28
2.2 Variables, operacionalización .....	28
2.1. Población y muestra.....	31
2.2. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	32
2.3. Procedimiento de análisis de datos.....	35
2.4. Criterios éticos .....	60
<b>III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>61</b>
3.1 Resultados.....	61
3.2. Discusiones .....	66
<b>IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>69</b>
4.1 Conclusiones .....	69
4.2 Recomendaciones .....	70
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>71</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>78</b>

## Índice de Tablas

<b>Tabla I:</b> Operacionalización de Variables.....	29
<b>Tabla II:</b> Muestras .....	31
<b>Tabla III:</b> : Cantidad mínima de modelo del árido grueso o global.....	39
<b>Tabla IV:</b> Cantidad mínima de modelo de ensayo.....	43
<b>Tabla V:</b> Cantidad de la muestra de áridos para %W.....	46
<b>Tabla VI:</b> Consideraciones para el Diseño.....	48
<b>Tabla VII:</b> Diseños de Muestras Patrón y Relación A/C.....	48
<b>Tabla VIII:</b> Características de los Agregados .....	61
<b>Tabla IX:</b> Resistencia a la Compresión Muestras Patrón a-c 0.25, 0.30 y 0.35.....	61
<b>Tabla X:</b> Resistencia a la Flexión A/C 0.25, 0.30 y 0.35 .....	62
<b>Tabla XI:</b> Resistencia a la Compresión a-c 0.25.....	62
<b>Tabla XII:</b> Resistencia a la Compresión A/C 0.30.....	63
<b>Tabla XIII:</b> Resistencia a la Compresión A/C 0.35.....	63
<b>Tabla XIV:</b> Resistencia a la Flexión A/C 0.25.....	63
<b>Tabla XV:</b> Resistencia a la Flexión A/C 0.30.....	64
<b>Tabla XVI:</b> Resistencia a la Flexión A/C 0.35.....	64
<b>Tabla XVII:</b> Permeabilidad A/C 0.25.....	65
<b>Tabla XVIII:</b> Permeabilidad A/C 0.30.....	65
<b>Tabla XIX:</b> Permeabilidad A/C 0.35.....	65
<b>Tabla XX:</b> D y %P En Concreto Endurecido .....	66

## Índice de Figuras

<b>Fig. 1:</b> Relación del cont. de vacíos entre la resistencia de la compresión .....	26
<b>Fig. 2:</b> Relación de resistencia de la compresión a 28 días entre la relación a-c.....	26
<b>Fig. 3:</b> Diagrama de Procedimiento del Proyecto .....	34
<b>Fig. 4:</b> Áridos de la Cantera Tres Tomas: A.G. 3/8”.....	35
<b>Fig. 5:</b> Áridos de la Cantera Tres Tomas: A.F. Arena .....	36
<b>Fig. 6:</b> Áridos de la Cantera Tres Tomas: A.G. 1/2”.....	36
<b>Fig. 7:</b> Áridos de la Cantera La Victoria: A.G. 1/2”.....	36
<b>Fig. 8:</b> Áridos de la Cantera La Victoria: A.F. Arena .....	37
<b>Fig. 9:</b> Áridos de la Cantera Garraspiña: A.G. 1/2”.....	37
<b>Fig. 10:</b> Áridos de la Cantera Garraspiña: A.G. 3/8” .....	37
<b>Fig. 11:</b> Áridos de la Cantera Garraspiña: A.F. Arena.....	38
<b>Fig. 12:</b> Áridos de la Cantera Gogafe: A.G. 1/4” .....	38
<b>Fig. 13:</b> Áridos de la Cantera Gogafe: A.F. Arena Zarandeada.....	38
<b>Fig. 14:</b> Cuarteado del material en los tamices .....	40
<b>Fig. 15:</b> Colocado del material en los tamices.....	40
<b>Fig. 16:</b> Saturando agregado fino .....	41
<b>Fig. 17:</b> Ensayando en el cono metálico .....	41
<b>Fig. 18:</b> Lavando agregado grueso.....	44
<b>Fig. 19:</b> sumergiendo canastilla.....	44
<b>Fig. 20:</b> Pesando agregados.....	47
<b>Fig. 21:</b> Colocando agregados al horno por 24 horas .....	47
<b>Fig. 22:</b> Ensayo de Slump, vista de llenado del Cono de Abrams .....	49
<b>Fig. 23:</b> Ensayo de Slump, Cono de Abrams .....	50
<b>Fig. 24:</b> Ensayo de P .....	52
<b>Fig. 25:</b> Prensa Hidráulica Ensayo de RC.....	54

<b>Fig. 26:</b> Ensayo de RC.....	55
<b>Fig. 27:</b> Ensayo de RF.....	57
<b>Fig. 28:</b> Vista de prensa ensayo de Flexion de un adoquin.....	57
<b>Fig. 29:</b> Ensayo de de D y %P – Especímenes a ensayar .....	59
<b>Fig. 30:</b> Ensayo de D y %P, Peso de espécimen sumergido .....	59

## Resumen

Un principal problema que afecta a los diversos sectores de la región Lambayeque son las inundaciones, debido a precipitaciones producidas por fenómenos naturales ocasionando malestar a los ciudadanos lambayecanos. En la presente investigación se tiene por objetivo fabricar un adoquín de concreto permeable que permita facilitar la administración de las aguas pluviales en la región Lambayeque, llevándose a cabo diferentes ensayos en laboratorio. Se muestra en los resultados que los adoquines elaborados con agregados de 3/8" y 1/2" con una relación a/c de 0.25 presentan permeabilidad de 0.0026 y 0.0051 cm/s con resistencias a compresión de 136.25 y flexión 3.57 kg/cm<sup>2</sup>, con relación a/c de 0.30 incorporando 0.5% de aditivo Sika Cem Plastificante, presentan permeabilidad de 0 cm/s, resistencias de 141.16 y 8.23 kg/cm<sup>2</sup> y con aditivo Z – IR presenta permeabilidad de 0.0022 cm/s, con resistencias de 126.04 y 8.23 kg/cm<sup>2</sup>, con relación a/c de 0.35 incorporando 0.5% de aditivo plastificante Sika Cem, presentan permeabilidad de 0 cm/s, con resistencias de 177.33 y 8.17 kg/cm<sup>2</sup> y con aditivo Z – IR presenta permeabilidad de 0.035 cm/s y resistencias de 153.14 y 13.99 kg/cm<sup>2</sup>. De los resultados, se concluye en la proporción óptima para la elaboración de un adoquín poroso de concreto sería una relación a-c 0.30 a 0.35, con agregado de 3/8" incorporando 0.5% de aditivo Z–IR, permitiendo una permeabilidad y resistencia a la compresión adecuada.

**Palabras clave:** Concreto permeable; permeabilidad; relación a-c; aditivo plastificante

## Abstract

A main problem that affects the various sectors of the Lambayeque region is flooding, due to precipitation produced by natural phenomena, causing discomfort to the citizens of Lambayeque. The objective of this research is to manufacture a permeable concrete paver that will facilitate the management of rainwater in the Lambayeque region, carrying out different laboratory tests. The results show that the pavers made with 3/8" and 1/2" aggregates with a w/c ratio of 0.25 have permeability of 0.0026 and 0.0051 cm/s with compressive strengths of 136.25 and flexural strengths of 3.57 kg/cm<sup>2</sup>, with w/c ratio of 0.30 incorporating 0.5% of Sika Cem Plasticizer additive, present permeability of 0 cm/s, resistances of 141.16 and 8.23 kg/cm<sup>2</sup> and with Z – IR additive presents permeability of 0.0022 cm/s, with resistances of 126.04 and 8.23 kg/cm<sup>2</sup>, with w/c ratio of 0.35 incorporating 0.5% of Sika Cem plasticizing additive, presenting permeability of 0 cm/s, with resistances of 177.33 and 8.17 kg/cm<sup>2</sup> and with Z – IR additive presenting permeability of 0.035 cm/s and resistances of 153.14 and 13.99 kg/cm<sup>2</sup>. From the results, it is concluded that the optimal proportion for the production of a porous concrete paver would be a ratio a-c 0.30 to 0.35, with 3/8" aggregate incorporating 0.5% of Z–IR additive, allowing adequate permeability and compression resistance.

**Keywords:** Pervious concrete; permeability; a-c relationship; plasticizer additive

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Realidad Problemática

Los riesgos de inundaciones y la baja infiltración de escurrimientos Chandra y Sekhar [1], se da por la contaminación de las escurrimientos de lluvia, la acumulación de sólidos y las vías impermeables que se incrementan cada día más [2], aumentando también el calor en estas zonas ocasionando islas de calor y muy baja infiltración de las aguas de escurrimientos producidas por las consecuentes lluvias Moretti, *et al.* [3], lo que es una gran amenaza para la población el cómo atenuar este problema viene siendo una preocupación mundial Liu, *et al.* [4].

En temporadas de altas temperaturas los pavimentos de concreto o asfalto retienen una gran cantidad de calor y energía solar que por las noches liberan calentando así el ambiente provocando una isla de calor urbana, y mantienen alta escurrimiento en temporadas de lluvias perjudicando el área urbana Bao, *et al.* [5], la durabilidad de las carreteras se acorta por el desgaste y deformaciones producidas por el tráfico y cambios del clima, para ello se pueden realizar diseño de bloques de concreto adecuados para todo tipo de carreteras Di Mascio, *et al.* [6], no obstante al concreto poroso se une a la tecnología mejorando las condiciones medioambientales Chen, Zhao, y Bie, [7].

El problema en los pavimentos convencionales viene de hace muchos años en nuestro país, debido a las altas precipitación que se presentan año tras año lo que provoca la degradación superficial de la calzada, a la rápida urbanización y el mal proceso constructivo de los pavimentos Amorós, *et al.* [8], además los sistemas de drenajes pluviales construidos a lo largo de los pavimentos comunes que con el pasar de los tiempos llegan a ser obsoletos por la acumulación de residuos y vegetación, impiden el drenaje correcto de las escurrimientos producidas por las lluvias afectando a la transitabilidad peatonal adecuada Navarro, *et al.* [9]. Castilla - Piura es una zona inundable, con urbanas que se saturan rápidamente con presencia

de las lluvias debido a sus suelos impermeables además su topografía es llana y actualmente no existen infraestructuras para el drenaje de las aguas de escorrentía superficial permitiendo que el agua se estanque afectando a toda una población, aumentando la posibilidad de inundación en tiempos de lluvias muy fuertes Jiménez Pesante [10]. Lo que desfavorece al concreto convencional es la falta de infiltración y permeabilidad del agua para que disminuya la acumulación de aguas de escorrentías Chauca Bravo [11]. El aprovechamiento de las aguas de escorrentías no viene siendo el adecuado por la gran cantidad de pavimento convencional existente la cual carece de permeabilidad, hace falta un adecuado diseño y dosificación de agregados para obtener un concreto con permeabilidad o porosidad según la necesidad de la zona donde será colocado Antón Juárez y Mar Antony [12]. Las constantes inundaciones ocasionadas por las lluvias vienen deteriorando el pavimento, esto se da por no contar con un adecuado pavimento que permita la permeabilidad de las escorrentías Meléndez Arrasco y De la Fuente Moreno [13].

Xie, *et al.* [14] en el artículo titulado “An Experimental Investigation On Characteristic Properties Of Pervious Concrete” tuvieron como objetivo desarrollar un concreto permeable y evaluar las propiedades mecánicas, la durabilidad y el rendimiento de infiltración, utilizando cemento, áridos de 10 mm y 20 mm, pero sin agregado fino; con una proporción para el concreto de 1 cemento: 4 agregado. En su estudio utilizaron metodología de tipo aplicada la población fue un grupo de especímenes y la muestra fue los especímenes ensayados. Obtuvieron un concreto con resistencia a compresión M20 con adecuada porosidad. Concluyendo que el dicho concreto presente una permeabilidad necesaria y buena resistencia a flexión.

Sandoval, *et al.* [15] en su artículo titulado “Correlation between permeability and porosity for pervious concrete (PC)” tuvieron como objetivo realizar pruebas de resistencias a compresión (RC), flexión (RF), porosidad (%P) y permeabilidad (P), de mezclas diseñadas con relación a/c 0.34, analizando según la norma ACI 522-10. Usaron para su estudio metodología de tipo experimental, la población fue muestras de concreto permeable y el espécimen fue

probabilística. Obteniendo como resultado un concreto poroso factible para ser producido utilizando materiales sostenibles. Concluyendo entonces que si es viable elaborar concreto permeable con áridos que cumplan con los estándares para el uso de un pavimento.

Zhang, *et al.* [16] en la investigación “Effects of specimen shape and size on the permeability and mechanical properties of porous concrete” tuvieron como objetivo evaluar P y propiedades mecánicas de un concreto poroso, para lo que utilizaron dos agregados y tres cementos diferentes. Para el estudio utilizaron método de tipo experimental, la población fue de especímenes y la muestra fueron probetas. Como resultado presentaron la una RC que disminuye conforme crece el tamaño de la muestra. Concluyendo que resistencia del concreto poroso si puede ser afectado por la porosidad, el tamaño del agregado, el tipo de agregado y el grado del cemento, además que las resistencias a la RF, RC y división son diferentes significativamente.

Siva Rathan, *et al.* [17], en su artículo titulado “Mechanical and structural performance evaluation of pervious interlocking paver blocks”, cuyo objetivo fue evaluar el comportamiento mecánico como las resistencias a flexión y compresión, el deslizamiento como comportamiento funcional y estructural de bloques de adoquines permeables utilizando la prueba de carga de placa y de corte directo a gran escala. Usaron en su estudio metodología tipo experimental, la población fue la muestra a ensayar y la muestra. Como resultado presentaron que el porcentaje de absorber agua aumenta el contenido de fino hasta un 3.89%; concluyendo que puede ser un material para pavimentación eficaz en carreteras de bajo volumen, isla de calor urbana y pavimentos con problemas de drenaje.

Hu, *et al.* [18], en la investigación “Investigation on the permeability of porous asphalt concrete based on microstructure analysis” tuvieron como objetivo evaluar la obstrucción de los vacíos del concreto poroso, por lo que elaboraron muestras con diferentes tamaños y formas de agregados; utilizando un equipo propio midieron la permeabilidad y la anti-obstrucción del concreto poroso. Usaron metodología de estudio tipo experimental, la

población fueron especímenes tipo probetas de concreto poroso y la muestra el concreto. En su resultado dan muestra que las diferentes formas de los agregados afectan el estado de los poros por ende la porosidad efectiva y la permeabilidad. Concluyendo que afecta el estado de los poros, el volumen y la porosidad efectiva los agregados con diferentes formas, todo lo contrario, pasa con los agregados con formas regulares ya que presenta un gran desempeño anti-obstrucción del concreto permeable.

Alam, *et al.* [19] en su artículo titulado “A Comparison of Three Types of Permeable Pavements for Urban Runoff Mitigation in the Semi-Arid South Texas, U.S.A”, tuvieron de objetivo elaborar pavimento de concreto poroso, concreto entretrejido permeable y pavimento de bloques entretrejidos con grava, para examinar su desempeño permeable y ambiental comparándolos con el pavimento tradicional. La metodología de estudio fue tipo experimental la población fue el tipo de pavimento y la muestra bloques de concreto permeable. Como resultado presentaron 31 a 100 % de disminución del flujo de escorrentía y el pavimento de concreto poroso disminuyó más del 98% la escorrentía, también eliminó más del 80% de sólidos suspendidos. En lo que concluyen que el tipo de pavimento permeable y el medio adyacente puede influir en reducir la escorrentía y e infiltración en una región.

Kia, *et al.* [20], en su artículo titulado “High-strength clogging resistant permeable pavement”, tuvieron como objetivo elaborar un concreto permeable resistente a la obstrucción con alta permeabilidad y resistencia, con muestras que presentaban valores de porosidad de 2 al 32%. Utilizaron metodología tipo experimental la población fue un pavimento de alta RC y la muestra especímenes de concreto permeable. Como resultado presentaron un concreto con 5% de porosidad, 50 MPa de resistencia y 2 cm/s de permeabilidad. Concluyendo que se obtuvo un sistema de pavimento resistente a la obstrucción de alta resistencia y eficaz permeabilidad para la infiltración de escorrentías sin la necesidad de mantenimientos frecuentes.

Amorós Morote y Bendezú Ulloa [8], en su exploración titulada “Diseño de mezcla de concreto permeable para la construcción de la superficie de rodadura de un pavimento de resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>., tuvieron como objeto evaluar el deterioro de los pavimentos convencionales debido a las altas precipitación y el encharcamiento del agua por falta de permeabilidad de las vías, diseñando un concreto poroso con f’c de 210 kg/cm<sup>2</sup>, según ACI 522. Utilizaron en su estudio metodología tipo cuantitativa, la población fue de pavimento de alta f’c y la muestra probetas de concreto permeable. Como resultado presentaron un f’c a compresión de 261.58 kg/cm<sup>2</sup> y 0.01744 m/seg. de permeabilidad. Concluyendo que en la mezcla con relación a/c = 0.38, con 13% de vacíos y 1.5% de Superplastificante además de 7% de arena obtuvieron un diseño óptimo para su uso en pavimentos.

Navarro Vásquez y León Arévalo [9], en su investigación titulada “Estudio y diseño de Pavimentos Permeables ...” tuvieron como objetivo mejorar un área de estacionamiento que se venía inundando con las constantes lluvias debido a la falta de permeabilidad de la superficie. En su estudio utilizaron metodología tipo experimental, la población fue de la ciudad universitaria de San Martín – Tarapoto, eligieron la muestra mediante un método no probabilístico. Como resultado presentaron que, dosificando arena, áridos con 3/8” de tamaño, 15% de vacíos, relación a/c = 0.35 obtuvieron un RC de 219.39 kg/cm<sup>2</sup> y 0.00011 m/s de P y con dosificación sin arena, áridos de 3/4”, 15% de %P, relación agua/cemento = 0.46 obtuvieron 188.61 kg/cm<sup>2</sup> en RC, así como 0.00013 m/s para P. Concluyendo que el concreto con áridos de tamaños 3/4” y 3/8” y %P en 10, 12 y 15% si presentan cabida de infiltración, mientras que las dosificaciones anteriores son las óptimas para el uso de carpetas para pavimentos permeables.

Jiménez Pesante [10] en su investigación titulada “Evaluación del Concreto Permeable Como Alternativa... para el Control de ... Aguas Pluviales...”, tuvieron como objetivo dar una solución con la que logren controlar las escorrentías de las continuas precipitaciones presentes en la urbe de Castilla – Piura. Para su estudio utilizó un enfoque cuantitativo, la población fue de 07 diseños de mezclas y la muestra especímenes de concreto permeable.

Como resultado presentaron RC a los 28 días de 238 kg/cm<sup>2</sup> y 0.1582 cm/s de permeabilidad. Concluyendo que este tipo de concreto es viable para superficies de escurrimiento se obtuvo un óptimo espécimen.

Las inundaciones que deterioran el pavimento en nuestra localidad lambayecana se deben a diversos factores siendo uno de ellos el no contar con un adecuado pavimento que permite la permeabilidad de las aguas de las escorrentías debido a que en épocas de precipitaciones causan malestar a la población, motivo por el cual esta investigación se justifica dando la importancia de proponer la producción de adoquines elaborados de un concreto poroso que permite facilitar la salida de aguas pluviales en la región Lambayeque, adoquines que presenten RC similares a materiales que usualmente son utilizados en pavimentación de calles y avenidas pero con mejoras en su permeabilidad ya que permite la evacuación inmediata de las aguas acumuladas.

## **1.2. Formulación del Problema**

De qué manera influye en las propiedades físico – mecánicas y permeabilidad, la relación a/c e incorporación de aditivo plastificante de la marca Sika Cem Plastificante y Z - IR en la elaboración de adoquines de concreto permeable elaborado con áridos fino 10% y grueso de 3/8" y 1/2".

## **1.3. Hipótesis**

La relación a/c en 0.25, 0.30 y 0.35 e incorporación de aditivo plastificante en 0.5 % de las marcas Sika Cem Plastificante y Z - IR influyen en las propiedades físico – mecánicas y permeabilidad para la elaboración de adoquín de concreto permeable usando áridos fino 10% y grueso de 3/8" y 1/2".

## 1.4. Objetivos

### Objetivo General:

Elaboración de adoquín de concreto permeable, que permita facilitar el drenaje de aguas pluviales en la Región Lambayeque.

### Objetivos Específicos:

- Analizar las propiedades físicas y mecánicas de los agregados de 3/8" y 1/2".
- Analizar las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines de concreto permeable con agregados fino 10% y grueso de 3/8" y 1/2", con una relación de a/c al 0.25, 0.30 y 0.35 como muestra patrón.
- Analizar las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines de concreto permeable con agregados fino 10% y grueso de 3/8" y 1/2", con una relación de a/c al 0.25, 0.30 y 0.35 (incorporando aditivo plastificante en 0.5 % de las marcas Sika Cem Plastificante y Z – IR.
- Evaluar la permeabilidad de los adoquines de concreto con agregados fino 10% y grueso de 3/8" y 1/2" con una relación de a/c al 0.25, 0.30 y 0.35 incorporando aditivo plastificante en 0.5 %.
- Determinar el diseño óptimo para la elaboración de un adoquín de concreto permeable.

## 1.5. Teorías relacionadas al tema

### Concreto Permeable o Poroso

El concreto permeable tiene una granulometría discontinua lo que genera una alta porosidad, por lo que se puede decir que es un concreto hidráulico ya que entre sus características físicas vemos el alto contenido de vacíos permitiendo esto que el agua pase de forma sencilla [21]. Por la adecuada granulometría de los áridos, la relación a/c

y el aditivo se puede obtener una mezcla adecuada con las características físicas y mecánicas requeridas [22].

Es un concreto funcional por los suficientes vacíos interconectados que se forman en la mezcla altamente permeable, pues el agua filtra fácilmente en su estructura. Reconocido en la construcción como un material sostenible, pues reduce la escorrentía de las lluvias, la consecuencia de isla de calor y mejora la calidad de las aguas [23].

El concreto permeable posee como características muy bajo a cero slump, contiene menos pasta de cemento y agua, siendo adecuado para la fabricación de productos como adoquines [24]. La ausencia o disminución de agregado fino da a este tipo de concreto la característica permeable que posee pues la velocidad del pase del agua depende mucho la granulometría del agregado y que la mezcla tenga una adecuada densidad (D), pero a la vez pierde sus resistencias siendo estas menores al del concreto hidráulico convencional [25].

### **Adoquín de Concreto Permeable**

El usar bloques de concreto reduce contaminantes que son regados en la superficie y varios productos químicos, también bajan los niveles de escorrentía provocada por las lluvias. La calidad y apropiada dosificación de materiales proporciona un balance de orificios interrelacionados lo que conlleva a un adoquín de concreto permeable con la adecuada permeabilidad y resistencia [26].

Según Rodríguez Hita y Castañeda Reyes [27], los pavimentos de bloques permeables se colocan sobre una capa de asentamiento, base y sub-base también podría colocarse tubos de drenaje cuando es un suelo de baja permeabilidad.

El elemento clave en un diseño para pavimentos de concreto poroso es la limitación de la escorrentía de lluvias, se pueden clasificarse como diseño de detención o diseño de

retención. Para ser clasificado como un pavimento permeable a la detención, debe detener el agua producto de lluvia hasta que descargue a una red de drenaje. Y ser clasificado como un pavimento permeable a la retención, no solo debe contener las aguas pluviales sino también retener y tratar hasta que pueda ocurrir infiltración en el suelo subyacente. El sistema depende mucho también de las propiedades del suelo [10].

## **Componentes del Concreto Permeable**

### **Cemento Portland**

Es un componente que al mezclarse con el agua se adhiere a las superficies y endurecer, es el componente principal para la fabricación del concreto. Al hidratarse el cemento, se combinan formando una mezcla, la cual fragua y endurece, esto se debe al proceso químico del cemento [28]. Se usa cemento portland al igual que en el concreto convencional según la norma ASTM C150, en ella especifica su resistencia y el tiempo de fraguado [29].

Se debe tener muy en cuenta que la cantidad de cemento que se utilice pues influirá en las particularidades del concreto permeable. Al usar más cemento, se podrá cubrir más área de los agregados, mejorando la adherencia lo que da una mejor resistencia al concreto, a la vez que ocupa el espacio de los vacíos quitándole la permeabilidad de este tipo de concreto [22].

### **Clasificación de Cementos Hidráulicos:**

Estos cementos tienen en su composición clinker portland, minerales y aditivos, por el porcentaje en su composición son clasificados en dos grupos [30].

**Cemento portland ordinario:** Posee mayor cantidad de clinker portland y yeso y un 5% de otros minerales.

**Cemento portland mezclado o adicionado:** Posee cemento portland, pero mayor del 5% de cantidad de otros minerales.

En la ASTM C150 consideran diez tipos diferentes de cemento portland, teniendo en cuenta su desempeño y uso (Normas ASTM):

- Tipo I** : Para cuando no requieren características especiales.
- Tipo IA** : Incorporador de aire.
- Tipo II** : De uso ordinario, resistencia moderada al sulfato.
- Tipo IIA** : Incorpora aire para usos similares al Tipo II.
- Tipo II (MH)** : De uso ordinario, con hidratación y resistencia moderada al sulfato.
- Tipo II (MH) A** : Incorpora aire para los usos que el Tipo II (MH).
- Tipo III** : Para una gran resistencia temprana.
- Tipo IIIA** : Incorpora aire para el mismo uso que el Tipo III.
- Tipo IV** : Con bajo calor de hidratación.
- Tipo V** : Con una gran resistencia a sulfatos.

La ASTM 595 considera los cementos (Normas ASTM):

- Tipo IP** : Puzolánico (15%-40%)
- Tipo IPM** : Puzolánico modificado (menos de 15%)
- Tipo IS** : De escoria (25%-70%)
- Tipo ICo** : Compuesto (hasta 30%)
- Tipo IL** : Calizo
- Tipo IT** : Ternario (dos adiciones)

La ASTM 1157 menciona los cementos hidráulicos que son los cementos Pórtland normales, los corregidos o adicionados y los de obra [31].

**Tipo GU** : Para usos generales en la construcción.

**Tipo HE** : Con gran resistencia inicial o anticipada.

**Tipo MS** : Con moderado aguante a los sulfatos.

**Tipo HS** : Con gran resistencia a los sulfatos.

**Tipo MH** : Con moderado calor de hidratación.

**Tipo LH** : Con bajo calor de hidratación.

### **Agregados Gruesos**

Material con inicio en la naturaleza o artificial con características particulares; puede ser clasificado según su origen, composición, color, forma y tamaño de la partícula [29]; no deben ser demasiado porosos ni muy alargadas, pues el tamaño que usa del agregado está en función de las exigencias del diseño del concreto [22].

Es recomendable utilizar agregado grueso con granulometrías que cumpla con el tamaño y gradación normada en ASTM C33, que son: N° 67 (3/4" a N° 4), N° 7 (1/2" a N° 4), N° 8 (3/8" a N°8) y N° 89 (3/8" a N° 16), [28].

La gradación del árido grueso que se debe usar para el concreto permeable es entre 3/4" y 3/8". Deben estar independientes de polvo, arcilla u otros elementos de recubrimiento absorbente, que afecte a la conexión entre el agregado y la pasta [29].

### **Ensayos Realizados a los Agregados**

Los principales ensayos para los agregados del concreto son:

- Muestreo de los Materiales: Norma ASTM D75
- Análisis Granulométrico de Agregados: Norma ASTM C136
- Peso Específico de Agregados: Normas ASTM C127
- Peso Volumétrico Unitario: Normas ASTM C29
- El Contenido de Humedad: Norma ASTM C566

### **Agua**

Se debe utilizar agua apta para consumo humano, que esté libre de sustancias aceitosas, ácidas, alcalinas y materias orgánicas. Lo que evitara reacciones químicas que perjudiquen al concreto [32].

### **Aditivos**

Son unos compuestos que al añadirle al concreto modifica las características de la mezcla [18], dependiendo del tipo de aditivo que se requiera influirá en su estado fresco y/o endurecido del concreto [33].

**Tipo A:** Es plastificante - reductor de agua

**Tipo B:** Es retardador

**Tipo C:** Es acelerante

**Tipo D:** Reduce el agua con retardante

**Tipo E:** Reduce el agua con acelerante

**Tipo F:** Reduce el agua o súper plastificante

**Tipo G:** Reduce el agua y retardante

### **Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto Permeable**

Las propiedades de este concreto están en función de los poros, la calidad y gradación de sus componentes, relación a/c [33].

### **Peso Unitario**

La densidad o masa unitaria del concreto permeable y del convencional varía generalmente de 70 a 85%, de acuerdo con el porcentaje de vacíos del diseño tiene un peso entre 1600 a 2000 kg/m<sup>3</sup> [28].

## **Revenimiento (slump)**

Mide la estabilidad de una del concreto fresco, este procedimiento será según lo indica la norma ASTM C143. El concreto permeable fresco generalmente tiene valores entre 0 a 1cm, por lo que se dice que posee “cero slump” [34].

## **Porosidad**

La porosidad o contenido de vacíos se refiere al tamaño y numero de poros que tiene un material para absorber los líquidos [22], depende varios factores: el nivel de compactación, la granulometría del árido y la relación a/c [34].

Si la porosidad del concreto aumenta la RC disminuye, también pasa lo contrario, si la porosidad disminuye la RC aumenta [34].

## **Permeabilidad**

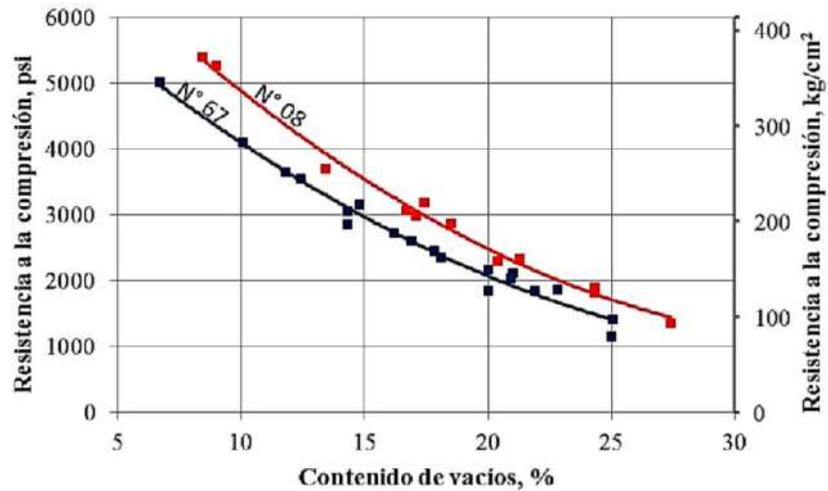
Es la capacidad que posee el concreto para que el agua pueda pasar en él [22], esto depende de la distribución de los poros que presente el espécimen. Siendo así una característica muy relevante en un concreto permeable que permite medir la filtración del bloque, lo cual depende de la relación a/c y el periodo de curado húmedo [13].

## **Resistencia a compresión**

Es la resistencia más alta que presenta un concreto durante la aplicación de carga axial, determinada según la norma ASTM C39.

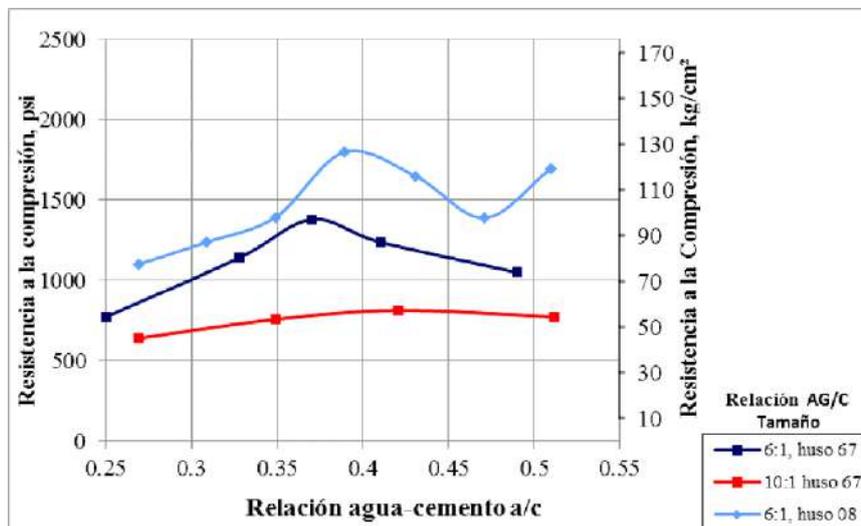
Esta resistencia está en relación con el contenido de vacíos que posee el espécimen como se muestra en la figura N°1 [34].

**Fig. 1:** Relación del cont. de vacíos entre la resistencia de la compresión



Para mejorar esta resistencia del espécimen, debe mejorarse la resistencia y la cohesión que tiene el árido con la pasta de cemento. Lo que es posible con relaciones de a/c de 0.4 con gradación de agregado de tamaños menores, con lo que se puede conseguir relativamente resistencia a compresión alta en concretos permeables [34].

**Fig. 2:** Relación de resistencia de la compresión a 28 días entre la relación a-c



### Resistencia a flexión

También llamado módulo de ruptura, se decir resiste la falla que provoca la flexión en una losa o en vigas de concreto sin refuerzo [13]. Esta resistencia es característica de

los concretos permeables, por poseer baja resistencia de flexión; sin embargo, es significativo en el agrietamiento del concreto [24].

### **Drenaje de Aguas Pluviales**

La tasa de infiltración del pavimento se compara con la intensidad de las precipitaciones, si es alta, la lluvia que filtra en el pavimento permeable va hacia la sub-base. Al agotarse la capacidad del almacenamiento en la sub-base, el exceso del agua va al suelo natural [23].

[10] dice que para la construcción de calles permeables la conductividad hidráulica debe ser lo suficientemente alto para infiltrar un evento de tormenta a 0.14 – 1.22 cm/s como lo indica [23].

Para determinar la relación de filtración que deben tener los bloques de concreto permeable, se considera la data hidrológica recopilada por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI).

## II. MATERIALES Y MÉTODO

### 2.1 Tipo y diseño de investigación

Este estudio es tipo aplicada, tiene metodología experimental [35], su desarrollo es realizado por medio de ensayos en laboratorio del material utilizado y de los modelos de concreto permeable para obtener sus características físicas, mecánicas e hidráulicas; lo que permitirá obtener un adecuado sistema de drenaje y diseño de mezcla para los adoquines permeables.

### 2.2 Variables, operacionalización

#### Variable Dependiente

Adoquín de Concreto Permeable: Con diseños de mezcla de correlación a/c 0.25, 0.30 y 0.35, agregado grueso, agregado fino al 10%. Considerando las propiedades físico-mecánicas e hidráulicas del adoquín.

#### Variable Independiente:

Agregados para facilitar el drenaje: Considerando las propiedades de los agregados de 1/2", 3/8" y Arena.

Aditivos: Considerando el 0.5% de Sika-Cem plastificante y Z-IR.

**Tabla I: Operacionalización de Variables**

VAR. DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEM	INSTRUMENTO	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>Adoquín de Concreto Permeable</b>	El bloque de concreto reduce los contaminantes que son regados en la superficie y varios productos químicos, también bajan los niveles de escorrentía provocada por las lluvias. La calidad y adecuada dosificación de materiales conlleva a un adoquín de concreto permeable con la adecuada permeabilidad y resistencia [26].	Se propone aproximar las propiedades primordiales del concreto tales como asentamiento, D y %P, RC y RF.	Propiedades Físicas	Revenimiento (slump)	ASTM C143	Análisis y formatos de laboratorio	Dependiente	cm
				D y %P	ASTM C 1754			Kg/cm <sup>3</sup> y %
			Propiedades Hidráulicas	P	ACI 522R-10			cm/seg
				RC	ASTM C339.034			Kg/cm <sup>2</sup>
<b>Agregados para facilitar el drenaje e incorporación de aditivos rojo agregue</b>	Material con origen natural o artificial con características particulares; puede ser clasificado según su origen, composición, color, forma y tamaño de la partícula [29]; Aditivos: Son unos	Dependiente del tipo de aditivo que se requiera influirá en su estado fresco y/o endurecido del concreto [33].	Propiedades Físicas	Muestreo de los Materiales	ASTM D75	Análisis y formatos de laboratorio	INDEPENDIENTE	Kg/m <sup>3</sup>
				Granulometría	ASTM C 136			
				Peso específico y absorción	ASTM C127 ASTM C566			
				Peso Volumétrico	ASTM C29			
				Unitario Contenido de Humedad	ASTM C535			
			Relación		Probeta graduada de 250 ml			

---

compuest  
os que al  
añadirle  
al  
concreto  
modifica  
las  
caracterís  
ticas de la  
mezcla  
[18].

---

## 2.1. Población y muestra

### Población:

La conforma los adoquines que para esta investigación están elaborados con agregados gruesos, arena, cemento portland tipo I, aditivos plastificantes y agua.

### Muestra:

Para la presente investigación se elaboró 03 muestras patrón con relación a/c al 0.25, 0.30 y 0.35 para las diferentes relaciones a/c se consideró el huso del agregado grueso de 3/8" y 1/2" y se elaboraron 04 diseños más para cada patrón con incorporación del 0.5 % de aditivos plastificantes de la marca Sika Cem Plastificante y Z - IR como se ejemplifica en la tabla N° II:

**Tabla II:** Muestras

DISEÑOS	A/C	ARIDO GRUESO	HUSO	% DE VACÍOS	ARIDO FINO %	ADITIVO %
<b>Patrón 01</b>		3/8"	7			--
<b>(0.25)</b>		1/2"	67			--
<b>M 1</b>	0.25	3/8"	7	15	10	Z - IR, 0.5%
<b>M 2</b>		3/8"	7			Sika Cem Plastificante, 0.5%
<b>M 3</b>		1/2"	67			Z - IR, 0.5%
<b>M 4</b>		1/2"	67			Sika Cem Plastificante, 0.5%
<b>Patrón 02</b>		3/8"	7			--
<b>(0.30)</b>		1/2"	67			--
<b>M 5</b>	0.3	3/8"	7	15	10	Sika Cem Plastificante, 0.5%
<b>M 6</b>		3/8"	7			Z - IR, 0.5%
<b>M 7</b>		1/2"	67			Z - IR, 0.5%
<b>M 8</b>		1/2"	67			Sika Cem Plastificante, 0.5%
<b>Patrón 03</b>		3/8"	7			--
<b>(0.35)</b>		1/2"	67			--
<b>M 10</b>	0.35	3/8"	7	15	10	Sika Cem Plastificante, 0.5%
<b>M 11</b>		3/8"	7			Z - IR, 0.5%
<b>M 9</b>		1/2"	67			Z - IR, 0.5%
<b>M 12</b>		1/2"	67			Sika Cem Plastificante, 0.5%

Para ensayar las 15 muestras se elaboraron 03 adoquines en los que se utilizó áridos de 1/2" y 3/8" para ser ensayados a 7, 14 y 28 días siendo un total de 135 adoquines de 8\*10\*20 cm para el ensayo de RC, para el ensayo de RF se elaboraron 02 adoquines para ser ensayados a 7 y 28 días siendo un total de 60 adoquines, para el ensayo de P se elaboró 01 probeta por las 12 muestras que contienen aditivo para ser ensayada a 28 días siendo un total de 12 probetas de 4" \* 8" y para el ensayo de D y %P se elaboró 01 probeta también por las 12 muestras que contienen aditivo para ser ensayada a 28 días siendo un total de 12 probetas de 4" \* 8"; lo cual hace un total de 219 unidades de especímenes.

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

### **Técnica**

Se analizó información recopilada de fuentes indexadas como Scopus, Scielo, Dialnet, SienceDirect, Latindex, ResearchGate y scholar.google.es. Se empleó la técnica observación de datos de las pruebas en laboratorio de manera directa usando la instrumentación y los formatos en los que se plasmó los resultados del proceso de investigación. Para dar confiabilidad se tuvo en cuenta las pautas de la ASTM, NTP y la ACI 522R-10.

### **Instrumentos de Recolección de Datos**

Se analizó los artículos y tesis recopiladas de las bases de datos, también se utilizaron formatos para ensayos en laboratorio, teniendo en cuenta las normativas se realizó:

#### **a) Ensayos de los Agregados:**

- Muestreo de los Materiales: ASTM D75 y la NTP 400.010
- Análisis Granulométrico de Áridos: ASTM C-136 y la NTP 400.012

- Peso Específico y Absorción de Áridos: ASTM C127, ASTM C566 y la NTP 400.022, NTP 400.021
- Peso Volumétrico Unitario de Áridos: ASTM C29 y la NTP 400.017
- Contenido de Humedad de Áridos: ASTM C535 y la NTP 339.185

#### **b) Ensayos del Concreto en Estado Fresco**

- Revenimiento (slump): N.T.P. 339.035 / ASTM C-143
- Elaboración y Curado de Especímenes de Concreto Permeable.

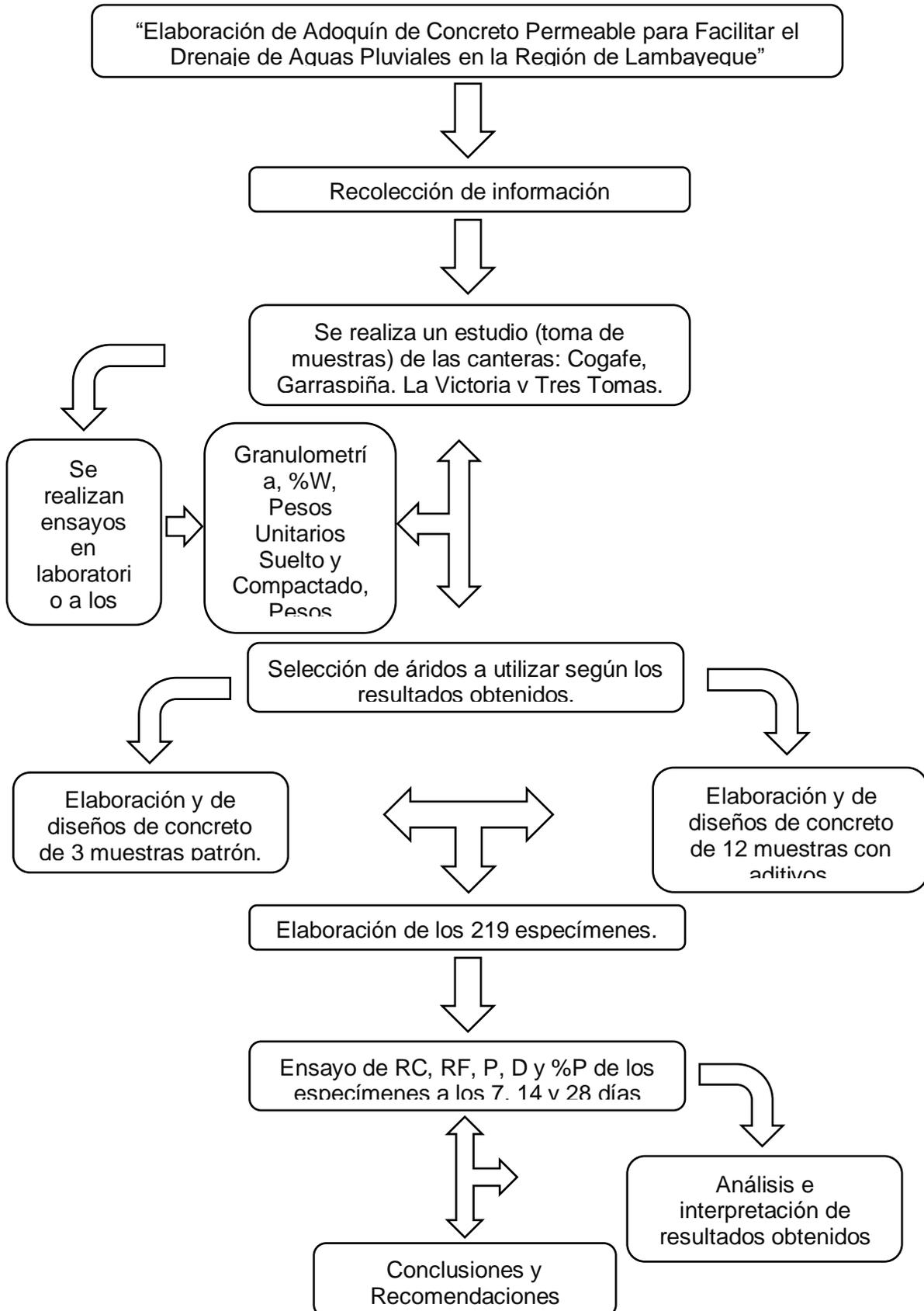
#### **c) Ensayos del Concreto en Estado Endurecido (Adoquines y probetas)**

- RC: N.T.P. 339.034.2015 / ASTM C-39
- RF: N.T.P. 339.078.2012 / ASTM C-78
- D y %P: N.T.P. 339.238 / ASTM C1754
- P: ACI-522R-10

#### **Instrumento de Medición**

- Formatos de medición de datos en laboratorio.
- Instrumentos para ensayos.

**Fig. 3:** Diagrama de Procedimiento del Proyecto



## 2.3. Procedimiento de análisis de datos

### Recolección y Características de los agregados

Se realizó un estudio en las canteras de la zona de Lambayeque, para analizar la calidad de los agregados in situ y en laboratorio mediante varios ensayos basados en la NTP y en la ASTM; lo que permitió definir que agregados serían utilizados en esta tesis para la producción de adoquines de concreto permeable.

#### a) Muestreo de los Materiales: ASTM D75 y la NTP 400.010

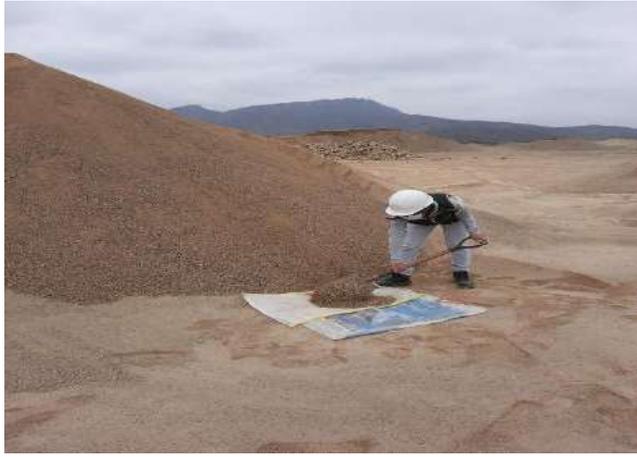
**Equipos:** Pala, sacos

#### **Procedimiento:**

Se obtiene agregado de las canteras “Tres Tomas”, “La Victoria”, “Garraspiña” y “Cogafe”.



**Fig. 4:** Áridos de la Cantera Tres Tomas: A.G. 3/8”



**Fig. 5:** Áridos de la Cantera Tres Tomas: A.F. Arena



**Fig. 6:** Áridos de la Cantera Tres Tomas: A.G. ½”



**Fig. 7:** Áridos de la Cantera La Victoria: A.G. ½”



**Fig. 8:** Áridos de la Cantera La Victoria: A.F. Arena



**Fig. 9:** Áridos de la Cantera Garraspiña: A.G. ½"



**Fig. 10:** Áridos de la Cantera Garraspiña: A.G. 3/8"



**Fig. 11:** Áridos de la Cantera Garraspiña: A.F. Arena



**Fig. 12:** Áridos de la Cantera Gogafe: A.G. 1/4"



**Fig. 13:** Áridos de la Cantera Gogafe: A.F. Arena Zarandeada

Se selecciona un conjunto de muestra de árido fino no menos de 10 kg. y de árido grueso no menos de 15 kg. Se ubica sobre un plano limpio, para luego ser depositada en un saco.

**b) Ensayo de Granulometría del Agregado Grueso: ASTM C-136 y la NTP 400.012**

**Equipos:** Balanza graduada, tamices para agregado fino y agregado grueso, cucharón, bandejas.

**Procedimiento:**

Para iniciar se efectúa el muestreo y cuarteo del agregado, debe estar seca la muestra, para eso se seca al sol en un lapso de 12 horas, luego se pesa y se coloca en los tamices.

**Tabla III: : Cantidad mínima de modelo del árido grueso o global**

<b>TAMAÑO MÁX. DEL</b>	<b>CANTIDAD MINI. DE</b>
<b>MODELO DEL ARIDO</b>	<b>ENSAYO KG. (LB)</b>
12.50 mm (1/2")	1.0 (2)
9.50 mm (3/8")	2.0 (4)
19.0 mm (3/4")	5.0 (11)
25.0 mm (1")	10.0 (22)
37.50 mm (1 1/2")	15.0 (33)
50.0 mm (2")	20.0 (44)
63.0 mm (2 1/2")	35.0 (77)
75.0 mm (3")	60.0 (130)
90.0 mm (3 1/2")	100.0 (220)
100.0 mm (4")	150.0 (330)

Se selecciona los tamices apropiados para desempeñar las especificaciones técnicas (3/4", 1/2", 3/8", #4, #8, #16, #30, #50, #100, #200). Se realiza el tamizado de manera

manual. Finalmente, del proceso se pesa el agregado retenido en cada criba. Y se toma nota de los resultados obtenidos.



**Fig. 14:** Cuarteado del material en los tamices



**Fig. 15:** Colocado del material en los tamices

**c) Peso Específico y Absorción del Árido Fino: ASTM C 127 y la NTP 400.022**

**Equipos:** Balanza graduada, picnómetro, molde cónico, apisonador de metal, horno.

**Procedimiento:**

Se toma una muestra de árido fino de unos 500 gramos que pasa por la criba N° 4 y queda retenido en la criba N° 200 y se la deja saturar por 24 horas. Luego se

elimina la demasía de agua, se pone el árido húmedo en una fuente y se lo expone al sol para que disipe humedad, moviéndolo frecuentemente para que se seque de manera uniforme y no se pase del estado de saturación superficial seca, que se verifica con la prueba del cono. Se puso el árido en 3 partes hasta exceder el cono metálico dando 25 golpes en cada capa. Se redunda el proceso y se obtiene lo siguiente: La humedad es más alta de la correspondiente si tiene forma troncocónica, y si tiene forma cónica, la humedad es la correcta.

Cuando el material está en el momento de saturación superficial seca, se toma una muestra de 500 gr. y se introduce en el picnómetro. Se colma el recipiente con agua hasta cerca de los 500 ml y se agita para excluir las posibles burbujas. Prontamente se registra el peso del conjunto. Después se extrae el árido fino del picnómetro y se traslada al horno a 100°C hasta que su peso no varíe más y se registra el peso final.



**Fig. 16:** Saturando agregado fino



**Fig. 17:** Ensayando en el cono metálico

**Peso Específico:**

$$P_e = \frac{w_0}{(v-v_a)} \quad \dots \text{Ecuación 1}$$

**Peso específico de la masa saturada de superficie seca:**

$$P_e = \frac{500}{(v-v_a)} \quad \dots \text{Ecuación 2}$$

**Peso específico aparente (Pea)**

$$P_{ea} = \frac{w_0}{(v-v_a)-(500-w_0)} \quad \dots \text{Ecuación 3}$$

**Absorción (Ab)**

$$Ab = \left( \frac{500-w_0}{w_0} \right) * 100 \quad \dots \text{Ecuación 4}$$

Donde:

$w_0$  = Es el peso de la muestra seca al aire (gr)

V = Volumen del frasco

$v_a$  = Es el peso del agua añadida al frasco.

**d) Peso Específico y Absorción del Árido Grueso: ASTM C 127 y la NTP 400.021**

**Equipos:** Balanza con aproximación al 0.1gr, canasta de red de alambre: Con tamaño del tamiz N° 6 o menor, depósito con agua y un conector para suspenderla de la balanza, tamices (N° 4) y de acuerdo con la N.T.P. 350.001, taras, cuchara, paños, horno  $110 \pm 5^\circ\text{C}$ .

**Procedimiento para peso específico y absorción del agregado grueso:**

Después de obtener un espécimen representativo según la NTP 400.010, se usa la técnica de cuarteo manual para comprimir el espécimen a una cantidad mín., que depende del tipo de árido grueso, según la Tabla. N°IV.

**Tabla IV:** Cantidad mínima de modelo de ensayo.

<b>Tamaño máx. del modelo de áridos.</b>	<b>Cantidad mín. del modelo de áridos para ensayo kg (lb)</b>
12.50 mm (1/2") o menos	2.0 (4.4)
19.0 mm (3/4")	3.0 (6.6)
25.0 mm (1")	4.0 (8.8)
37.50 mm (1 1/2")	5.0 (11)
50.0 mm (2")	8.0 (18)
63.0 mm (2 1/2")	12.0 (26)
75.0 mm (3")	18.0 (40)
90.0 mm (3 1/2")	25.0 (55)
100.0 mm (4")	40.0 (88)
100.0 mm (4 1/2")	50.0 (110)
125.0 mm (5")	75.0 (165)
150.0 mm (6")	125.0 (276)

Se lava bien el agregado para quitar el polvo o material que se pegue a sus superficies y se lo deja en agua por 24 horas. Después de ese tiempo se seca el material por fuera con un paño, así se puede lograr el peso de un espécimen saturado pero seca en la superficie. Se pesa el espécimen, luego se pone y se sumerge en la canastilla de alambre para saber el peso sumergido en el agua totalmente, conectando la canastilla a la balanza. El espécimen se seca en el horno entre 100°C y 110°C hasta que logre tener una masa constante. Inmediatamente se deja enfriar hasta que llegue a la T° ambiente y se pesa de nuevo. Una vez terminado se hacen los cálculos para hallar la densidad específica y la absorción del árido.



**Fig. 18:** Lavando agregado grueso



**Fig. 19:** sumergiendo canastilla

**Peso Específico:**

$$P_{em} = \frac{A}{(B-C)} * 100 \dots \text{Ecuación 5}$$

Donde:

A = Es el peso del modelo seco al aire (gr)

B = Es el peso del modelo superficialmente saturado seca al aire (gr)

C = Es el peso del modelo saturado en el agua.

### **Peso específico de la masa saturada con superficie seca (PeSSS)**

$$P_{eSSS} = \frac{B}{(B-C)} * 100 \dots \text{Ecuación 6}$$

### **Peso específico aparente (Pea)**

$$P_{ea} = \frac{A}{(A-C)} * 100 \dots \text{Ecuación 7}$$

### **Absorción (Ab)**

$$A_b(\%) = \frac{(B-A)}{A} * 100 \dots \text{Ecuación 8}$$

#### **e) Peso Unitario y Porcentaje de vacíos de los agregados: NTP 400.017**

**Equipos:** Balanza con aproximación al 0.1gr, varilla compactadora de acero, recipiente cilíndrico metálico, cucharón.

#### **Procedimiento para determinar el peso unitario suelto:**

Primero se anota el peso y volumen del molde. Se registra el peso y el volumen del molde. Después se echa el material al molde, atendiendo que la distancia de caída no sea más de 5 cm sobre la orilla superior del molde. Se nivela el material con la varilla y se lleva a pesar el molde más el material.

#### **Procedimiento para determinar el peso unitario compactado:**

Se registra el peso y el volumen del molde. Después se rellena el molde en tres partes, compactando cada capa con 25 golpes de la varilla de acero. Se nivela el material con la varilla y se pesa el molde más el material.

f) **Contenido de humedad: NTP 339.185**

**Equipos:** Balanza con aproximación al 0.1gr, recipientes metálicos, horno de 110°C ± 5°C.

**Procedimiento:**

Después de obtener un modelo representativo según la NTP 400.010, se usa el procedimiento de cuarteo manual para reducir la modelo a una cantidad mínima, que depende del tipo de árido grueso, según la Tabla N° V. Se registra el peso de la tara vacía, luego se pone la modelo en la tara y se registra el peso de la tara más la muestra. Se lleva la tara con la modelo al horno a una T° de 110°C por 24 horas.

**Tabla V:** Cantidad de la muestra de áridos para %W.

<b>Tamaño máx. de las muestras del áridos.</b>	<b>Cantidad mín. de la muestra de áridos para pruebas kg</b>
4.75 (N°4)	0.5
9.5 mm (3/8")	1.5
12.50 mm (1/2")	2.0
19.0 mm (3/4")	3.0
25.0 mm (1")	4.0
37.50 mm (1 1/2")	6.0
50.0 mm (2")	8.0
63.0 mm (2 1/2")	10.0
75.0 mm (3")	13.0
90.0 mm (3 1/2")	16.0
100.0 mm (4")	25.0
150.0 mm (6")	50.0

Datos obtenidos de Norma Técnica Peruana NTP 339.185:2002

Se retira la tara con el árido del horno y pesa para luego desarrollar cálculos y conseguir el %W:

$$P = \left( \frac{W-D}{D} \right) * 100\% \dots \text{Ecuación 9}$$

P: %W en porcentaje.

W: Masa del modelo húmedo en gramos.

D: Masa del modelo seco en gramos.



**Fig. 20:** Pesando agregados



**Fig. 21:** Colocando agregados al horno por 24 horas

## Elaboración de Probetas

Se siguió el diseño de las mezclas de acuerdo al proceso establecido en ACI 522R-10, la que indica los rangos de las características que debe tener la composición de un concreto poroso.

**Tabla VI:** Consideraciones para el Diseño

Material	Rango
Material cementante, kg cm <sup>3</sup>	270 a 415
Áridos, kg/cm	1190 a 1480
Relación a-c, en peso	0.26 a 0.45
Relación árido grueso-cemento, en peso	4 a 4.1:1
Relación áridos fino y grueso, en peso	0 a 1:1

Como se muestra en la Tabla VII son 03 diseños de muestra patrón con árido de 3/8" y 1/2", más 12 diseños de mezclas a la que se adiciono aditivos plastificantes, teniendo en cuenta el tipo de árido, la relación a/c y el %P; la cantidad de valores a analizar, la cual se estimó de acuerdo a la confiabilidad requerida.

**Tabla VII:** Diseños de Muestras Patrón y Relación A/C

DISEÑOS	A/C	AGREGA DO GRUESO	HUSO	% DE VACÍOS	AGREGA DO FINO %	ADITIVO %
<b>Patrón 01</b>		3/8"	7			--
<b>(0.25)</b>		1/2"	67			--
<b>M 1</b>	0.25	3/8"	7	15	10	Z - IR, 0.5%
<b>M 2</b>		3/8"	7			Sika Cem Plastificante, 0.5%
<b>M 3</b>		1/2"	67			Z - IR, 0.5%
<b>M 4</b>		1/2"	677			Sika Cem Plastificante, 0.5%
<b>Patrón 02</b>		3/8"	7			--
<b>(0.30)</b>		1/2"	67			--
<b>M 5</b>	0.3	3/8"	7	15	10	Sika Cem Plastificante, 0.5%
<b>M 6</b>		3/8"	7			Z - IR, 0.5%
<b>M 7</b>		1/2"	67			Z - IR, 0.5%
<b>M 8</b>		1/2"	67			Sika Cem Plastificante, 0.5%
<b>Patrón 03</b>		3/8"	7			--
<b>(0.35)</b>		1/2"	67			--
<b>M 10</b>	0.35	3/8"	7	15	10	Sika Cem Plastificante, 0.5%
<b>M 11</b>		3/8"	7			Z - IR, 0.5%

<b>M 9</b>	1/2"	67	Z - IR, 0.5%
<b>M 12</b>	1/2"	67	Sika Cem Plastificante, 0.5%

Para analizar las desemejantes mezclas de concreto permeable se elaboraron especímenes cilíndricos de concreto, mediante compactado utilizando áridos de 3/8" y 1/2". Se uso moldes de PVC, acero, hierro o madera; se deben apretar los pernos de la base antes de usar los moldes y cuerpo del molde, posteriormente colocar aceite al molde donde se colocará el concreto fresco, para que no se quede el concreto en él. Para compactar se usa el martillo de Proctor modificado de 4.54 kg (10lbm), dando 15 golpes a cada capa de llenado. Los especímenes son colocados y fraguados en posición vertical, con dimensiones estándar de 4 x 8 pulgadas (10 x 20cm) y adoquines de 8 x 10 x 20 cm.; que luego se ensayaron a los 7, 14 y 28 días.

**a) Ensayo de Revenimiento (Cono de Abrams) ASTM C 143 y la NTP 339.035**

Normalmente el revenimiento en concretos porosos es nulo para obtener diseños óptimos; sin embargo, la consistencia por ensayo de slump en investigaciones previas es de 0 o 5 cm (Feijoo Achoa, 2019). Hay que tener en cuenta, que para esta clase de concretos el revenimiento no representa valores significativos en control de calidad de la mezcla.



**Fig. 22:** Ensayo de Slump, vista de llenado del Cono de Abrams



**Fig. 23:** Ensayo de Slump, Cono de Abrams

#### **b) Ensayo de Permeabilidad**

Esta prueba de permeabilidad consta de llenar el permeámetro hasta que se nivele el fluido que pasa por ambos tubos de diámetros diferentes, para ello se prepararon muestras de 10.16 cm de  $\varnothing$  y 12 a 15 cm de alto.

Las muestras son colocadas en el permeámetro de carga constante y se utilizó una membrana plástica para evitar que tenga fugas de agua en la parte que se coloca la muestra

para ensayar. Las dimensiones y diseño del permeámetro están de acuerdo a las consideraciones de investigaciones anteriores para comprobar la permeabilidad del concreto poroso. Las muestras se colocaron en un tubo pvc de 4" diámetro, las uniones y accesorios se colocaron y sellaron con pegamento para tubería pvc con la finalidad de evitar pérdidas de agua.

Luego se coloca la muestra a ensayar y se asegura con jebe y abrazaderas para evitar fugas, luego cerramos la válvula de paso y colocamos sobre la muestra a ensayar agua (cabeza de agua inicial), luego abrir la válvula de paso y medir el tiempo que demora para vaciarse el fluido (cabeza de agua final); y se toma el tiempo que demora en descargar el agua.

Según la ley de Darcy, el caudal en un espécimen poroso se proporciona con la diferencia de la presión, se expresa con una cabeza de agua en dos puntos. El coeficiente de permeabilidad  $K$  (mm/ s) con la presión de la unidad y el tiempo de la unidad cuando se aplica presión estática, se muestra en la ecuación:

$$K = Q * \frac{l}{A} * h \quad \dots \text{Ecuación 10}$$

Donde

**Q:** Es el caudal que pasa en el modelo

**l:** Es el espesor del espécimen

**A:** Es el área de la sección transversal del modelo

**h:** Es la caída en la cabeza hidráulica que pasa en el modelo:

$$K = Q * \frac{l}{A} * h \quad \dots \text{Ecuación 11}$$

Donde

**Q:** Es el caudal que pasa en el modelo

**l:** Es el espesor del espécimen

**A:** Es el área de la sección transversal del modelo

**h:** Es la caída en la cabeza hidráulica que pasa en el modelo.



**Fig. 24:** Ensayo de P

### c) Ensayo de Resistencia a compresión - RC

El ensayo de la RC estándar, se realiza especímenes de  $\varnothing$  de 10 cm y h de 20 cm, a los 7, 14 y 28 días de acuerdo a los procedimientos establecido en la ASTM C39.

**Equipos y Herramientas:** Vernier y Prensa Hidráulica Digital

## Procedimiento

Para realizar el ensayo, se deben sacar los adoquines del recipiente de curado, dependiendo el día de ensayo 7, 14 o 28.

Se coloca en la plataforma de la máquina de ensayo los bloques de carga, para luego colocar el adoquín con cuidadosamente alineado con las cargas. Se verifica que el indicador de carga se halle en cero para luego activarla hasta alcanzar la capacidad de resistencia última del adoquín.

El cálculo de la RC se da con la siguiente ecuación:

$$R=P/A \dots \text{Ecuación 12}$$

Donde:

R: Esfuerzo a compresión kg/cm<sup>2</sup>.

P: Máx. carga aplicada en kg.

A: Área del espécimen ensayado en cm<sup>2</sup>.



**Fig. 25:** Prensa Hidráulica Ensayo de RC



**Fig. 26:** Ensayo de RC

#### **d) Ensayo de Resistencia a flexión - RF**

Este ensayo se aplica para evaluar la RF de las muestras elaboradas y curadas conforme a la NTP 339.078. Los resultados se determinan y reportan como el módulo de rotura. La  $f_c$  que se logra cambia si hay diferencias en el tamaño de la muestra por su elaboración, las condiciones de humedad o el molde y el corte al tamaño requerido.

**Equipos y Herramientas:** Prensa Hidráulica Digital y vernier

**Procedimiento:**

Para realizar el ensayo, se deben sacar las vigas del estanque de curado, dependiendo el día de prueba a 7, 14 o 28. Se deja escurrir los adoquines de 5 horas a un día aprox.

Al colocar la viga se debe medir del extremo hacia su eje y traza una línea recta paralela a su ancho 15 cm, marcar ya que la línea debe de coincidir con la posición de la carga. Realizar lo mismo en el otro extremo.

Al colocarla en prensa hidráulica se procura que los extremos de la viga se apoyen en una distancia de 2.5 cm o mayor con relación a los trazos de apoyo. Las líneas de ejes deben estar alineadas con la carga. Se usa la carga continua y uniformemente, hasta que la fractura llegue a un tiempo superior o igual a 300 seg.

Tomar nota de la máxima carga (P) en kg. Luego del ensayo, se mide el alto y ancho de las caras de la viga y se calcula el promedio de ambas que se aplicara en la fórmula:

$$MR = \text{Carga} \times \text{Longitud de Separación en Apoyos} / (\text{Ancho} \times \text{Alto}^2) \dots \text{Ecuación 13}$$

**Donde:**

**MR:** Es el módulo de rotura (kg/cm<sup>2</sup>)

**Carga:** (kg)

**La long. de separación en apoyos:** (cm)

**Ancho:** El promedio de los a de la viga (cm)

**Alto:** El medio de las h de la viga (cm)



**Fig. 27:** Ensayo de RF



**Fig. 28:** Vista de prensa ensayo de Flexion de un adquin

### e) Ensayo de Densidad y % de Poros o Vacíos

Con este ensayo se puede obtener D y el %P que presenta cada adoquín de concreto permeable después de los 28 días de ser curado.

**Equipos y Herramientas:** Balanza, vernier, termómetro, recipiente con agua (balde), horno y mazo de goma

#### **Procedimiento**

Se prepara un espécimen de forma cilíndrica con un  $\varnothing$  de 10 cm (4"). La hmáx de la probeta debe ser 30cm, de no ser así se cortar con amoladora de ser necesario para obtener una altura menor o igual a esta. Se usa una escobilla de metal para quitar las arenas sueltas sin mucho esfuerzo para no desprender partículas del concreto. Se mide la longitud promedio con el Vernier con un acercamiento de 0.25mm y se registra como L. Se promedia la medida de dos  $\varnothing$  perpendiculares para lograr el  $\varnothing$  promedio y se registra como D. Método de Secado A: Se coloca el modelo en el horno durante 23 a 25 horas a una T° de 35 a 41 grados, saque del horno y se enfría de 1 a 3 horas para alcanzar la masa. El procedimiento se repite hasta lograr diferencias entre masas menor a 0.5% y se registra esta masa como A. Método de Secado B: Se pone el modelo en el horno de 23 a 25 horas a una T° de 105 a 115 grados, se retira del horno y se enfría de 1 a 3 horas para obtener la masa. Se vuelve a poner el modelo al horno por 2 horas y se repite este paso hasta que la diferencia entre masas sea menor a 0.5% y se registra esta masa como A. Se anega el modelo en el recipiente con agua, de 25 a 35 min. esperando que se asiente de forma vertical. Se sacude con el mazo de goma 10 veces circulando el espécimen para cubrir toda su área con el fin de quitarle el aire atrapado. Se invierte el modelo para establecer la masa sumergida y se registra este valor como B. Se registra la T° del agua donde se sumergió el modelo para obtener D. Se realiza el cálculo de D y %P.



Fig. 29: Ensayo de de D y %P – Especímenes a ensayar



Fig. 30: Ensayo de D y %P, Peso de espécimen sumergido

## **2.4. Criterios éticos**

Se da el crédito a los autores, por sus estudios ya que son una gran ayuda para el análisis y desarrollo de esta investigación además de ser una gran fuente de conocimientos para otros proyectos.

Se recopiló información de bases teóricas indexadas, actualizadas y normadas, que sirvieron de guía para el tema en estudio.

### **Criterios de rigor científico**

Para los estudios de la metodología de investigación se analizaron temas relacionados con la instrumentación, el trabajo de campo, análisis, muestreos teóricos, la selección teórica y la moralidad del investigador; tratando de dar validez, confiabilidad, objetividad y credibilidad a los conceptos.

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 Resultados

Referente al primer objetivo analizar las propiedades físicas y mecánicas de los Agregados fino 10% y grueso 3/8" y 1/2": Del estudio de canteras realizado (Ver Anexos de Estudio de Canteras), se eligió los materiales de la cantera Tres Tomas.

**Tabla VIII:** Características de los Agregados

	A. FINO	A. GRUESO	A. GRUESO	UNIDADES
PEM	2.63	2.56	2.671	gr/cm <sup>3</sup>
PUSS	1683	1449	1420	kg/m <sup>3</sup>
PUCS	1933	1645	1670	kg/m <sup>3</sup>
%W	0.83	0.15	0.75	%
%A	0.85	0.85	0.52	%
TMN	-	1/2"	3/8"	
MF	3	-	-	

**Nota:** En la tabla VIII se aprecia los resultados de los ensayos ejecutados según Norma Técnica Peruana. Los ensayos de PEM= Peso Específico de la Masa, PUSS= Peso Unitario Seco Suelto, PUCS=Peso Unitario Seco Compactado, %W= Porcentaje de Humedad, %A= de Absorción, TM=Tamaño máximo nominal del árido, MF=Modulo de fineza; tanto del árido grueso de 1/2" y 3/8" y del árido fino.

Referente al segundo objetivo analizar las propiedades físicas y mecánicas de los Agregados fino 10% y grueso 3/8" y 1/2" con una relación de a/c al 0.25, 0.30 y 0.35 como muestra patrón:

**Tabla IX:** Resistencia a la Compresión Muestras Patrón a-c 0.25, 0.30 y 0.35

	AG.	MUESTRA	A-C 0.25, 0.30 Y 0.35		
			7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
Patrón	3/8"	P1	50.9	58.69	74.19
	1/2"		53.46	63.97	98
Patrón	3/8"	P2	76.84	89.77	110.94
	1/2"		79.95	91.5	101.53
Patrón	3/8"	P3	79.54	92.72	132.45

<b>1/2"</b>	65.52	135.94	172.87
-------------	-------	--------	--------

**Nota:** En la tabla IX se aprecia los resultados de las pruebas de compresión ejecutados según N.T.P. 339.034.2015 / ASTM C-39 y en la tabla X se aprecia los resultados de las pruebas de flexión realizados a los adoquines patrón con las 3 relaciones de a/c utilizadas.

**Tabla X: Resistencia a la Flexión A/C 0.25, 0.30 y 0.35**

	AG.	MUESTRA	A-C 0.25, 0.30 Y 0.35	
			7 DIAS	28 DIAS
Patrón	3/8"	P1	1.2	1.93
	1/2"		1.25	1.84
Patrón	3/8"	P2	1.83	7.43
	1/2"		3.81	8.13
Patrón	3/8"	P3	9.8	13.51
	1/2"		10.47	12.62

**Referente al tercer objetivo: Analizar las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines de concreto permeable con agregados fino 10% y grueso de 3/8" y 1/2", con una relación de a/c al 0.25, 0.30 y 0.35 (incorporando aditivo plastificante en 0.5 % de las marcas Sika Cem Plastificante y Z – IR.**

**Tabla XI: Resistencia a la Compresión a-c 0.25**

Aditivo	AG.	MUESTRA	A-C 0.25		
			7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
a-c + Sika Cem Plastificante a 0.5%	3/8"	M2	62.2	100.13	135.55
	1/2"	M4	69.83	127.59	136.25
a-c + Z - IR a 0.5%	3/8"	M1	57.53	94.46	115.21
	1/2"	M3	----	----	----

**Nota:** En la tabla XI se aprecia los resultados de los ensayos de compresión ejecutados según N.T.P. 339.034.2015 / ASTM C-39 a los adoquines con la relación de a/c 0.25 agregando dos tipos de aditivos; del cual considerando la mayor resistencia se aprecia la M4.

**Tabla XII: Resistencia a la Compresión A/C 0.30**

Aditivo	AG.	MUESTRA	A-C 0.30		
			7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
a-c + Sika Cem	3/8"	M5	64.27	114.02	126.04
Plastificante a 0.5%	1/2"	M8	90.75	120.29	141.16
a-c + Z - IR a 0.5%	3/8"	M6	66.36	127.55	140.68
	1/2"	M7	91.16	125.57	134.34

**Nota:** En la tabla XII se aprecia los resultados de los ensayos de compresión ejecutados según N.T.P. 339.034.2015 / ASTM C-39 a los adoquines con la relación de a/c 0.30 agregando dos tipos de aditivos; del cual considerando la mayor resistencia se aprecia la M6.

**Tabla XIII: Resistencia a la Compresión A/C 0.35**

Aditivo	AG.	MUESTRA	A-C 0.35		
			7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
A-C + SIKA CEM	3/8"	M10	64.79	140	153.14
PLASTIFICANTE A 0.5%	1/2"	M12	91.71	148.13	177.33
A-C + Z - IR A 0.5%	3/8"	M11	78.35	148.19	161.27
	1/2"	M9	75.62	147.21	178.88

**Nota:** En la tabla XIII se aprecia los resultados de los ensayos de compresión ejecutados según N.T.P. 339.034.2015 / ASTM C-39 a los adoquines con la relación de a/c 0.35 agregando dos tipos de aditivos; del cual considerando la mayor resistencia se aprecia la M9. Se observa entonces que mayor resistencia presenta el adoquín elaborado con AG: 1/2" y aditivo Z-IR.

**Tabla XIV: Resistencia a la Flexión A/C 0.25**

Aditivo	AG.	MUESTRA	A-C 0.25	
			7 DIAS	28 DIAS
a-c + Sika Cem	3/8"	M2	0.74	1.39
Plastificante a 0.5%	1/2"	M4	1.83	3.57
a-c + Z - IR a 0.5%	3/8"	M1	1.16	2.15
	1/2"	M3	----	----

**Nota:** En la tabla XIV se aprecia los resultados de los ensayos de flexión ejecutados según N.T.P. 339.078.2012 / ASTM C-78 a los adoquines patrón con la relación de a/c 0.25 agregando dos tipos de aditivos; del cual considerando la mayor resistencia se aprecia la M4.

**Tabla XV: Resistencia a la Flexión A/C 0.30**

Aditivo	AG.	MUESTRA	A-C 0.30	
			7 DIAS	28 DIAS
a-c + Sika Cem	3/8"	M5	2.08	6.3
Plastificante a 0.5%	1/2"	M8	4.75	8.23
a-c + Z - IR a 0.5%	3/8"	M6	5.48	7.23
	1/2"	M7	7.79	8.21

**Nota:** En la tabla XV se aprecia los resultados de los ensayos de flexión ejecutados según N.T.P. 339.078.2012 / ASTM C-78 a los adoquines patrón con la relación de a/c 0.30 agregando dos tipos de aditivos; del cual considerando la mayor resistencia se aprecia la M7.

**Tabla XVI: Resistencia a la Flexión A/C 0.35**

Aditivo	AG.	MUESTRA	A-C 0.35	
			7 DIAS	28 DIAS
a-c + Sika Cem	3/8"	M10	9.88	13.99
Plastificante a 0.5%	1/2"	M12	6.64	8.17
a-c + Z - IR a 0.5%	3/8"	M11	12.46	18.36
	1/2"	M9	5.59	7.18

**Nota:** En la tabla XVI se aprecia los resultados de los ensayos de flexión ejecutados según N.T.P. 339.078.2012 / ASTM C-78 a los adoquines patrón con la relación de a/c 0.35 agregando dos tipos de aditivos; del cual considerando la mayor resistencia se aprecia la M11. Se observa entonces que mayor resistencia presenta el adoquín elaborado con AG: 3/8" y aditivo Z-IR.

**Referente al cuarto objetivo: Evaluar la permeabilidad de los adoquines de concreto con agregados fino 10% y grueso de 3/8" y 1/2" con una relación de a/c al 0.25, 0.30 y 0.35 incorporando aditivo plastificante en 0.5 %.**

**Tabla XVII: Permeabilidad A/C 0.25**

Aditivo	AG.	MUESTRA	A-C 0.25
			28 DIAS
a-c + Sika Cem	3/8"	M2	0.0026
Plastificante a 0.5%	1/2"	M4	0.0051
a-c + Z - IR a 0.5%	3/8"	M1	0.00
	1/2"	M3	----

**Nota:** En la tabla XVII se aprecia los resultados de la prueba de P realizado según ACI 522R-10 a probetas cilíndricas con relación de a/c 0.25 agregando dos tipos de aditivos; del cual considerando la mayor permeabilidad se aprecia la M4. Y las muestras 1 y 3 salieron impermeables.

**Tabla XVIII: Permeabilidad A/C 0.30**

Aditivo	AG.	MUESTRA	A-C 0.30
			28 DIAS
a-c + Sika Cem	3/8"	M5	0.0022
Plastificante a 0.5%	1/2"	M8	0.00
a-c + Z - IR a 0.5%	3/8"	M6	0.0018
	1/2"	M7	0.00

**Nota:** En la tabla XVII se aprecia los resultados de la prueba de P realizado según ACI 522R-10 a probetas cilíndricas con relación de a/c 0.30 agregando dos tipos de aditivos; del cual considerando la mayor permeabilidad se aprecia la M5. Y las muestras 8 y 7 salieron impermeables.

**Tabla XIX: Permeabilidad A/C 0.35**

Aditivo	AG.	MUESTRA	A-C 0.35
			28 DIAS
a-c + Sika Cem	3/8"	M10	0.0030
Plastificante a 0.5%	1/2"	M12	0.00
a-c + Z - IR a 0.5%	3/8"	M11	0.0035
	1/2"	M9	0.00

**Nota:** En la tabla XVIII se aprecia los resultados de la prueba de P realizado según ACI 522R-10 a probetas cilíndricas con relación de a/c 0.35 agregando dos tipos de aditivos; del cual considerando la mayor permeabilidad se aprecia la M11. Y las muestras 12 y 9 salieron impermeables. Se observa entonces que mayor permeabilidad presenta probeta elaborada con AG: 1/2" y aditivo Sika Cem Plastificante.

**Tabla XX: D y %P En Concreto Endurecido**

Aditivo	AG.	M	a-c 0.25		M	a-c 0.30		M	a-c 0.35	
			Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	28 Días Vacíos		Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	28 Días Vacíos		Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	28 Días Vacíos
a-c + Sika Cem Plastificante a 0.5%	3/8"	M2	1880	26.27	M5	1955	14.13	M10	1881	19.92
	1/2"	M4	2233	10.58	M8	2384	11.97	M12	2332	13.30
a-c + Z - IR a 0.5%	3/8"	M1	1708	16.44	M6	1975	13.66	M11	1875	19.02
	1/2"	M3	----	----	M7	2418	9.81	M9	2415	14.18

**Nota:** En la tabla XIX se aprecia los resultados del ensayo de densidad y vacíos realizado según N.T.P. 339.238 / ASTM C1754 a probetas cilíndricas con relación de a/c 0.25, 0.30 y 0.35 agregando dos tipos de aditivos. Se observa que la muestra M2 presenta un mayor porcentaje de vacíos pero densidad menor. Y la M7 presenta mayor densidad y menor porcentaje de vacíos.

**Referente al quinto objetivo: Determinar el diseño óptimo para la elaboración de un adoquín de concreto permeable**

Se tomo como optimo diseño a la M4 con los siguientes resultados:

RC: 136.25 kg/cm<sup>2</sup>, RF 3.57 kg/cm<sup>2</sup>, P 0.0051 y una D 2233 kg/m<sup>3</sup> y %P 10.58

### 3.2. Discusiones

**Referente al primer objetivo analizar las propiedades físicas y mecánicas de los Áridos fino 10% y grueso 3/8" y 1/2":** El estudio de canteras demostró que los agregados de la cantera Tres Tomas se ajustan a los parámetros señalados en la norma técnica peruana y la

ASTM C136, sin embargo, Xie,2019 en su investigación utilizó solo agregado grueso de 10 y 20mm resultando con una resistencia de 2 kg/fuerza [14].

**Referente al segundo objetivo: Analizar las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines de concreto permeable con áridos fino 10% y grueso de 3/8" y 1/2", con una relación de a/c al 0.25, 0.30 y 0.35 como muestra patrón:** Los resultados de los ensayos de compresión realizados según N.T.P. 339.034.2015 / ASTM C-39 muestra al patrón 3 con relaciones de a/c 0.35 que presenta mayor resistencia al ser ensayado a los 28 días, como indica también Sandoval, 2019 quien utilizó un relación a/c de 0.34 para su diseño cumpliendo con los parámetros indicados en la ACI 522R-10 [15].

**Referente al tercer objetivo: Analizar las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines de concreto permeable con áridos fino 10% y grueso de 3/8" y 1/2", con una relación de a/c al 0.25, 0.30 y 0.35 (incorporando aditivo plastificante en 0.5 % de las marcas Sika Cem Plastificante y Z – IR.** Las características físicas del concreto fresco y endurecido se ve diferenciado conforme varía la relación a-c, con porcentajes de vacíos 15%, conforme trabajo Amorós Morote y Bendezú Ulloa, 2019 quienes utilizaron porcentaje de vacíos 13 y Aditivo Superplastificante al 1.5% también con agregado fino [8] .

**Referente al cuarto objetivo: Evaluar la permeabilidad de los adoquines de concreto con áridos fino 10% y grueso de 3/8" y 1/2" con una relación de a/c al 0.25, 0.30 y 0.35 incorporando aditivo plastificante en 0.5 %.** Observa la probeta elaborada con AG: 3/8" y aditivo Z-IR obtiene una permeabilidad de 0.035, sin embargo Navarro Vásquez y León Arévalo, 2019 con el mismo tipo de agregado obtuvieron una mejor permeabilidad del concreto [9].

**Referente al quinto objetivo: Determinar el diseño óptimo para la elaboración de un adoquín de concreto permeable.** De los resultados se observa que un óptimo concreto permeable para la elaboración de adoquines la relación A/C más adecuada sería 0.35 con

una gradación de áridos 3/8", 10 % de árido fino, 0.5% de aditivo Z-IR. [15] como lo hizo Sandoval utilizando la relación a/c 0.34, lo que les resulto un concreto poroso factible para ser producido con materiales sostenibles.

## IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 Conclusiones

- Se concluye que las particularidades físicas de la piedra de 3/8" (Huso 7), 1/2" (Huso 67) y la arena proporcionada de la Cantera Tres Tomas, cumplen con los parámetros señalados por la normativa, mientras que el resto de canteras ensayadas no alcanzaban a estar dentro de los límites permitidos. Siendo estos utilizados en la fabricación de los adoquines permeables.
- Se concluye que el diseño de muestra Patrón 3 con relación a-c 0.35, en el que se utilizó agregado grueso 3/8" obtuvo mayor resistencia a la compresión: 132.45 kg/cm<sup>2</sup>, y el Patrón 1 con agregado 1/2" pero relación a/c 0.25 logró una menor resistencia a compresión de 98 kg/cm<sup>2</sup>.
- Se concluye que del diseño de mezclas con relación a-c 0.25 con agregado de 1/2" y aditivo Sika Cemplastificante al 0.5%, la muestra M4 obtuvo mayor resistencia a la compresión: 136.25 kg/cm<sup>2</sup>, pero baja resistencia a flexión 3.57 kg/cm<sup>2</sup>.
- Se concluye que la muestra M4 presenta permeabilidad 0.0051 y una densidad 2233 kg/m<sup>3</sup> y % de vacíos 10.58, tiene mejores características para el tipo de concreto que se está diseñando; mientras que el diseño a-c 0.35 - M12 con resistencia a compresión 177.33 kg/cm<sup>2</sup>, presenta mayor resistencia, pero cero permeabilidad.
- Para lo que se concluye que en una mayor resistencia a la compresión baja la permeabilidad del concreto, el cual es la característica principal para este tipo de concreto; por lo que para un óptimo diseño de concreto permeable se utilizaría árido grueso de 3/8" a una relación a/c entre 0.30 y 0.35, para lograr una adecuada permeabilidad y cumplir según la ACI 522R-10.

## 4.2 Recomendaciones

- Se recomienda el uso de los áridos fino al 10% y grueso de 3/8" por presentar características adecuadas para un diseño de concreto permeable.
- Se recomienda el uso del árido fino al 10% y árido grueso de 3/8" (huso 7) con una relación agua -cemento de 0.35.
- Se recomienda utilizar una relación a/c mayor de 0.30 y menor de 0.40 con agregados bien gradados de un huso 7 para lograr una adecuada resistencia e investigar cual es el % más adecuado de la adición de aditivos para este tipo de concretos.
- Se recomienda para lograr una adecuada permeabilidad, utilizar áridos bien gradados, un % de vacíos entre 13% y 20%.
- Se recomienda el uso del árido fino al 10% y árido grueso de 3/8" (huso 7) con una relación agua -cemento de 0.35 y aditivo Z-IR al 0.5%, y seguir la los parámetros establecidos en a ACI 522R-10.

## REFERENCIAS

- [1] A. Chandra y S. Sekhar, «Interlocking Aperture Concrete Block: An Answer to Permeable Pavement,» *Journal of The Institution of Engineers (India): Series A*, vol. 100, nº 3, 06 Febrero 2019.
- [2] Z. Yan, L. Li, M. Chen, L. Lu, P. Zhao y X. Cheng, «The rheology of a cement paste and the frost resistance of a permeable concrete with an emulsified asphalt modified by a silane coupling agent,» *Ceramics - Silikáty*, vol. 64, nº 2, pp. 125-134, 2020.
- [3] L. Moretti, P. Di Mascio y C. Fusco, «Porous Concrete for Pedestrian Pavements,» *Water*, Octubre 2019.
- [4] Y. Liu, T. Li y H. Peng, «A new structure of permeable pavement for mitigating urban heat island,» *Science of the Total Environment*, vol. DCXXXIV, pp. 1119-1125, 2018.
- [5] T. Bao, Z. Liu, X. Zhang y Y. He, «A drainable water-retaining paver block for runoff reduction and evaporation cooling,» *Journal of Cleaner Production*, nº 228, Abril 2019.
- [6] P. Di Mascio, L. Moretti y A. Capannolo, «Concrete block pavements in urban and local roads: Analysis of stress-strain condition and proposal for a catalogue,» *Journal of Traffic and Transportation Engineering*, 2019.
- [7] S. Chen, Y. Zhao y Y. Bie, «The prediction analysis of properties of recycled aggregate permeable concrete based on back-propagation neural network,» *Journal of Cleaner production*, vol. 276, pp. 1-13, 2020.
- [8] C. E. Amorós Morote y J. C. Bendezú Ulloa, «Diseño de mezcla de concreto permeable para la construcción de la superficie de rodadura de un pavimento de resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>,» Lima, 2019.

- [9] M. F. Navarro Vasquez y J. Leon Arevalo, «Estudio y diseño de Pavimentos Permeables para Estacionamientos de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín,» Tarapoto, 2019.
- [10] H. J. Jimenez Pesante, «Evaluación del Concreto Permeable como una Alternativa Sostenible para el Control de las Aguas Pluviales en la Ciudad de Castilla, Provincia Piura y Departamento de Piura,» Piura, 2019.
- [11] F. O. Chauca Bravo, «Determinación de Dosificación y Propiedades del Concreto Permeable con Propuesta de Uso en el Centro Agropecuario Tingua,» Huaraz, 2019.
- [12] M. A. Antón Juárez, «Diseño de Pavimento de Concreto Permeable como Solución ante Inundaciones...,» Tumbes, 2019.
- [13] R. J. P. Melendez Arrasco y K. d. I. M. De la Fuente Moreno, «Diseño de Adoquines de Concreto Permeable para su uso en Vías de Transito Liviano,» 2019.
- [14] N. Xie, M. Akin y X. Shi, «Permeable concrete pavements: A review of environmental benefits and durability,» *Journal of Cleaner Production*, vol. ccx, pp. 1605-1621, 10 Febrero 2019.
- [15] G. F. B. Sandoval, I. Galobardes, N. Schwantes-Cezario, A. Campos y B. M. Toralles , «Correlation between permeability and porosity for pervious concrete (PC),» *DYNA*, vol. LXXXVI, nº 209, pp. 151-159, 2019.
- [16] N. Zhi-Guang, L. Zhi-Wei y C. Zhen-Zhen, «Stormwater infiltration and surface runoff pollution reduction performance of permeable pavement layers,» *Environmental Science and Pollution Research*, Octubre 2015.
- [17] Siva Rathan, Arjun; Sai V, Aravinda; Sunitha V,; «Mechanical and structural performance evaluation of pervious interlocking paver blocks,» *Construction and Building Materials*, nº 292, 2021.

- [18] J. C. Hurtado Manrique y D. L. Valdivieso Rau, «Plan para la Evacuación de Precipitaciones Pluviales, Utilizando Concreto Permeable en el A.H. Laguna Azul Piura,» Chimbote, 2019.
- [19] T. Alam , A. Mahmoud, K. D. Jones, J. C. Bezares-Cruz y J. Guerrero, «A Comparison of Three Types of Permeable Pavements for Urban Runoff Mitigation in the Semi-Arid South Texas, U.S.A,» *Water*, vol. XI, nº 10, 2019.
- [20] A. Kia, H. S. Wong y C. R. Cheeseman, «High-strength clogging resistant permeable pavement,» *International Journal of Pavement Engineering*, vol. XXII, nº 3, pp. 271-282, 2021.
- [21] J. J. Perez Gordillo, «Influencia de la Granulometría del Agregado Grueso en las Propiedades Mecánicas e Hidráulicas de un Concreto Permeable,» Trujillo, 2017.
- [22] A. M. Morales Espinoza, «Resistencia a la Compresión de un Concreto Permeable vs uno Convencional, Utilizando Agregados de la Cantera Shonguwarqui del Distrito de Chingas, Provincia Antonio Raymondi.,» Huaraz, 2018.
- [23] ACI 522R - 10, «Informe sobre hormigón permeable,» Michigan, 2010.
- [24] D. O. Paredes Garrido, «EVALUACIÓN DE UNA LOSA DE CONCRETO PERMEABLE VACIADA IN SITU, PARA SU APLICACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA,» Cajamarca, 2018.
- [25] J. M. Porras Morales, «Metodología de diseño para concretos permeables y sus respectivas correlaciones de permeabilidad,» Costa Rica, 2017.
- [26] S. S. Ruat y A. Warudkar, «Pervious Concrete Paver Blocks,» *Journal of Advances & Scholarly Researches in Allied Education*, vol. XV, nº 2, Abril 2018.
- [27] K. P. Rodríguez Hita y P. A. Castañeda Reyes, «VARIACIÓN DE LA PERMEABILIDAD DE PAVIMENTOS DRENANTES, ELABORADOS CON GRAVAS DE TMN 1" Y ½",» Colombia, 2018.

- [28] F. A. Riveros Tamariz, «EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO PERMEABLE PARA SU APLICACIÓN EN PAVIMENTOS URBANOS, FABRICADO CON AGREGADOS DE PIEDRA CHANCADA DE LA CANTERA DE TACLÁN, PROVINCIA DE HUARAZ»,» Ancash, 2019.
- [29] M. F. Guaman Zambrano, «Propuesta de un Pavimento de Concreto Permeable para estacionamientos en Zonas Urbanas, que evite el Estancamiento de Aguas Pluviales,» Machala, 2019.
- [30] J. R. Baltazar Pozuelos, «Aplicación de normas ASTM para pruebas al concreto en estado fresco para obtener una certificación ACI (Concrete Field Testing Technician) Grado 1 a nivel internacional,» Guatemala, 2011.
- [31] N. I. Rodas Ralda, «Desarrollo y Uso de Bloques de Concreto Permeable en Senderos Ecológicos,» Guatemala, 2012.
- [32] J. A. Collantes Delgado y D. A. Eslava Urbina, «Influencia del Agregado Reciclado Sobre la Compresión, Abrasión, Asentamiento y Permeabilidad en el Concreto Permeable no Estructural,» Trujillo, 2018.
- [33] A. J. Bautista Pereda, «Diseño de Pavimento Rígido Permeable para la Evacuación de Agua Pluviales Según la Norma ACI 522R-10,» Lima, 2018.
- [34] M. A. Príncipe Ramos, «Comportamiento del Concreto Permeable con 20% de Vacíos Utilizando Agregado Grueso de Tres Canteras,» Huaraz, 2018.
- [35] R. Hernández-Sampieri y C. Mendoza, Metodología de la Investigación. Las Rutas Cuantitativa, Cualitativa y Mixta, Ciudad de México: McGraw-Hill Interamericana Editores, 2018, p. 753.
- [36] J. L. Zegarra Tarqui, J. Santos de Brito y M. De Fátima Carvalho, «Esguerrimiento en pavimentos de bloques de suelo-cemento: un abordaje experimental,» *Ingeniería Investigación y Tecnología*, vol. XVI, nº 1, pp. 35-47, Marzo 2015.

- [37] L. M. Velez, «Permeabilidad y Porosidad en Concreto,» *Revista Tecno Lógicas*, nº 25, Diciembre 2010.
- [38] P. Starke, P. Gobel y W. G. Coldewey, «Urban evaporation rates for water-permeable pavements,» *Water Science & Technology*, 2010.
- [39] M. F. Serrano Guzmán y D. D. Pérez Ruiz, «Análisis de sensibilidad para estimar el módulo de elasticidad estático del concreto,» *Concreto y cemento. Investigación y desarrollo*, vol. II, nº 1, pp. 17-30, Julio 2010.
- [40] J. Porras, «Metodología de diseño para concretos permeables y sus respectivas correlaciones de permeabilidad,» Costa Rica, 2017.
- [41] P. Nichols, T. Lucke y C. Dierkes, «Comparing Two Methods of Determining Infiltration Rates of Permeable Interlocking Concrete Pavers,» *Water*, vol. 6, 8 Agosto 2014.
- [42] D. H. Nguyen, N. Sebaibi, M. Boutouil, L. Leleyter y F. Baraud, «The Use of Seashell by-Products in Pervious Concrete Pavers,» *International Journal of Civil and Environmental Engineering*, vol. 7, nº 11, 2013.
- [43] A. L. Mujawar, M. S. A. Shaikh, M. I. G. Siddiqui and N. D. Singh, "An Experimental Investiagtion On Characteristic Properties Of Pervious Concrete," New Panvel, 2017-2018.
- [44] M. U. Magesvari y V. L. Narasimha, «Studies on Characterization of Pervious Concrete for Pavement,» *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, vol. 104, 2 Diciembre 2013.
- [45] C. A. León Altamirano y . G. E. Rosero Sangucho, «Optimización del Diseño de una Mezcla de Hormigón Permeable a Partir de Tres Distintas Graduaciones,» Quito, 2016.
- [46] E. Lee, J. Ahn y H.-S. Shin, «Evaluation of surface infiltration rate of permeable block pavements using single-ring infiltrometer,» *Desalination and Water Treatment*, pp. 286-293, Febrero 2018.

- [47] J. A. Laguna Alemán y O. J. Piedrahita Gonzalez, «Estudio Comparativo de Mezclas de Concreto Poroso Usando Materiales Disponibles en Cartagena de Indias para Uso de Pavimentos en Parquederos,» CARTAGENA DE INDIAS, 2017.
- [48] W. James y H. Von Langsdorff, «Towards Restoring Infiltration in Permeable Pavers— Initial Demonstration of Rapid Clean-Out Concepts,» *Journal of Water Management Modeling*, 2016.
- [49] S. N. Haron, A. N. Abdul Ghani y A. M. Abdul Rahman, «Thermal Characteristics Of Experimental Porous Pavers,» *Jurnal Teknologi*, pp. 139-145, 2016.
- [50] D. Hanh Nguyen, M. Boutouil, N. Sebaibi, L. Leleyter y F. Baraud, «Valorization of seashell by-products in pervious concrete pavers,» *Construction and Building Materials*, vol. XLIX, 06 Septiembre 2013.
- [51] S. Ghorbani, M. Gholizadeh y J. de Brito, «Effect of Magnetized Water on the Mechanical and Durability Properties of Concrete Block Pavers,» *Materials*, vol. 11, nº 1647, 7 Septiembre 2018.
- [52] A. Ghani y P. Cheong, «Porous Pavers: Effects of the Recycled Aggregate Size on Drainage Properties.,» *Advanced Green Material and Technology Symposium*, 2014.
- [53] B. R. Gautam, L. R. Gangwani y A. R. Kahalkar, «Pervious Concrete: A Concrete Step towards the Greener Earth,» *International Journal of Engineering Technology Science and Research*, vol. IV, nº 11, Noviembre 2017.
- [54] C. E. Flores Quispe y I. A. Pacompia Calcina, «Diseño de Mezcla de Concreto Permeable con Adición de Tiras de Plastico para Pavimentos f'c 175 kg/cm<sup>2</sup>,» Puno, 2015.
- [55] E. P. Feijoo Achoa, «PROPUESTA PARA EL ALMACENAMIENTO Y RECOLECCIÓN DE AGUA LLUVIA EN ZONAS URBANAS MEDIANTE LA APLICACIÓN DE UN HORMIGÓN POROSO,» MACHALA, 2019.

- [56] E. Fassman, A. M. Asce y S. Blackbourn, «Road Runoff Water-Quality Mitigation by Permeable Modular Concrete Pavers,» *JOURNAL OF IRRIGATION AND DRAINAGE ENGINEERING*, vol. 137, nº 10, Noviembre 2011.
- [57] M. L. Castro Espinosa, «Pavimentos Permeables como Alternativa de Drenaje Urbano,» Bogota, 2011.
- [58] A. M. Amde y S. Rogge, «Development of High Quality Pervious Concrete Specifications for Maryland Conditions,» Maryland, 2013.
- [59] F. Alonso, J. Castellanos, J. Mandujano, I. Samayoa, J. Grajales, J. Cruz, J. Escobar, C. Laguna and C. Gordillo, "Diseño de Adoquines de Concreto Permeable," *PAKBAL*, no. 37, pp. 10-14, Diciembre 2016.
- [60] Norma Técnica Peruana, «Norma Técnica Peruana,» Lima, 2014.
- [61] Normas ASTM, «ASTM C150/C150M-09 - Especificación Normalizada para Cemento Portland,» Pensilvania.
- [62] J. Hu, Z. Qian, P. Liu, D. Wang y M. Oeser, «Investigation on the permeability of porous asphalt concrete based on microstructure analysis,» *International Journal of Pavement Engineering*, vol. XXi, nº 13, pp. 1683-1693, 2020.

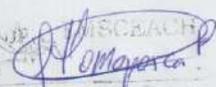
## **ANEXOS**

<b>Anexo I:</b> Acreditación de Laboratorio .....	79
<b>Anexo II:</b> Ensayos de Canteras .....	81
<b>Anexo III:</b> Diseño de Mezclas .....	121
<b>Anexo IV:</b> Ensayos del Adoquín .....	193
<b>Anexo V:</b> Análisis Económico .....	201
<b>Anexo VI:</b> Certificación de equipos .....	202
<b>Anexo VII:</b> Instrumentos de validación estadística con criterio de jueces expertos. ....	213
<b>Anexo VIII:</b> Juicio de 5 Ingenieros expertos colegiados.....	217
<b>Anexo IX:</b> Especificación de Aditivo Sika Cem Plastificante. ....	222
<b>Anexo X:</b> Especificación de Aditivo Z - IR.....	224

### DECLARACION JURADA

El que suscribe **Jorge Aníbal Tomapasca Panta**, firma en su calidad de representante legal del **LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO-CHICLAYO E.I.R.L.**; identificado con **DNI 41562471** y domiciliada en **Av. Augusto B. Leguía 287 (Vía de evitamiento km787+080) Simón Bolívar – Chiclayo – Lambayeque**. Declaro bajo juramento que los ensayos y resultados efectuados en mi laboratorio se han ejecutado de conformidad con las Normas Técnicas Peruanas y normativa conexas, validando lo realizado para la tesis "Elaboración de Adoquín de Concreto Permeable para Facilitar el drenaje de Aguas Pluviales en la Región de Lambayeque" a cargo de la tesista Cornejo Ramos Rosario Dolores.

Chiclayo, 19 de diciembre 2023



Jorge Tomapasca Panta  
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS



Miguel Ángel Ruiz Perales  
Ingeniero Civil  
CIP 246904

## AUTORIZACION PARA EL RECOJO DE INFORMACION

Pimentel, 19 de diciembre del 2023

Quien suscribe:

Sr. Jorge Aníbal Tomapasca Panta

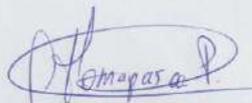
REPRESENTANTE LEGAL DE EMPRESA LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO-CHICLAYO E.I.R.L.

AUTORIZA: Permiso para recojo de información pertinente en función del proyecto de investigación, denominado:

**"ELABORACIÓN DE ADOQUÍN DE CONCRETO PERMEABLE PARA FACILITAR EL DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES EN LA REGIÓN DE LAMBAYEQUE"**

Por el presente el que suscribe, Jorge Aníbal Tomapasca Panta, representante legal de empresa LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO-CHICLAYO E.I.R.L. AUTORIZA al bachiller: Cornejo Ramos Rosario Dolores, identificada con DNI N° 43920888, estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, y autora del trabajo de investigación denominado ELABORACIÓN DE ADOQUÍN DE CONCRETO PERMEABLE PARA FACILITAR EL DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES EN LA REGIÓN DE LAMBAYEQUE, al uso de dicha información que conforma el expediente técnico así como hojas de memorias y cálculos entre otros como plantillas para efectos exclusivamente académicos de la elaboración de tesis de investigación, enunciada líneas arriba de quien solicita se garantice la absoluta confidencialidad de la información solicitada.

Atentamente,



Jorge Aníbal Tomapasca Panta: DNI N°41562471

Tec. Coordinador de Laboratorio

Anexo II: Ensayos de Canteras



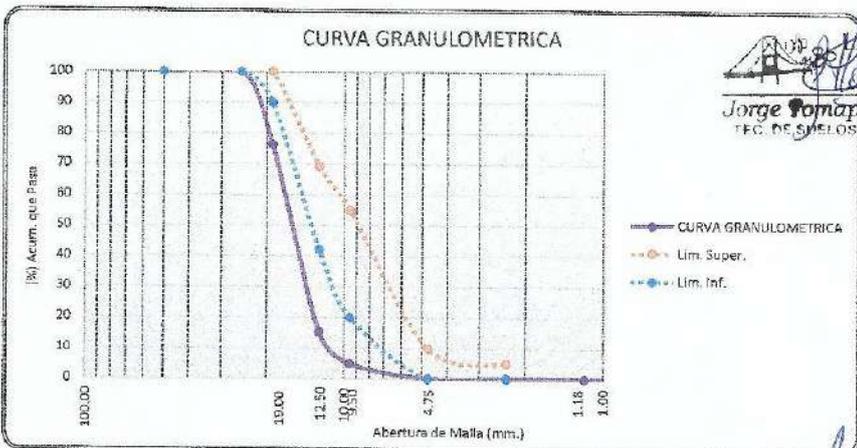
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.

INFORME DE ENSAYO

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO DEL AGREGADO GRUESO**  
NORMA: N.T.P. 400.012 / ASTM C-136

<b>Testista:</b>	Cornejo Ramos Rosario Dolores		
<b>Tests:</b>	Elaboración de Adoquín de Concreto Permeable para Facilitar el Drenaje de Aguas Pluviales en la Región de Lambayeque.		
<b>Fuente:</b>	Cantera Cogafe		
<b>Fecha Emisión:</b>	20/12/2022		
<b>Muestra:</b>	Piedra 1/2"	<b>Peso de la Muestra:</b>	2000 (gr.)

Tamiz		Peso Retenido (gr.)	(%) Parcial Retenida	(%) Acumulado Ret.	(%) Acumulado Que Pasa	Huso 67	
(pulg.)	(mm.)					Lim. Super.	Lim. Infer.
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
3/4"	19.00	474.00	23.70	23.70	76.30	100	90
1/2"	12.50	1222.47	61.12	84.82	15.18	69	42
3/8"	9.50	202.5	10.13	94.95	5.06	55	20
Nº04	4.75	99	4.95	99.90	0.11	10	0
Nº08	2.36					5	0
Nº16	1.18						
Nº30	0.60						
Nº50	0.30						
Nº100	0.15						
Nº200	0.07						
Fondo		2.1	0.11	100.00	0.00		
<b>Módulo de Finesa:</b>				9.03			
<b>Tamaño Máximo Nominal:</b>				3/4"			



LMSCEACH  
 Jorge Yamarpasca Panta  
 TEG. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Miguel Angel Ruiz Perales  
 Ingeniero Civil  
 CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

**DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL DE  
AGREGADO POR SECADO**  
NORMA: N.T.P. 339,185 / ASTM C-566

<b>Tecista:</b>	Comejo Ramos Rosario Dolores
<b>Tesis:</b>	Elaboración de Adoquín de Concreto Permeable para Facilitar el Drenaje de Aguas Pluviales en la Región de Lambayeque
<b>Fuente:</b>	Cantera Cogafe
<b>Fecha Emision:</b>	20/12/2022
<b>Muestra:</b>	Piedra 1/2"

Descripción		Muestra 1	Muestra 2
Peso de muestra húmeda	(gr.)	1000.20	1010.41
Peso de muestra seca	(gr.)	998.91	1008.84
Peso de agua	(gr.)	1.29	1.57
Contenido de humedad	(%)	0.13	0.16
Contenido de humedad promedio	(%)	0.14	

**CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL = 0.14%**

*[Signature]*  
LMSCEAD  
Jorge Tomapasca Pa  
TEC. DE SUELOS Y MATA

*[Signature]*  
Miguel Ángel Ruiz Perales  
Ingeniero Civil  
CIP 246904



**DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL  
AGREGADO GRUESO**  
NORMA: N.T.P. 400.017 / ASIDA C-29

<b>Tecnicista:</b>	Cornejo Ramos Rosario Dolores
<b>Tesis:</b>	Elaboración de Aduquin de Concreto Permeable para Facilitar el Drenaje de Aguas Pluviales en la Región de Lambayeque
<b>Fuente:</b>	Cantera Cogaño
<b>Fecha Emisión:</b>	20/12/2022
<b>Muestra:</b>	Piedra 1/2"

**1.- Contenido de Humedad**

Descripción		Muestra 1	Muestra 2
Peso de muestra húmeda	(gr.)	1000.20	1010.41
Peso de muestra seca	(gr.)	998.91	1008.84
Peso de agua	(gr.)	1.29	1.57
Contenido de humedad	(%)	0.13	0.16
Contenido de humedad promedio	(%)	0.14	

**2.- Peso Unitario Suelto**

Descripción		Muestra 1	Muestra 2
Peso del molde	(gr.)	7535.00	7535.00
Volumen del molde	(m <sup>3</sup> )	0.002118	0.002118
Peso del molde + peso de la muestra seca	(gr.)	10605.00	10640.00
Peso de la muestra seca	(gr.)	3070.00	3105.00
Peso unitario seco suelto húmedo	(Kg./m <sup>3</sup> )	1449.48	1466.01
Peso unitario seco suelto húmedo promedio	(Kg./m <sup>3</sup> )	1457.74	

**3.- Peso Unitario Compactado**

Descripción		Muestra 1	Muestra 2
Peso del molde	(gr.)	7535.00	7535.00
Volumen del molde	(m <sup>3</sup> )	0.002118	0.002118
Peso del molde + peso de la muestra seca	(gr.)	11105.00	11080.00
Peso de la muestra seca	(gr.)	3570.00	3545.00
Peso unitario seco compactado húmedo	(Kg./m <sup>3</sup> )	1685.55	1673.75
Peso unitario seco compactado húmedo promedio	(Kg./m <sup>3</sup> )	1679.65	

<b>PESO UNITARIO SUELTO =</b>	1455.47 kg/m <sup>3</sup>
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO =</b>	1677.26 kg/m <sup>3</sup>

**Jorge Talavera Parra**  
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**Miguel Ángel Ruiz Perales**  
 Ingeniero Civil  
 CIP 246904



**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO**

NORMA: N.T.P. 400.021 / ASTM C-127

Testista:	Cornojo Ramos Rosario Dolores
Testis:	Elaboración de Adoquín de Concreto Permeable para Facilitar el Drenaje de Aguas Pluviales en la Región de Lambayeque
Fuente:	Cantera Cogafe
Fecha Emisión:	20/12/2022
Muestra:	Piedra 1/2"

Descripción		Muestra 1
Peso de la muestra seca al horno	(gr.)	1102.70
Peso de muestra superficialmente seca al aire	(gr.)	1112.70
Peso de muestra superficialmente seca sumergida	(gr.)	693.00

PESO ESPECIFICO DE MASA =	2.627 gr/cm <sup>3</sup>
PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA =	2.651 gr/cm <sup>3</sup>
PESO ESPECIFICO APRENTE =	2.691 gr/cm <sup>3</sup>
ABSORCIÓN DE AGUA =	0.91%

  
Jorge To  
Ingeniero Civil  
CIP 246904

  
Miguel Angel Ruiz Perales  
Ingeniero Civil  
CIP 246904



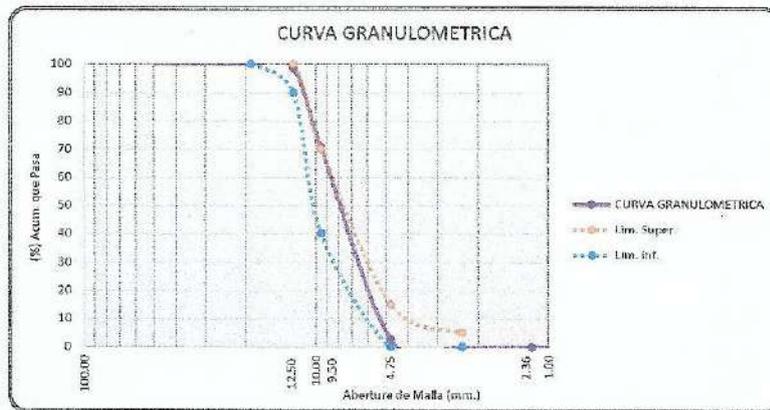
**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO DEL AGREGADO GRUESO**

NORMA: N.T.P. 400.012 / ASTM C-136

<b>Tecnicista:</b>	Cornejo Ramos Rosario Dolores		
<b>Tests:</b>	Elaboración de Adoquin de Concreto Permeable para Facilitar el Drenaje de Aguas Pluviales en la Región de Lambayeque.		
<b>Fuente:</b>	Cantera Cogafó		
<b>Fecha Emisión:</b>	20/12/2022		
<b>Muestra:</b>	Piedra 1/4"	<b>Peso de la Muestra:</b>	2000 (gr.)

Tamiz (pulg.)	(mm.)	Peso Retenido (gr.)	(% ) Parcial Retenido	(% ) Acumulado Ret.	(% ) Acumulado Que Pasa	Huso 7	
						Lím. Super.	Lím. Infer.
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
1/2"	12.50	29.48	1.47	1.47	98.53	100	90
3/8"	9.50	556.95	27.85	29.32	70.68	70	40
Nº04	4.75	1360.59	68.03	97.35	2.65	15	0
Nº08	2.36	52.14	2.61	99.96	0.05	5	0
Nº16	1.18	0.92	0.05	100.00	0.00		
Nº30	0.60						
Nº50	0.30						
Nº100	0.15						
Nº200	0.07						
Fondo		0.00	0.00	100.00	0.00		

<b>Módulo de Finezza:</b>	7.24
<b>Tamaño Máximo Nominal:</b>	3/8"



*Jorge Tomapasca P.*  
**Jorge Tomapasca Panta**  
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

*Miguel Angel Ruiz Perales*  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 Ingeniero Civil  
 CIP 248804



**CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO**

NORMA: N.T.P. 339.185 / ASTM C-566

<b>Tecista:</b>	Cornejo Ramos Rosario Dolores
<b>Fesis:</b>	Elaboración de Adoquín de Concreto Permeable para Facilitar el Drenaje de Aguas Pluviales en la Región de Lambayeque.
<b>Fuente:</b>	Cantera Cogafé
<b>Fecha Emisión:</b>	20/12/2022
<b>Muestra:</b>	Piedra 1/4"

Descripción		Muestra 1	Muestra 2
Peso de muestra húmeda	(gr.)	1008.43	1007.59
Peso de muestra seca	(gr.)	999.33	998.91
Peso de agua	(gr.)	9.10	8.68
Contenido de humedad	(%)	0.91	0.87
Contenido de humedad promedio	(%)	0.89	

**CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL = 0.89%**

  
LMSCEACH  
Jorge Lemapasca Panta  
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
Miguel Angel Ruiz Perales  
Ingeniero Civil  
CIP 246804

**PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO**  
 NORMA: N.T.P. 400.017 / ASTM C-29

<b>Testigo:</b>	Cornejo Ramos Rosario Dolores
<b>Test:</b>	Elaboración de Adoquín de Concreto Permeable para Facilitar el Drenaje de Aguas Pluviales en la Región de Lambayeque
<b>Fuente:</b>	Cantón Cogafé
<b>Fecha Emisión:</b>	20/12/2022
<b>Muestra:</b>	Piedra 1/4"

1.- *Contenido de Humedad*

Descripción		Muestra 1	Muestra 2
Peso de muestra húmeda	(gr.)	1008.43	1007.59
Peso de muestra seca	(gr.)	999.33	998.91
Peso de agua	(gr.)	9.10	8.68
Contenido de humedad	(%)	0.91	0.87
Contenido de humedad promedio	(%)	0.89	

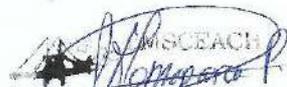
2.- *Peso Unitario Suelto*

Descripción		Muestra 1	Muestra 2
Peso del molde	(gr.)	7535.00	7535.00
Volumen del molde	(m <sup>3</sup> )	0.002118	0.002118
Peso del molde + peso de la muestra seca	(gr.)	11200.00	11235.00
Peso de la muestra seca	(gr.)	3665.00	3700.00
Peso unitario seco suelto húmedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1750.41	1746.93
Peso unitario seco suelto húmedo promedio	(Kg/m <sup>3</sup> )	1738.67	

3.- *Peso Unitario Compactado*

Descripción		Muestra 1	Muestra 2
Peso del molde	(gr.)	7535.00	7535.00
Volumen del molde	(m <sup>3</sup> )	0.002118	0.002118
Peso del molde + peso de la muestra seca	(gr.)	11605.00	11625.00
Peso de la muestra seca	(gr.)	4070.00	4090.00
Peso unitario seco compactado húmedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1921.62	1931.07
Peso unitario seco compactado húmedo prom.	(Kg/m <sup>3</sup> )	1926.35	

<b>PESO UNITARIO SUELTO =</b>	<b>1723.33 kg/m<sup>3</sup></b>
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO =</b>	<b>1909.36 kg/m<sup>3</sup></b>

  
**Jorge Huapasa Pariza**  
 Ing. Civil  
 SER. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 Ingeniero Civil  
 CIP 246804

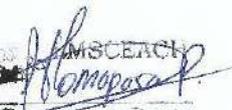


**PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO**

NORMA: N.T.P. 400.021 / ASTM C-127

Testista:	Comojo Ramos Rosario Dolores
Lección:	Elaboración de Adoquín de Concreto Permeable para Facilitar el Drenaje de Aguas Pluviales en la Región de Lambayeque.
Fuente:	Cantara Cogafé
Fecha Emisión:	20/12/2022
Muestra:	Piedra 1/4"

Descripción	Muestra 1
Peso de la muestra seca al horno	(gr.) 972.50
Peso de muestra superficialmente seca al aire	(gr.) 1001.00
Peso de muestra superficialmente seca sumergida	(gr.) 641.10
PESO ESPECÍFICO DE MASA =	2.702 gr/cm <sup>3</sup>
PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA	2.781 gr/cm <sup>3</sup>
PESO ESPECÍFICO APARENTE =	2.938 gr/cm <sup>3</sup>
ABSORCIÓN DE AGUA =	2.93%

  
LMSCEACH  
Jorge Tapayasaca Paruta  
T.E.C. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

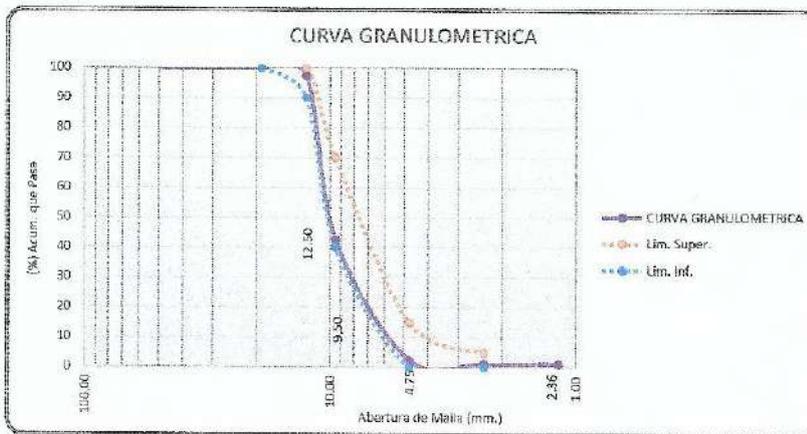
  
Miguel Ángel Rutilz Perales  
Ingeniero Civil  
CIP 246804



**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO DEL AGREGADO GRUESO**  
NORMA: N.T.P. 400,012 / ASTM C-136

<b>Texto:</b>	Cornejo Ramos Rosario Dolores		
<b>Tesis:</b>	Elaboración de Adoquín de Concreto Permeable para Facilitar el Drenaje de Aguas Pluviales en la Región de Lambaveque.		
<b>Fuente:</b>	Carrera Tres Tomas		
<b>Fecha Emisión:</b>	20/12/2022		
<b>Muestra:</b>	Piedra 3/8"	<b>Peso de la Muestra:</b>	2000,65 (gr.)

Tamiz (pulg.)	Tamiz (mm.)	Peso Retenido (gr.)	(% Parcial Retenido)	(% Acumulado Ret.)	(% Acumulado Que Pasa)	Huso 7	
						Lim. Super.	Lim. Infer.
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.07		
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.07		
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.07	100	100
1/2"	12.50	52.79	2.64	2.64	97.43	100	90
3/8"	9.50	1097.02	54.83	57.47	42.60	70	40
Nº04	4.75	802.98	40.14	97.61	2.46	15	0
Nº08	2.36	26.69	1.33	98.94	1.13	5	0
Nº16	1.18			98.94	1.13		
Fondo		22.51	1.13	100.07	0.00		
<b>Módulo de Fineza:</b>		3.56					
<b>Tamaño Máximo Nominal:</b>		3/8"					



**Jorge Torres**  
 Ing. de SUELOS Y CAMBIOS

**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 Ingeniero Civil  
 DIP 246904



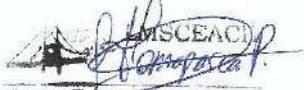
**CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO**

NORMA: N.T.P. 339.185 / ASTM C-566

<b>Tecnista:</b>	Cornejo Ramos Rosario Dolores
<b>Tesis:</b>	Elaboración de Adoquín de Concreto Permeable para Facilitar el Drenaje de Aguas Pluviales en la Región de Lambayeque
<b>Fuente:</b>	Cantera Tres Tomas
<b>Fecha Emisión:</b>	20/12/2022
<b>Muestra:</b>	Piedra 3/8"

Descripción		Muestra 1	Muestra 2
Peso de muestra húmeda	(gr.)	1000.16	1151.22
Peso de muestra seca	(gr.)	993.04	1142.32
Peso de agua	(gr.)	7.12	8.90
Contenido de humedad	(%)	0.72	0.78
Contenido de humedad promedio	(%)	0.75	

**CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL = 0.75%**

  
LMSCEACH  
Jorge Tomapasca Panta  
TEC. DE SUELOS Y RAVIMENTOS

  
Miguel Ángel Ruiz Perales  
Ingeniero Civil  
DIP 246904



**PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO**

NORMA: N.T.P. 400.017 / ASTM C-29

<b>Teléfono:</b>	Cornejo Ramos Rosario Dolores
<b>Tesis:</b>	Elaboración de Aduquin de Concreto Permeable para Facilitar el Drenaje de Aguas Pluviales en la Región de Lambayeque
<b>Fuente:</b>	Cantera Tres Tomas
<b>Fecha Emisión:</b>	20/12/2022
<b>Muestra:</b>	Piedra 3/8"

1.- Contenido de Humedad

Descripción		Muestra 1	Muestra 2
Peso de muestra húmeda	(gr.)	1000.16	1151.22
Peso de muestra seca	(gr.)	993.04	1142.32
Peso de agua	(gr.)	7.12	8.90
Contenido de humedad	(%)	0.72	0.78
Contenido de humedad promedio	(%)	0.75	

2.- Peso Unitario Suelto

Descripción		Muestra 1	Muestra 2
Peso del molde	(gr.)	7535.00	7535.00
Volumen del molde	(m <sup>3</sup> )	0.002118	0.002118
Peso del molde + peso de la muestra seca	(gr.)	10553.40	10560.05
Peso de la muestra seca	(gr.)	3018.40	3025.05
Peso unitario seco suelto húmedo	(Kg./m <sup>3</sup> )	1425.12	1428.26
Peso unitario seco suelto húmedo promedio	(Kg./m <sup>3</sup> )	1426.69	

3.- Peso Unitario Compactado

Descripción		Muestra 1	Muestra 2
Peso del molde	(gr.)	7535.00	7535.00
Volumen del molde	(m <sup>3</sup> )	0.002118	0.002118
Peso del molde + peso de la muestra seca	(gr.)	10996.40	11181.05
Peso de la muestra seca	(gr.)	3461.40	3646.05
Peso unitario seco compactado húmedo	(Kg./m <sup>3</sup> )	1634.28	1721.46
Peso unitario seco compactado húmedo prom	(Kg./m <sup>3</sup> )	1677.87	

<b>PESO UNITARIO SUELTO =</b>	1416.09 kg/m <sup>3</sup>
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO =</b>	1663.41 kg/m <sup>3</sup>

  
**Jorg Toñapasca Panta**  
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
**Miguel Angel Rutz Perales**  
 Ingeniero Civil  
 CIP 246904



**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO**

NORMA: N.T.P. 400.021 / ASTM C-127

<b>Tecista:</b>	Cornejo Ramos Rosario Doloras
<b>Tesis:</b>	Elaboración de Adoquin de Concreto Permeable para Facilitar el Drenaje de Aguas Pluviales en la Región de Lambayeque
<b>Fuente:</b>	Cantera Tres Tomas
<b>Fecha Emision:</b>	20/12/2022
<b>Muestra:</b>	Piedra 3/8"

Descripción	Muestra 1
Peso de la muestra seca al horno (gr.)	871.90
Peso de muestra superficialmente seca al aire (gr.)	876.40
Peso de muestra superficialmente seca sumergida (gr.)	549.95
<b>PESO ESPECIFICO DE MASA =</b>	<b>2.671 gr/cm<sup>3</sup></b>
<b>PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA =</b>	<b>2.685 gr/cm<sup>3</sup></b>
<b>PESO ESPECIFICO APRENTE =</b>	<b>2.708 gr/cm<sup>3</sup></b>
<b>ABSORCIÓN DE AGUA =</b>	<b>0.52%</b>

  
Jorge Tamayosa Pantoja  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
Miguel Ángel Ruitz Perales  
Ingeniero Civil  
CIP 246904



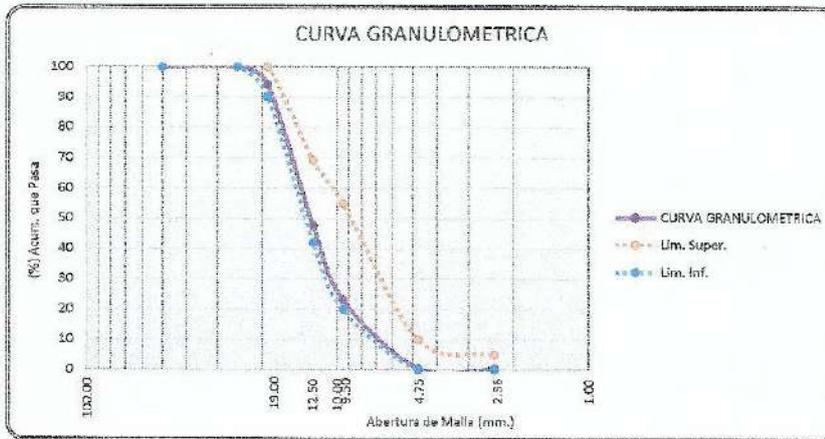
INFORME DE ENSAYO

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO DEL AGREGADO GRUESO**

NORMA: N.T.P. 400.012 / ASTM C-136

<b>Tecista:</b>	Corno Ramos Rosario Dolores		
<b>Tesis:</b>	Elaboración de Adoquin de Concreto Permeable para Facilitar el Drenaje de Aguas Pluviales en la Región de Lambayeque.		
<b>Fuente:</b>	Cantera Tres Tomas		
<b>Fecha Emisión:</b>	20/12/2022		
<b>Muestra:</b>	Piedra 1/2"	<b>Peso de la Muestra:</b>	2000.65 (gr.)

Tamiz (pulg.)	Tamiz (mm.)	Peso Retenido (gr.)	(% ) Parcial Retenido	(% ) Acumulado Ret.	(% ) Acumulado Que Pasa	Huso 67	
						Lim. Super.	Lim. Infer.
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
3/4"	19.00	115.86	5.79	5.79	94.21	100	90
1/2"	12.50	930.85	46.53	52.32	47.68	69	42
3/8"	9.50	490.79	24.53	76.85	23.15	55	20
N°04	4.75	451.96	22.59	99.44	0.56	10	0
N°08	2.36					5	0
Fondo		11.19	0.56	100.00	0.00		
<b>Módulo de Finezza:</b>			3.34				
<b>Tamaño Máximo Nominal:</b>			1/2"				



*Jorge Torrealba P.*  
**Jorge Torrealba Panta**  
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

*Miguel Ángel Rúa Peralta*  
**Miguel Ángel Rúa Peralta**  
 Ingeniero Civil  
 DIP 245904



**CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO**

NORMA: N.T.P. 339.185 / ASTM C-566

<i>Testista:</i>	Cornejo Ramos Rosario Dolores
<i>Objeto:</i>	Elaboración de Adoquín de Concreto Permeable para Facilitar el Drenaje de Aguas Pluviales en la Región de Lambayeque.
<i>Fuente:</i>	Cantera Tres Tomas
<i>Fecha Emisión:</i>	20/12/2022
<i>Muestra:</i>	Piedra 1/2"

Descripción		Muestra 1	Muestra 2
Peso de muestra húmeda	(gr.)	1000.40	1101.50
Peso de muestra seca	(gr.)	998.83	1099.92
Peso de agua	(gr.)	1.57	1.58
Contenido de humedad	(%)	0.16	0.14
Contenido de humedad promedio	(%)	0.15	

**CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL = 0.15%**

  
**Jorge Yonapasca Panta**  
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
Ingeniero Civil  
CIP 246904



**PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO**

NORMA: N.T.F. 400,017 / ASTM C-29

Testista:	Cornejo Ramos Rosario Doloras
Testis:	Elaboración de Adoquín de Concreto Permeable para Facilitar el Drenaje de Aguas Pluviales en la Región de Lambayeque.
Fuente:	Cantera Tres Tomas
Fecha Emisión:	20/12/2022
Muestra:	Piedra 1/2"

1.- Contenido de Humedad

Descripción		Muestra 1	Muestra 2
Peso de muestra húmeda	(gr.)	1000.40	1101.50
Peso de muestra seca	(gr.)	998.83	1099.92
Peso de agua	(gr.)	1.57	1.58
Contenido de humedad	(%)	0.16	0.14
Contenido de humedad promedio	(%)	0.15	

2.- Peso Unitario Suelto

Descripción		Muestra 1	Muestra 2
Peso del molde	(gr.)	7535.00	7535.00
Volumen del molde	(m <sup>3</sup> )	0.002118	0.002118
Peso del molde + peso de la muestra seca	(gr.)	10651.40	10565.8
Peso de la muestra seca	(gr.)	3116.40	3030.80
Peso unitario seco suelto húmedo	(Kg./m <sup>3</sup> )	1471.39	1430.97
Peso unitario seco suelto húmedo promedio	(Kg./m <sup>3</sup> )	1451.18	

3.- Peso Unitario Compactado

Descripción		Muestra 1	Muestra 2
Peso del molde	(gr.)	7535.00	7535.00
Volumen del molde	(m <sup>3</sup> )	0.002118	0.002118
Peso del molde + peso de la muestra seca	(gr.)	11072.20	10976.50
Peso de la muestra seca	(gr.)	3537.20	3441.50
Peso unitario seco suelto húmedo	(Kg./m <sup>3</sup> )	1670.07	1624.88
Peso unitario seco suelto húmedo promedio	(Kg./m <sup>3</sup> )	1647.47	

PESO UNITARIO SUELTO =	1449.00 kg/m <sup>3</sup>
PESO UNITARIO COMPACTADO =	1645.00 kg/m <sup>3</sup>

  
 Jorge Antonio Sandoval  
 TEG. DE LOS PARLAMENTARIOS

  
 Miguel Ángel Ruiz Perales  
 Ingeniero Civil  
 OIP 245904



**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO**

NORMA: N.T.P. 400.021 / ASTM C-127

<b>Tecista:</b>	Cornejo Ramos Rosario Dolores
<b>Tesis:</b>	Elaboración de Adoquín de Concreto Permeable para Facilitar el Drenaje de Aguas Pluviales en la Región de Lambayeque.
<b>Fuente:</b>	Cantera Tres Tomas
<b>Fecha Emisión:</b>	20/12/2022
<b>Muestra:</b>	Piedra 1/2"

Descripción	Muestra 1
Peso de la muestra seca al horno (gr.)	774.60
Peso de muestra superficialmente seca al aire (gr.)	781.20
Peso de muestra superficialmente seca sumergida (gr.)	478.60
<b>PESO ESPECIFICO DE MASA =</b>	<b>2.560 gr/cm<sup>3</sup></b>
<b>PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA =</b>	<b>2.582 gr/cm<sup>3</sup></b>
<b>PESO ESPECIFICO APARENTE =</b>	<b>2.617 gr/cm<sup>3</sup></b>
<b>ABSORCIÓN DE AGUA =</b>	<b>0.85%</b>

  
Jorge Tapasco Parra  
TÉCNICO DE SUELOS Y RAVINEMENTOS

  
Miguel Ángel Ríuz Perales  
Ingeniero Civil  
CIP 246904



**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO DEL AGREGADO FINO**

NORMA: N.T.P. 400.012 / ASTM C-136

**Testista:** Comejo Ramos Rosario Dolores

**Tests:** Elaboración de Adoquín de Concreto Permeable para Facilitar el Drenaje de Aguas Pluviales en la Región de Lambaveque.

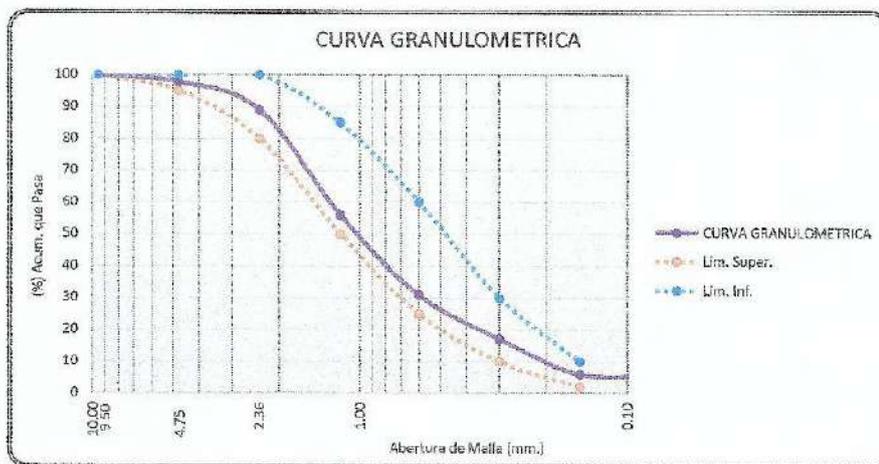
**Fuente:** Cantera Tres Tomas

**Fecha Emision:** 20/12/2022

**Muestra:** Arena **Peso de la Muestra:** 500.95 (gr.)

Tamiz (pulg.)	(mm.)	Peso Retenido (gr.)	(%) Parcial Retenido	(%) Acumulado Ret.	(%) Acumulado Que Pasa	Según NTP 400.037 (Tabla 438-03)	
						Lim. Super.	Lim. Infer.
3/8"	9.50		0.00	0.00	100.00	100	100
Nº04	4.75	11.00	2.20	2.20	97.80	95	100
Nº08	2.36	44.13	8.81	11.01	88.99	80	100
Nº16	1.18	165.57	33.05	44.06	55.94	50	85
Nº30	0.60	125.50	25.05	69.11	30.89	25	60
Nº50	0.30	68.95	13.76	82.87	17.12	10	30
Nº100	0.15	55.77	11.13	94.01	5.99	2	10
Nº200	0.07						
Fondo		30.01	5.99	100.00	0.00		

Módulo de Fineza: 3



*Jorge Tomapascua Parra*  
**Jorge Tomapascua Parra**  
 T.E.C. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

*Miguel Ángel Ruiz Perales*  
**Miguel Ángel Ruiz Perales**  
 Ingeniero Civil  
 CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

**CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO**

NORMA: N.T.P. 339.185 / ASTM C-566

**Tecista:** Coraejo Ramos Rosario Dolores

**Tecis:** Elaboración de Adoquín de Concreto Permeable para Facilitar el Drenaje de Aguas Pluviales en la Región de Lambayeque.

**Fuente:** Cantera Tres Tomas

**Fecha Emisión:** 20/12/2022

**Muestra:** Arana

Descripción		Muestra 1	Muestra 2
Peso de muestra húmeda	(gr.)	500.34	515.12
Peso de muestra seca	(gr.)	496.63	510.5
Peso de agua	(gr.)	3.71	4.62
Contenido de humedad	(%)	0.75	0.90
Contenido de humedad promedio	(%)	0.83	

**CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL = 0.83%**

  
Jorge Tojapasca Pantoja  
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
Miguel Ángel Ruiz Perales  
Ingeniero Civil  
CIP 246504

**PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO FINO**

NORMA: N.T.P. 400.017 / ASTM C-29

<b>Testista:</b>	Cornejo Ramos Rosario Dolores
<b>Testis:</b>	Elaboración de Adoquín de Concreto Permeable para Facilitar el Drenaje de Aguas Pluviales en la Región de Lambayeque.
<b>Fuente:</b>	Cantera Tres Tomas
<b>Fecha Emision:</b>	20/12/2022
<b>Muestra:</b>	Arena

1.- *Contenido de Humedad*

Descripción	Muestra 1	Muestra 2
Peso de muestra húmeda (gr.)	500.34	515.12
Peso de muestra seca (gr.)	496.63	510.50
Peso de agua (gr.)	3.71	4.62
Contenido de humedad (%)	0.75	0.90
Contenido de humedad promedio (%)	0.83	

2.- *Peso Unitario Suelto*

Descripción	Muestra 1	Muestra 2
Peso del molde (gr.)	7535.00	7535.00
Volumen del molde (m <sup>3</sup> )	0.002118	0.002118
Peso del molde + peso de la muestra seca (gr.)	11075.07	11183.00
Peso de la muestra seca (gr.)	3540.07	3648.00
Peso unitario seco suelto húmedo (Kg./m <sup>3</sup> )	1671.42	1722.38
Peso unitario seco suelto húmedo promedio (Kg./m <sup>3</sup> )	1696.90	

3.- *Peso Unitario Compactado*

Descripción	Muestra 1	Muestra 2
Peso del molde (gr.)	7535.00	7535.00
Volumen del molde (m <sup>3</sup> )	0.002118	0.002118
Peso del molde + peso de la muestra seca (gr.)	11637.80	11688.03
Peso de la muestra seca (gr.)	4102.80	4153.03
Peso unitario seco compactado húmedo (Kg./m <sup>3</sup> )	1937.11	1960.83
Peso unitario seco compactado húmedo promedio (Kg./m <sup>3</sup> )	1948.97	

PESO UNITARIO SUELTO -	1683.00 kg/m <sup>3</sup>
PESO UNITARIO COMPACTADO -	1933.00 kg/m <sup>3</sup>

**Jorge J. Tomagascá**  
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**Miguel Ángel Ruiz Perales**  
 Ingeniero Civil  
 DIP 246904



**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO**

NORMA: N.T.P. 400,021 / ASTM C-127

<b>Tesis:</b>	Cornejo Ramos Rosario Dolores
<b>Tests:</b>	Elaboración de Adoquin de Concreto Permeable para Facilitar el Drenaje de Aguas Pluviales en la Región de Lambaveque.
<b>Fuente:</b>	Cantera Tres Tomas
<b>Fecha Emision:</b>	20/12/2022
<b>Muestra:</b>	Arena

Descripción		Muestra 1
Peso de la Muest. Sat. Sup. Seca.	(gr.)	250.00
Peso de la Muest. Sat. Sup. Seca + Peso frasco + Peso del ag	(gr.)	502.88
Peso de la Muest. Sat. Sup. Seca + agua en el frasco	(gr.)	498.63
Peso del Agua.	(gr.)	248.63
Peso del Frasco	(gr.)	94.25
Peso de la muestra seca al horno	(gr.)	247.90
Volumen del frasco	(cm <sup>3</sup> )	92.15

PESO ESPECIFICO DE MASA =	2.630 gr/cm <sup>3</sup>
PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA =	2.653 gr/cm <sup>3</sup>
PESO ESPECIFICO APRENTE =	2.690 gr/cm <sup>3</sup>
ABSORCIÓN DE AGUA =	0.85%

  
**Jorge Jarama Pantoja**  
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
**Miguel Ángel Ruiz Perales**  
 Ingeniero Civil  
 DIP 246904

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO DEL AGREGADO GRUESO**

NORMA: N.T.P. 400,012 / ASTM C-136

**Tecista:** Cornejo Ramos Rosario Dolores

**Tesis:** Elaboración de Adoquín de Concreto Permeable para Facilitar el Drenaje de Aguas Pluviales en la Región de Lambayeque.

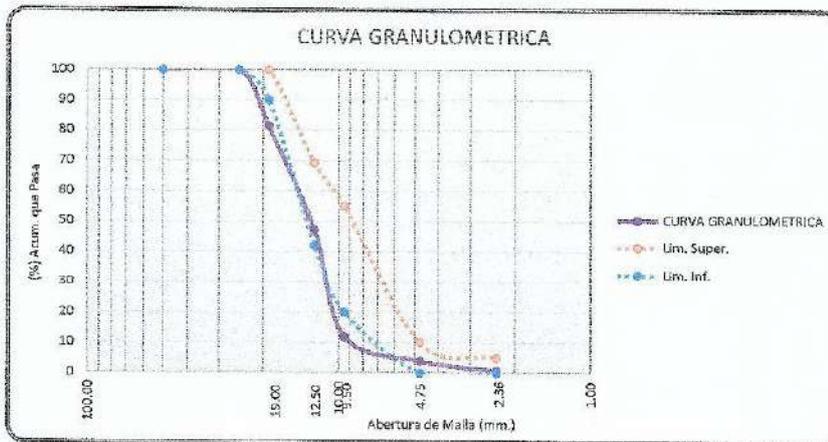
**Fuente:** Canteira La Victoria

**Fecha Emision:** 20/12/2022

**Muestra:** Piedra 1/2" **Peso de la Muestra:** 2003.16 (gr.)

Tamiz		Peso Retenido (gr.)	(% ) Parcial Retenido	(% ) Acumulado Ret.	(% ) Acumulado Que Pasa	Huso 67	
(pulg.)	(mm.)					Lim. Super.	Lim. Infer.
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
3/4"	19.00	373.61	18.65	18.65	81.34	100	90
1/2"	12.50	684.71	34.18	52.83	47.16	69	42
3/8"	9.50	705.27	35.21	88.04	11.96	55	26
Nº04	4.75	161.11	8.04	96.08	3.91	10	0
Nº08	2.36	65.33	3.26	99.34	0.65	5	0
Fondo		13.04	0.65	100.00	0.00		

**Módulo de Píezica:** 3.55  
**Tamaño Máximo Nominal:** 3/4"



*Jorge Tomapasca P.*  
**Jorge Tomapasca Panta**  
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

*Miguel Ángel Ruiz Perales*  
**Miguel Ángel Ruiz Perales**  
 Ingeniero Civil  
 CIP 246904



**CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO**

NORMA: N.T.P. 339.185 / ASTM C-566

**Tesista:** Comejo Ramos Rosario Dolores

**Tesis:** Elaboración de Adoquín de Concreto Permeable para Facilitar el Drenaje de Aguas Pluviales en la Región de Lambayeque.

**Fuente:** Cantera La Victoria

**Fecha Emisión:** 20/12/2022

**Mostra:** Piedra 1/2"

Descripción		Muestra 1	Muestra 2
Peso de muestra húmeda	(gr.)	1090.92	1100.81
Peso de muestra seca	(gr.)	995.68	1094.72
Peso de agua	(gr.)	5.24	6.09
Contenido de humedad	(%)	0.53	0.56
Contenido de humedad promedio	(%)	0.54	

**CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL = 0.54%**

Miguel Ángel Ruiz Perales  
Ingeniero Civil  
CIP 248804



**PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO**

NORMA: N.T.P. 400.017 / ASTM C-29

Testador:	Cornejo Rames Rosario Dolores
Testo:	Elaboración de Adoquín de Concreto Permeable para Facilitar el Drenaje de Aguas Pluviales en la Región de Lambayeque.
Fuente:	Cantera La Victoria
Fecha Emisión:	20/12/2022
Muestra:	Piedra 1/2"

1.- Contenido de Humedad

Descripción	Muestra 1	Muestra 2
Peso de muestra húmeda (gr.)	1000.92	1100.81
Peso de muestra seca (gr.)	995.68	1094.72
Peso de agua (gr.)	5.24	6.09
Contenido de humedad (%)	0.53	0.56
Contenido de humedad promedio (%)	0.54	

2.- Peso Unitario Suelto

Descripción	Muestra 1	Muestra 2
Peso del molde (gr.)	7535.00	7535.00
Volumen del molde (m <sup>3</sup> )	0.002118	0.002118
Peso del molde + peso de la muestra seca (gr.)	10905.00	10915
Peso de la muestra seca (gr.)	3370.00	3380.00
Peso unitario seco suelto húmedo (Kg/m <sup>3</sup> )	1591.12	1595.85
Peso unitario seco suelto húmedo promedio (Kg/m <sup>3</sup> )	1593.48	

3.- Peso Unitario Compactado

Descripción	Muestra 1	Muestra 2
Peso del molde (gr.)	7535.00	7535.00
Volumen del molde (m <sup>3</sup> )	0.002118	0.002118
Peso del molde + peso de la muestra seca (gr.)	11400.00	11380.00
Peso de la muestra seca (gr.)	3865.00	3845.00
Peso unitario seco compactado húmedo (Kg/m <sup>3</sup> )	1824.83	1815.39
Peso unitario seco compactado húmedo promic (Kg/m <sup>3</sup> )	1820.11	

PESO UNITARIO SUELTO = 1584.91 kg/m<sup>3</sup>  
 PESO UNITARIO COMPACTADO = 1810.31 kg/m<sup>3</sup>

Jorge T. ...  
 ...

Miguel Angel Ruiz Perales  
 Ingeniero Civil  
 DIP 246804



**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO**

NORMA: N.T.P. 400.021 / ASTM C-127

<b>Tecido:</b>	Cornajo Ramos Rosario Dolores
<b>Tesis:</b>	Elaboración de Adoquín de Concreto Permeable para Facilitar el Drenaje de Aguas Pluviales en la Región de Lambayeque.
<b>Fuente:</b>	Cantera La Victoria
<b>Fecha Emisión:</b>	20/12/2022
<b>Muestra:</b>	Piedra 1/2"

Descripción	Muestra I
Peso de la muestra seca al horno	(gr.) 1210.70
Peso de muestra superficialmente seca al aire	(gr.) 1221.60
Peso de muestra superficialmente seca sumergida	(gr.) 788.30
<b>PESO ESPECÍFICO DE MASA =</b>	<b>2.794 gr/cm<sup>3</sup></b>
<b>PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA =</b>	<b>2.819 gr/cm<sup>3</sup></b>
<b>PESO ESPECÍFICO APARENTE =</b>	<b>2.866 gr/cm<sup>3</sup></b>
<b>ABSORCIÓN DE AGUA =</b>	<b>0.90%</b>

Jorge T. Hernández P.  
C.E. DE CONSULTAS Y DIAGNÓSTICOS

Miguel Ángel Ruiz Perales  
Ingeniero Civil  
CIP 246804

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO DEL AGREGADO FINO**

NORMA: N.T.P. 400.012 / ASTM C-136

**Tesista:** Cornejo Ramos Rosario Dolores

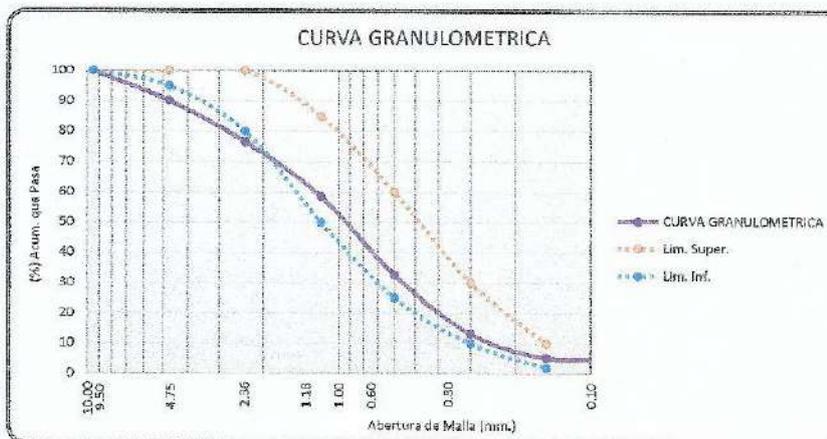
**Tesis:** Elaboración de Adoquín de Concreto Permeable para Facilitar el Drenaje de Aguas Pluviales en la Región de Lambayeque.

**Fuente:** Cantera La Victoria

**Fecha Emisión:** 20/12/2022.

**Muestra:** Arena **Peso de la Muestra:** 500 (gr.)

Tamiz (pulg.)	Tamiz (mm.)	Peso Retenido (gr.)	(%) Parcial Retenido	(%) Acumulado Ret.	(%) Acumulado Que Pasa	Según NTP 400.037 (Tabla 438-03)	
						Lim. Super.	Lim. Infer.
3/8"	9.50	13.51	2.70	2.70	100.00	100	100
N°04	4.75	49.10	9.82	12.52	90.18	100	95
N°08	2.36	67.96	13.59	26.11	76.59	100	80
N°16	1.18	89.70	17.94	44.05	58.65	85	50
N°30	0.60	130.58	26.12	70.17	32.53	60	25
N°50	0.30	96.76	19.35	89.52	13.18	30	10
N°100	0.15	39.11	7.82	97.34	5.36	10	2
N°200	0.07						
Fondo		13.27	2.65	100.00	2.70		
Módulo de Finiza:			4.40				



*[Signature]*  
**Jorge Tamayo Pantoja**  
 Ing. de Civil

*[Signature]*  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 Ingeniero Civil  
 OIP 246904



INFORME DE ENSAYO

**CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO**

NORMA: N.T.P. 339.185 / ASTM C-566

<b>Tecnicista:</b>	Cornejo Ramos Rosario Dolores
<b>Tesis:</b>	Elaboración de Adoquín de Concreto Permeable para Facilitar el Drenaje de Aguas Pluviales en la Región de Lambayeque.
<b>Fuente:</b>	Cantera La Victoria
<b>Fecha Emisión:</b>	20/12/2022
<b>Muestra:</b>	Arena

Descripción		Muestra 1	Muestra 2
Peso de muestra húmeda	(gr.)	300.04	302.51
Peso de muestra seca	(gr.)	294.15	296.04
Peso de agua	(gr.)	5.89	6.47
Contenido de humedad	(%)	2.00	2.19
Contenido de humedad promedio	(%)	2.09	

**CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL = 2.09%**

Jorge Tapayaca Parodi  
INGENIERO DE SUELOS Y FUNDACIONES

Miguel Angel Ruiz Perales  
Ingeniero Civil  
CIP 246904



**PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO FINO**

NORMA: N.T.P. 400.017 / ASTM C-29

<b>Tecista:</b>	Cornejo Ramos Rosario Dolores
<b>Tesis:</b>	Elaboracion de Adoquin de Concreto Permeable para Facilitar el Drenaje de Aguas Pluviales en la Region de Lambayeque.
<b>Fuente:</b>	Cantera La Victoria
<b>Fecha Emision:</b>	20/12/2022
<b>Muestra:</b>	Arena

1.- *Contenido de Humedad*

Descripción		Muestra 1	Muestra 2
Peso de muestra húmeda	(gr.)	300.04	302.51
Peso de muestra seca	(gr.)	294.15	296.04
Peso de agua	(gr.)	5.89	6.47
Contenido de humedad	(%)	2.00	2.19
Contenido de humedad promedio	(%)	2.09	

2.- *Peso Unitario Suelto*

Descripción		Muestra 1	Muestra 2
Peso del molde	(gr.)	7535.00	7535.00
Volumen del molde	(m <sup>3</sup> )	0.002118	0.002118
Peso del molde + peso de la muestra seca	(gr.)	11010.00	11050.00
Peso de la muestra seca	(gr.)	3475.00	3515.00
Peso unitario seco suelto húmedo	(Kg./m <sup>3</sup> )	1640.70	1659.58
Peso unitario seco suelto húmedo promedio	(Kg./m <sup>3</sup> )	1650.14	

3.- *Peso Unitario Compactado*

Descripción		Muestra 1	Muestra 2
Peso del molde	(gr.)	7535.00	7535.00
Volumen del molde	(m <sup>3</sup> )	0.002118	0.002118
Peso del molde + peso de la muestra seca	(gr.)	11550.00	11535.00
Peso de la muestra seca	(gr.)	4015.00	4000.00
Peso unitario seco compactado húmedo	(Kg./m <sup>3</sup> )	1895.66	1888.57
Peso unitario seco compactado húmedo promc	(Kg./m <sup>3</sup> )	1892.12	

PESO UNITARIO SUELTO =	1616.30 kg/m <sup>3</sup>
PESO UNITARIO COMPACTADO =	1853.31 kg/m <sup>3</sup>

  
**Jorge Tupanpascua Parra**  
 TECNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 Ingeniero Civil  
 DIP 248904



**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO**

NORMA: N.T.P. 400,022 / ASTM C-128

<b>Tecnicista:</b>	Cornejo Ramos Rosario Dolores
<b>Tesis:</b>	Elaboración de Adoquín de Concreto Permeable para Facilitar el Drenaje de Aguas Pluviales en la Región de Lambayeque.
<b>Fuente:</b>	Cantera La Victoria
<b>Fecha Emisión:</b>	20/12/2022
<b>Muestra:</b>	Aram

Descripción	Muestra I
Peso de la Muest. Sat. Sup. Seca (gr.)	250.00
Peso de la Muest. Sat. Sup. Seca + Peso frasco + Peso del ag (gr.)	616.52
Peso de la Muest. Sat. Sup. Seca + agua en el frasco (gr.)	498.63
Peso del Agua (gr.)	248.63
Peso del Frasco (gr.)	117.80
Peso de la muestra seca al horno (gr.)	243.47
Volumen del frasco (cm <sup>3</sup> )	111.36

<b>PESO ESPECIFICO DE MASA =</b>	2.065 gr/cm <sup>3</sup>
<b>PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA =</b>	2.121 gr/cm <sup>3</sup>
<b>PESO ESPECIFICO APRENTE =</b>	2.186 gr/cm <sup>3</sup>
<b>ABSORCIÓN DE AGUA =</b>	2.68%

Miguel Ángel Ruz Peralta  
Ingeniero Civil  
CIP 246904

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO DEL AGREGADO FINO**

NORMA: N.T.P. 400,012 / ASTM C-136

**Tesis:** Cornejo Ramos Rosario Dolores

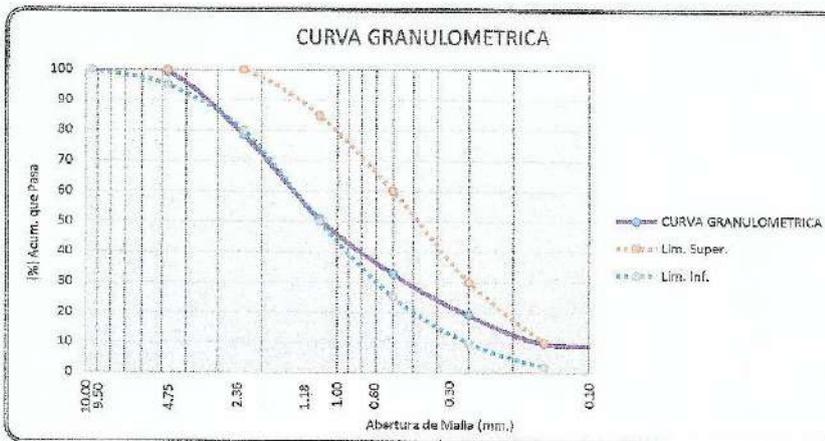
**Tesis:** Elaboración de Adoquin de Concreto Permeable para Facilitar el Drenaje de Aguas Pluviales en la Región de Lambayeque.

**Fuente:** Cantera Garraspiña

**Fecha Emisión:** 20/12/2022

**Muestra:** Arena **Peso de la Muestra:** 500.16 (gr.)

Tamiz (pulg.)	Tamiz (mm.)	Peso Retenido (gr.)	(% ) Parcial Retenido	(% ) Acumulado Ret.	(% ) Acumulado Que Pasa	Según NTP 400.037 (Tabla 438-03)	
						Lim. Super.	Lim. Infer.
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
N°04	4.75	3.70	0.74	0.74	99.26	100	95
N°08	2.36	103.76	20.75	21.49	78.51	100	80
N°16	1.18	138.25	27.64	49.13	50.87	85	50
N°30	0.60	91.51	18.30	67.42	32.58	60	25
N°50	0.30	67.30	13.46	80.88	19.12	30	10
N°100	0.15	47.12	9.42	90.30	9.70	10	2
N°200	0.07						
Fondo		48.52	9.70	100.00	0.00		
<b>Módulo de Fineza:</b>				4.00			



**Jorge Yomapasca Panta**  
 TEG. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 Ingeniero Civil  
 CIP 246804



**CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO**  
NORMA: N.T.P. 339.185 / ASTM C-566

Tecnicista:	Cornejo Ramos Rosario Dolores
Tesis:	Elaboración de Adoquín de Concreto Permeable para Facilitar el Drenaje de Aguas Pluviales en la Región de Lambayeque.
Fuente:	Cantera Garraspiña
Fecha Emisión:	20/12/2022
Muestra:	Arena

Descripción		Muestra 1	Muestra 2
Peso de muestra húmeda	(gr.)	500.52	505.12
Peso de muestra seca	(gr.)	490.36	495.52
Peso de agua	(gr.)	10.16	9.60
Contenido de humedad	(%)	2.07	1.94
Contenido de humedad promedio	(%)	2.00	

**CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL - 2.00%**

  
Jorge Garraspiña Parra  
T.S.C. DE INGENIERÍA Y PAVIMENTOS

  
Miguel Ángel Ruiz Perales  
Ingeniero Civil  
DIP 248904



**PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO FINO**

NORMA: N.T.P. 400,017 / ASIM C-29

<b>Visitante:</b>	Cornejo Ramos Rosario Dolores
<b>Objeto:</b>	Elaboración de Adoquín de Concreto Permeable para Facilitar el Drenaje de Aguas Pluviales en la Región de Lambayeque.
<b>Fuente:</b>	Cantera Carraspiña
<b>Fecha Emisión:</b>	20/12/2022
<b>Muestra:</b>	Arena

1.- **Contenido de Humedad**

Descripción		Muestra 1	Muestra 2
Peso de muestra húmeda	(gr)	500.52	505.12
Peso de muestra seca	(gr)	490.36	495.52
Peso de agua	(gr)	10.16	9.60
Contenido de humedad	(%)	2.07	1.94
Contenido de humedad promedio	(%)	2.00	

2.- **Peso Unitario Suelto**

Descripción		Muestra 1	Muestra 2
Peso del molde	(gr)	7535.00	7535.00
Volumen del molde	(m <sup>3</sup> )	0.002118	0.002118
Peso del molde + peso de la muestra seca	(gr)	10720.00	10715.00
Peso de la muestra seca	(gr)	3185.00	3180.00
Peso unitario seco suelto húmedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1503.78	1501.42
Peso unitario seco suelto húmedo promedio	(Kg/m <sup>3</sup> )	1502.60	

3.- **Peso Unitario Compactado**

Descripción		Muestra 1	Muestra 2
Peso del molde	(gr)	7535.00	7535.00
Volumen del molde	(m <sup>3</sup> )	0.002118	0.002118
Peso del molde + peso de la muestra seca	(gr)	11285.00	11270.00
Peso de la muestra seca	(gr)	3750.00	3735.00
Peso unitario seco compactado húmedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1770.54	1763.46
Peso unitario seco suelto compactado promedio	(Kg/m <sup>3</sup> )	1767.00	

PESO UNITARIO SUELTO =	1473.07 kg/m <sup>3</sup>
PESO UNITARIO COMPACTADO =	1734.27 kg/m <sup>3</sup>

  
**Jorge Carraspiña Parra**  
 TSC DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
**Miguel Ángel Ruiz Perales**  
 Ingeniero Civil  
 CIP 246904



**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO**

NORMA: N.T.P. 400.022 / ASTM C-128

<b>Testista:</b>	Cornejo Ramos Rosario Dolores
<b>Teste:</b>	Elaboración de Adoquin de Concreto Permeable para Facilitar el Drenaje de Aguas Pluviales en la Región de Lambayeque.
<b>Fuente:</b>	Cantera Carraspiña
<b>Fecha Emision:</b>	20/12/2022
<b>Muestra:</b>	Arena

Descripción	Muestra I
Peso de la Muest. Sat. Sup. Seca. (gr.)	250.00
Peso de la Muest. Sat. Sup. Seca + Peso frasco + Peso del ag (gr.)	616.52
Peso de la Muest. Sat. Sup. Seca + agua en el frasco (gr.)	498.63
Peso del Agua (gr.)	248.63
Peso del Frasco (gr.)	117.89
Peso de la muestra seca al horno (gr.)	243.12
Volumen del frasco (cm <sup>3</sup> )	111.01

PESO ESPECIFICO DE MASA =	2.062 gr/cm <sup>3</sup>
PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA =	2.121 gr/cm <sup>3</sup>
PESO ESPECIFICO APRENTE =	2.196 gr/cm <sup>3</sup>
ABSORCION DE AGUA =	2.83%

LMSCEACH  
Jorge Tomapasca Parra  
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Miguel Angel Ruiz Perales  
Ingeniero Civil  
CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO DEL AGREGADO GRUESO**  
 NORMA: N.T.P. 400,012 / ASTM C-136

**Tecnicista:** Cornejo Ramos Rosario Dolores

**Tesis:** Elaboración de Adoquín de Concreto Permeable para Facilitar el Drenaje de Aguas Pluviales en la Región de Lambayeque.

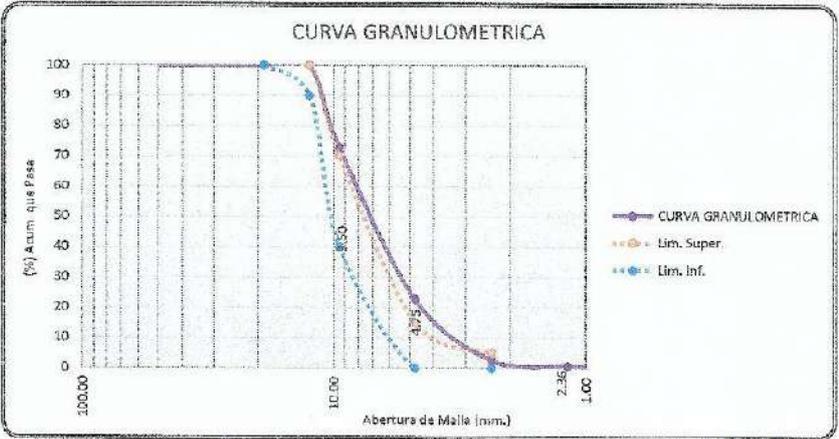
**Fuente:** Cantera Garraspina

**Fecha Emision:** 20/12/2022

**Muestra:** Piedra 3/8" **Peso de la Muestra:** 2000 (gr.)

Tamiz (ulg.)	(mm.)	Peso Retenido (gr.)	(% ) Parcial Retenido	(% ) Acumulado Ret.	(% ) Acumulado Que Pasa	Huso 7	
						Lim. Super.	Lim. Infer.
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100	90
3/8"	9.50	545.21	27.26	27.26	72.74	70	40
Nº04	4.75	1001.25	50.06	77.32	22.68	15	0
Nº08	2.36	398.95	19.95	97.27	2.73	5	0
Nº16	1.18	41.07	2.05	99.32	0.68		
Nº30	0.60						
Nº50	0.30						
Nº100	0.15						
Nº200	0.07						
Fondo		13.54	0.68	100.00	0.00		

**Módulo de Fineza:** 6.98  
**Tamaño Maximo Nominal:** 3/8"



*[Signature]*  
 LMSCEACH  
 Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto, Emulsiones y Asfaltos Chiclayo E.I.R.L.

*[Signature]*  
 Miguel Ángel Ruiz Perales  
 Ingeniero Civil  
 CIP 246904



**CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO**

NORMA: N.T.P. 339.185 / ASTM C-566

Testista:	Cornejo Ramos Rosario Dolores
Testis:	Elaboración de Adoquín de Concreto Permeable para Facilitar el Drenaje de Aguas Pluviales en la Región de Lambayeque
Fuente:	Cantera Garraspiña
Fecha Emisión:	20/12/2022
Muestra:	Piedra 3/8"

Descripción		Muestra 1	Muestra 2
Peso de muestra húmeda	(gr.)	1003.10	1002.25
Peso de muestra seca	(gr.)	997.14	999.11
Peso de agua	(gr.)	5.96	3.14
Contenido de humedad	(%)	0.60	0.31
Contenido de humedad promedio	(%)	0.46	

**CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL = 0.46%**

Jorge Luis Escobar Perillo  
ING. CIVIL EN OBRAS Y MANEJO DE  
ESTRUCTURAS

Miguel Angel Ruiz Peralta  
Ingeniero Civil  
CIP 246904

**PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO**

NORMA: N.T.P. 400.017 / ASTM C-29

<b>Testista:</b>	Cornejo Ramos Rosario Dolores
<b>Testis:</b>	Elaboración de Adoquín de Concreto Permeable para Facilitar el Drenaje de Aguas Pluviales en la Región de Lambayeque.
<b>Fuente:</b>	Cantera Garraspina
<b>Fecha Emisión:</b>	20/12/2022
<b>Muestra:</b>	Piedra 3/8"

1.- *Contenido de Humedad*

Descripción	Muestra 1	Muestra 2
Peso de muestra húmeda (gr.)	1003.10	1002.25
Peso de muestra seca (gr.)	997.14	999.11
Peso de agua (gr.)	5.96	3.14
Contenido de humedad (%)	0.60	0.31
Contenido de humedad promedio (%)	0.46	

2.- *Peso Unitario Suelto*

Descripción	Muestra 1	Muestra 2
Peso del molde (gr.)	7535.00	7535.00
Volumen del molde (m <sup>3</sup> )	0.002118	0.002118
Peso del molde + peso de la muestra seca (gr.)	10330.00	10395.00
Peso de la muestra seca (gr.)	2795.00	2860.00
Peso unitario seco suelto húmedo (Kg./m <sup>3</sup> )	1319.64	1350.33
Peso unitario seco suelto húmedo promedio (Kg./m <sup>3</sup> )	1334.99	

3.- *Peso Unitario Compactado*

Descripción	Muestra 1	Muestra 2
Peso del molde (gr.)	7535.00	7535.00
Volumen del molde (m <sup>3</sup> )	0.002118	0.002118
Peso del molde + peso de la muestra seca (gr.)	10770.00	10750.00
Peso de la muestra seca (gr.)	3235.00	3215.00
Peso unitario seco compactado húmedo (Kg./m <sup>3</sup> )	1527.38	1517.94
Peso unitario seco compactado húmedo prom (Kg./m <sup>3</sup> )	1522.66	

PESO UNITARIO SUELTO =	1328.93 kg/m <sup>3</sup>
PESO UNITARIO COMPACTADO =	1515.75 kg/m <sup>3</sup>

  
**Jorge Tamayo**  
 TERCEROS CARGOS Y MOVIMIENTOS

  
**Miguel Ángel**  
 Ingeniero Civil  
 CIP 246904



**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO**

NORMA: N.T.F. 400,021 / ASTM C-127

Tecista:	Cornejo Ramos Rosario Dolores
Tests:	Elaboración de Adoquín de Concreto Permeable para Facilitar el Drenaje de Aguas Pluviales en la Región de Lambaveque.
Fuente:	Cantera Garraspiña
Fecha Emision:	20/12/2022
Muestra:	Piedra 3/8"

Descripción	Muestra 1
Peso de la muestra seca al horno (gr.)	1102.10
Peso de muestra superficialmente seca al aire (gr.)	1112.70
Peso de muestra superficialmente seca sumergida (gr.)	701.80
PESO ESPECIFICO DE MASA =	2.682 gr/cm <sup>3</sup>
PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA =	2.708 gr/cm <sup>3</sup>
PESO ESPECIFICO APRENTE =	2.753 gr/cm <sup>3</sup>
ABSORCIÓN DE AGUA =	0.96%

  
Miguel Angel Ruiz Peraza  
Ingeniero Civil  
CIP 246904

  
LMSCEACH S.A.S.  
Jorge T. Campasca Pantoja  
T.E.C. S. S. SUELOS Y FUNDACIONES



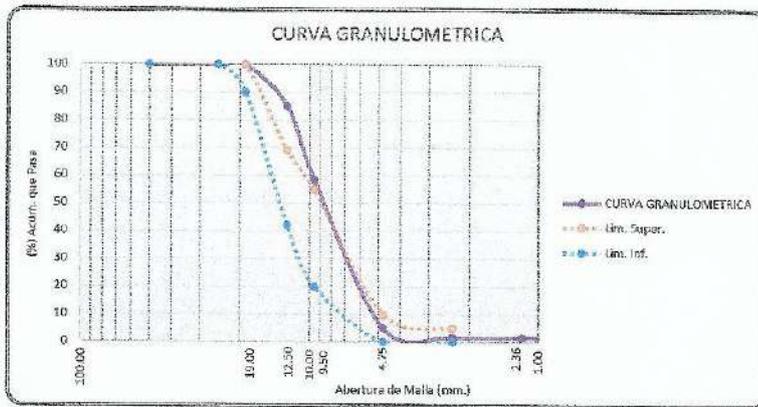
INFORME DE ENSAYO

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO DEL AGREGADO GRUESO**  
 NORMA: N.T.P. 400.012 / ASIM C-136

Tecnista:	Cornejo Ramos Rosario Dolores		
Testis:	Elaboración de Adoquin de Concreto Permeable para Facilitar el Drenaje de Aguas Pluviales en la Región de Lambayeque.		
Fuente:	Cantera Garraspiña		
Fecha Emisión:	20/12/2022		
Muestra:	Piedra 1/2"	Peso de la Muestra:	2000 (gr.)

Tamiz (pulg.)	(mm.)	Peso Retenido (gr.)	(% Parcial Retenido)	(% Acumulado Ret.)	(% Acumulado Que Pasa)	Huso 67	
						Lím. Super.	Lím. Infer.
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100	90
1/2"	12.50	297.65	14.88	14.88	85.11	60	42
3/8"	9.50	532.37	26.62	41.50	58.49	55	20
Nº04	4.75	1067.09	53.35	94.86	5.14	10	0
Nº08	2.36	69.59	3.48	98.34	1.66	5	0
Nº16	1.18						
Nº30	0.60						
Nº50	0.30						
Nº100	0.15						
Nº200	0.07						
Fondo		33.2	1.66	100.00	0.00		

Módulo de Finezas:	7.41
Tamaño Máximo Nominal:	1/2"



*Jorge Torrealba Pantoja*  
 LMSCEACH  
 Jorge Torrealba Pantoja  
 TEG. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

*Miguel Ángel Ruiz Perales*  
 Miguel Ángel Ruiz Perales  
 Ingeniero Civil  
 CIP 246904



**CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO**

NORMA: N.T.P. 339,185 / ASTM C-566

<b>Tecista:</b>	Cornejo Ramos Rosario Dolores
<b>Tesis:</b>	Elaboración de Adoquín de Concreto Permeable para Facilitar el Drenaje de Aguas Pluviales en la Región de Lambayeque.
<b>Fuente:</b>	Cantera Garraspiña
<b>Fecha Emisión:</b>	20/12/2022
<b>Muestra:</b>	Piedra 1/2"

Descripción		Muestra 1	Muestra 2
Peso de muestra húmeda	(gr.)	1000.90	1051.41
Peso de muestra seca	(gr.)	996.45	1046.92
Peso de agua	(gr.)	4.45	4.49
Contenido de humedad	(%)	0.45	0.43
Contenido de humedad promedio	(%)	0.44	

**CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL = 0.44%**

Jorge P. Carrasco P.  
INGENIERO CIVIL  
CIP 246904

Miguel Angel Ruiz Perales  
Ingeniero Civil  
CIP 246904

**PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO**

NORMA: N.T.P. 400.017 / ASTM C-29

<b>Testista:</b>	Cornejo Ramos Rosario Dolores
<b>Tesis:</b>	Elaboración de Adoquín de Concreto Permeable para Facilitar el Drenaje de Aguas Pluviales en la Región de Lambayeque.
<b>Fuente:</b>	Cantera Garraspiña
<b>Fecha Emisión:</b>	20/12/2022
<b>Muestra:</b>	Piedra 3/8"

1.- *Contenido de Humedad*

Descripción	Muestra 1	Muestra 2
Peso de muestra húmeda (gr.)	1003.10	1002.25
Peso de muestra seca (gr.)	997.14	999.11
Peso de agua (gr.)	5.96	3.14
Contenido de humedad (%)	0.60	0.31
Contenido de humedad promedio (%)	0.46	

2.- *Peso Unitario Suelto*

Descripción	Muestra 1	Muestra 2
Peso del molde (gr.)	7535.00	7535.00
Volumen del molde (m <sup>3</sup> )	0.002118	0.002118
Peso del molde + peso de la muestra seca (gr.)	10330.00	10395.00
Peso de la muestra seca (gr.)	2795.00	2860.00
Peso unitario seco suelto húmedo (Kg./m <sup>3</sup> )	1319.64	1350.33
Peso unitario seco suelto húmedo promedio (Kg./m <sup>3</sup> )	1334.99	

3.- *Peso Unitario Compactado*

Descripción	Muestra 1	Muestra 2
Peso del molde (gr.)	7535.00	7535.00
Volumen del molde (m <sup>3</sup> )	0.002118	0.002118
Peso del molde + peso de la muestra seca (gr.)	10770.00	10750.00
Peso de la muestra seca (gr.)	3235.00	3215.00
Peso unitario seco compactado húmedo (Kg./m <sup>3</sup> )	1527.38	1517.94
Peso unitario seco compactado húmedo prom (Kg./m <sup>3</sup> )	1522.66	

<b>PESO UNITARIO SUELTO =</b>	<b>1328.93 kg/m<sup>3</sup></b>
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO =</b>	<b>1515.75 kg/m<sup>3</sup></b>

**Jorge Tomapaseca Pantoja**  
 ING. DE SUELOS Y FUNDACIONES

**Miguel Angel A.**  
 Ingeniero Civil  
 CIP 246904



**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO**

NORMA: N.T.P. 400.021 / ASTM C-127

<b>Taxista:</b>	Cornejo Ramos Rosario Dolores
<b>Tesis:</b>	Elaboración de Adoquín de Concreto Permeable para Facilitar el Drenaje de Aguas Pluviales en la Región de Lambayeque.
<b>Fuente:</b>	Cantera Garraspiña
<b>Fecha Emisión:</b>	20/12/2022
<b>Muestra:</b>	Piedra 1/2"

Descripción	Muestra 1
Peso de la muestra seca al horno (gr.)	1091.30
Peso de muestra superficialmente seca al aire (gr.)	1100.40
Peso de muestra superficialmente seca sumergida (gr.)	708.90
<b>PESO ESPECIFICO DE MASA =</b>	<b>2.787 gr/cm<sup>3</sup></b>
<b>PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA =</b>	<b>2.811 gr/cm<sup>3</sup></b>
<b>PESO ESPECIFICO APARENTE =</b>	<b>2.854 gr/cm<sup>3</sup></b>
<b>ABSORCIÓN DE AGUA =</b>	<b>0.83%</b>

  
LMSCEACH  
Jorge Tomapasca Pantoja  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
Miguel Angel Rulz Perales  
Ingeniero Civil  
CIP 246804

Anexo III: Diseño de Mezclas



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.

INFORME DE ENSAYO

**DISEÑO CONCRETO PERMEABLE POR ACI 522R-10**  
MUESTRA PATRÓN - I

Peso específico del cemento: 3100 kg/m<sup>3</sup>

Cantera: 3 Tomas en el Distrito de Mesones Maro

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS			
	A.fino	A.grueso	Unidades
PEM	2.63	2.671	gr/cm <sup>3</sup>
PUSS	1683	1420	kg/m <sup>3</sup>
PUCS	1933	1670	kg/m <sup>3</sup>
%H	0.83	0.75	%
%A	0.85	0.52	%
TMN	-	3/8"	
MF	3	-	

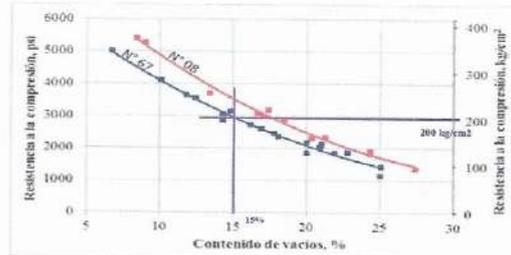
**Paso I:** Porcentaje de vacíos.

El porcentaje de vacíos es 15%, teniendo en cuenta que el tamaño de los agregados gruesos a utilizar (Huso N° 67 y N° 08) están dentro de los rangos dados por la norma ACI 522R-10.

% Vacíos: 15 %

**Paso II:** Verificación de la resistencia a la compresión de diseño.

Una vez elegido el porcentaje de vacíos, se puede suponer la resistencia a la compresión de acuerdo con la figura #1. En el cual se detalla la variación de las resistencias a la compresión del concreto permeable desarrollados a los 28 días con dos tamaños de agregados gruesos: No. 08 (3/8") y No. 67 (3/4").



Fuente: [15] y Adaptado de ACI 522R-10

Figura #1: Relación entre el contenido de vacíos y la resistencia a la compresión a los 28 días para tamaños de agregados Nro. 67 y Nro. 8.

Según la figura #2 precedente para un contenido de vacíos de 15%, obtenemos una resistencia a la compresión referencial de 200 kg/cm<sup>2</sup>, sin embargo este valor es referencial.

F'c referencial: 200 kg/cm<sup>2</sup>

**Jorge Tomapasca Parra**  
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 Ingeniero Civil  
 CIP 246904

**Paso III:** Elección de la relación agua/cemento.

Los concretos permeables deben ser proporcionados con una relación agua-cemento relativamente baja (0.26-0.40). (ACI 522R-10)

- Si la cantidad de agua es excesiva, esto conducirá al drenaje de la pasta y la obstrucción del sistema de poros, por ello la adición del agua debe ser monitoreada de cerca en la elaboración de
- Así como un déficit insuficiente de agua en la elaboración de un concreto permeable estar tan húmedo que la pasta tiende a salir del agregado.

A/C: 0.25

Tomando en cuenta resultados presentados en investigaciones referentes a la relación agua-cemento a/c en el concreto permeable, tenemos:

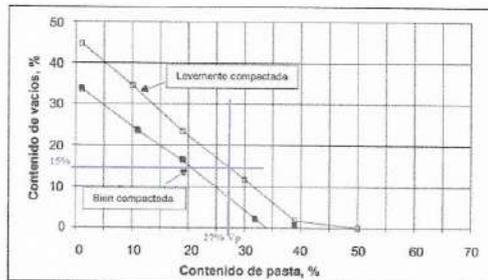
- Jacinto Aquino, con relación agua/cemento de 0.30 aumenta su fuerza de compresión, flexión independientemente del contenido de agregado fino.
- Amorós y Bendezu, usaron una relación agua/cemento 0.40, obteniendo mejor trabajabilidad en la elaboración de las muestras, como también resistencias a la compresión favorables.

Por lo que se eligió las relaciones agua/cemento de 0.25, 0.30 y 0.35, valores de resultados de las diferentes investigaciones, resultando además que según ACI 522R-10 las resistencias relativamente altas en el concreto permeable son posibles con una relación a/c de aproximadamente 0.40.

**Paso IV:** Cálculo de agua (Volumen de pasta= Volumen de Cemento + Volumen de Agua)

Para el tipo de compactación se optó por elegir el caso más crítico correspondiente a un grado de compactación ligera ya que nada nos garantiza que en la elaboración de un concreto permeable se pueda obtener la compactación adecuada, debido a la poca difusión del modo de compactación y la falta de otras maquinarias capaces de compactar este tipo de concreto.

De acuerdo con el tipo de compactación aplicado y el porcentaje de vacíos, se puede obtener el porcentaje de pasta a partir de la figura #2, el cual es:



% Pasta inicial= 27 %

\* Cuando el agregado fino es usado: el volumen de pasta se ve reducido en 2% por cada 10% de agregado fino del total de agregado calculado para un concreto permeable bien compactado y en un 1% por cada 10% del agregado fino del total de agregado calculado para un concreto permeable ligeramente compactado.

Como se está utilizando un 10% de agregado fino del volumen total de agregados, y el tipo de compactación aplicado es "Ligeramente compactado", debemos reducir en 1% el volumen de pasta obtenido de la figura #2.

% Pasta final= 26 %

*Homayaco P.*  
 Jorge Homayaco P.  
 TECNICO EN MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

*Miguel Angel Ruiz Perales*  
 Miguel Angel Ruiz Perales  
 Ingeniero Civil  
 CIP 246904

INFORME DE ENSAYO

Partiendo de la siguiente ecuación expresado con la relación agua/cemento, tenemos:

$$V_p = \frac{c}{\gamma_c} + \frac{c \cdot a}{\gamma_a}$$

Donde:

- Vp: Volumen de pasta (%).
- c: Peso del cemento por m3 de mezcla (kg).
- a: Peso del agua por m3 de mezcla (kg).
- $\gamma_c$ : Peso específico del cemento (kg/m3).
- $\gamma_a$ : Peso específico del agua (kg/m3).

De la tabla N°23 y N°24, se presentan los siguientes valores correspondientes a la densidad del cemento y la densidad del agua.

$$\begin{aligned} \gamma_c &= 3100 \text{ kg/m}^3 \\ \gamma_a &= 1000 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Despejando a:

$$\begin{aligned} 0.26 &= \frac{c}{3100} + \frac{c \cdot 0.25}{1000} \\ 0.26 &= 0.000323 \cdot c + 0.000250 \cdot c \end{aligned}$$

Dando como resultado:

$$\begin{aligned} c &= 454.08 \text{ kg} \\ a &= 113.52 \text{ Lts} \end{aligned}$$

**Paso V:** Volúmenes absolutos por m3 de concreto y Condiciones Secas.

A) Volúmenes absolutos por m3 de concreto.

C =	$\frac{454.08 \text{ kg}}{3100 \text{ kg/m}^3}$	=	0.146 m3 de concreto
Agua =	$\frac{114 \text{ lt/m}^3}{1000 \text{ kg/m}^3}$	=	0.114 m3 de concreto
Aire =	$\frac{15}{100}$	=	0.150 m3 de concreto
	$\sum \text{total} =$		0.410 m3 de concreto

Como el total es 1m3 concreto tenemos:

$$\text{AG(Grueso)} + \text{PARCIAL} = 1$$

$$\text{AG(GRUESO)} = 0.590 \text{ m3 de concreto}$$

Considerando solo EL 10% del porcentaje de agregado fino tenemos:

$$\text{Ag. (Fino)} = 0.059 \text{ m3 de concreto}$$

Resultando el agrgado grueso corregido:

$$\text{Ag. (Grueso)} = 0.531 \text{ m3 de concreto}$$

Ahora obteniendo el P.SECO, Ag. Fino:

$$\begin{aligned} \text{P. SECO, Ag. Fino} &= \text{Ag. (Fino)} \times \text{PEM} \\ &= 0.059 \times 2630 \\ \text{P. SECO, Ag. Fino} &= 155.17 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Ahora obteniendo el P.SECO, Ag. Grueso:

$$\begin{aligned} \text{P. SECO, Ag. Grueso} &= \text{Ag. (Grueso)} \times \text{PEM} \\ &= 0.531 \times 2671 \\ \text{P. SECO, Ag. Grueso} &= 1418.30 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

B) Condiciones Secas.

P. SECO, Ag. Fino =	155.17	kg/m <sup>3</sup> concreto
P. SECO, Ag. Grueso =	1418.30	kg/m <sup>3</sup> concreto
Agua =	114	lts
C =	454.08	kg
	10.68	lbs/m <sup>3</sup>

**Paso VI:** Corrección por Humedad, Absorción y Aporte de Agua Efectiva

A) Corrección de humedad

$$\text{PESO HÚMEDO AGREGADO} = PH = PS(1 + \%H)$$

P.H.(Fino) =	156.46	kg/m <sup>3</sup> concreto
P.H.(Grueso) =	1428.94	kg/m <sup>3</sup> concreto

  
**Jorge Tamapasca Parra**  
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 Ingeniero Civil  
 CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

B) Corrección por Absorción y Aporte de Agua Efectiva

$$APORTE=AP = PS(\%H - \%A)$$

Ap.(Fino)-	-0.03	lbs
Ap.(Grueso)-	3.26	lbs
Ap(TOTAL)-	3.23	lbs
A. EFECTIVA-	A.DISEÑO-AP(TOTAL)	
A. EFECTIVA-	113.52	-
A. EFECTIVA-	110.29	lbs

**Paso VII:** Diseño de Mezcla por Condiciones Húmedas

P. HÚMEDO. Ag. Fino=-	156.46	kg/m <sup>3</sup> concreto
P. HÚMEDO. Ag. Grueso=-	1428.94	kg/m <sup>3</sup> concreto
AGUA=-	110.29	lbs
C=-	454.08	kg
	10.68	lbs/m <sup>3</sup>
Nueva relación agua -cemento		
w/c=-	0.243	lbs/bls

**Paso VIII:** Dosificación en Peso

$$(C: AG. Fino: AG. Grueso)/(AGUA)$$

1	0.34	3.15	0.24	lbs/bls
---	------	------	------	---------

**Paso IX:** Materiales para 1 probeta cilíndrica (Sin considerar desperdicio)

Materiales para 1 probeta de 6"x12" (15x30cm)

Volumen de probeta= 0.0053 m<sup>3</sup>

Usamos el paso VIII ( Condiciones Húmedas)

C=-	0.0053	x	454.08	=	2407.30 gr
AG. Fino=-	0.0053	x	156.46	=	829.45 gr
AG. Grueso=-	0.0053	x	1428.94	=	7575.43 gr
AGUA=-	0.0053	x	110.29	=	584.70 ml.

Materiales para 1 testigo -Slump 0"	
CEMENTO	2407.30 gr
AG.FINO	829.45 gr
AG.GRUESO	7575.43 gr
AGUA	584.70 ml.

  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 Ingeniero Civil  
 CIP 246904

  
**Jorge Tompasca Parico**  
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**DISEÑO CONCRETO PERMEABLE POR ACI 522R-10**  
**MUESTRA I**

Peso específico del cemento: 3100 kg/m<sup>3</sup>

Cantera: 3 Tomas en el Distrito de Mesones Muro

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS			
	A. fino	A. grueso	Unidades
PEM	2.63	2.671	gr/cm <sup>3</sup>
PUSS	1683	1420	kg/m <sup>3</sup>
PUCS	1933	1670	kg/m <sup>3</sup>
%H	0.83	0.75	%
%A	0.85	0.52	%
TMN	-	3/8"	
MF	3	-	

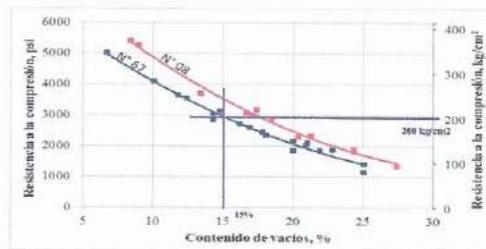
**Paso I:** Porcentaje de vacíos.

El porcentaje de vacíos es 15%, teniendo en cuenta que el tamaño de los agregados gruesos a utilizar (Huso N° 67 y N° 08) están dentro de los rangos dados por la norma ACI 522R-10.

**% Vacíos:** 15 %

**Paso II:** Verificación de la resistencia a la compresión de diseño.

Una vez elegido el porcentaje de vacíos, se puede suponer la resistencia a la compresión de acuerdo con la figura #1. En el cual se detalla la variación de las resistencias a la compresión del concreto permeable desarrollados a los 28 días con dos tamaños de agregados gruesos: No. 08 (3/8") y No. 67 (3/4").



Fuente: [15] y Adaptado de ACI 522R-10

Figura #1: Relación entre el contenido de vacíos y la resistencia a la compresión a los 28 días para tamaños de agregados Nro. 67 y Nro. 8.

Según la figura #2 precedente para un contenido de vacíos de 15%, obtenemos una resistencia a la compresión referencial de 200 kg/cm<sup>2</sup>, sin embargo este valor es referencial.

**F'c referencial:** 200 kg/cm<sup>2</sup>

  
**Jorge Tomapasca Panto**  
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 Ingeniero Civil  
 CIP 246904

**Paso III:** Elección de la relación agua/cemento.

Los concretos permeables deben ser proporcionados con una relación agua-cemento relativamente baja (0.26-0.40). (ACI 522R-10)

- Si la cantidad de agua es excesiva, esto conducirá al drenaje de la pasta y la obstrucción del sistema de poros, por ello la adición del agua debe ser monitoreada de cerca en la elaboración de
- Así como un déficit insuficiente de agua en la elaboración de un concreto permeable estar tan húmedo que la pasta tiende a salir del agregado.

A/C: 0.25

Tomando en cuenta resultados presentados en investigaciones referentes a la relación agua-cemento a/c en el concreto permeable, tenemos:

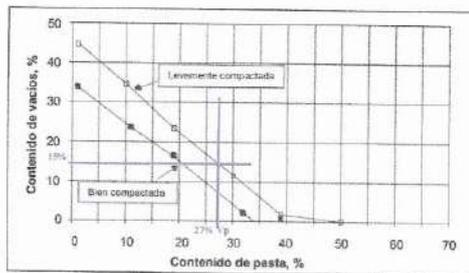
- Jacinto Aquino, con relación agua/cemento de 0.30 aumenta su fuerza de compresión, flexión independientemente del contenido de agregado fino.
- Amorós y Bendezú, usaron una relación agua/cemento 0.40, obteniendo mejor trabajabilidad en la elaboración de las muestras, como también resistencias a la compresión favorables.

Por lo que se eligió las relaciones agua/cemento de 0.25, 0.30 y 0.35, valores de resultados de las diferentes investigaciones, resaltando además que según ACI 522R-10 las resistencias relativamente altas en el concreto permeable son posibles con una relación a/c de aproximadamente 0.40.

**Paso IV:** Cálculo de agua (Volumen de pasta= Volumen de Cemento + Volumen de Agua)

Para el tipo de compactación se optó por elegir el caso más crítico correspondiente a un grado de compactación ligera ya que nada nos garantiza que en la elaboración de un concreto permeable se pueda obtener la compactación adecuada, debido a la poca difusión del modo de compactación y la falta de otras maquinarias capaces de compactar este tipo de concreto.

De acuerdo con el tipo de compactación aplicado y el porcentaje de vacíos, se puede obtener el porcentaje de pasta a partir de la figura #2, el cual es:



% Pasta inicial= 27 %

\* Cuando el agregado fino es usado: el volumen de pasta se ve reducido en 2% por cada 10% de agregado fino del total de agregado calculado para un concreto permeable bien compactado y en un 1% por cada 10% del agregado fino del total de agregado calculado para un concreto permeable ligeramente compactado.

Como se está utilizando un 10% de agregado fino del volumen total de agregados, y el tipo de compactación aplicado es "Ligeramente compactado", debemos reducir en 1% el volumen de pasta obtenido de la figura #2.

% Pasta final= 26 %

*S. Homopasca P.*  
**Sergio Homopasca Pantoja**  
 TECNICO EN MATERIAS PLASTICAS Y PAVIMENTOS

*Miguel Angel Ruiz Perales*  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 Ingeniero Civil  
 CIP 245904



INFORME DE ENSAYO

Partiendo de la siguiente ecuación expresado con la relación agua/cemento, tenemos:

$$V_p = \frac{c}{\gamma_c} + \frac{c \cdot \left(\frac{a}{c}\right)}{\gamma_a}$$

Donde:

- Vp: Volumen de pasta (%).
- c: Peso del cemento por m3 de mezcla (kg).
- a: Peso del agua por m3 de mezcla (kg).
- $\gamma_c$ : Peso específico del cemento (kg/m3).
- $\gamma_a$ : Peso específico del agua (kg/m3).

De la tabla N°23 y N°24, se presentan los siguientes valores correspondientes a la densidad del cemento y la densidad del agua.

$\gamma_c = 3100 \text{ kg/m}^3$   
 $\gamma_a = 1000 \text{ kg/m}^3$

Despejando en la ecuación:

$$0.26 = \frac{c}{3100} + \frac{c \cdot 0.25}{1000}$$

$$0.26 = 0.000323 \cdot c + 0.000250 \cdot c$$

Dando como resultado:

**C = 454.08 kg**  
**a = 113.52 Lts**

**Paso V:** Volúmenes absolutos por m<sup>3</sup> de concreto y Condiciones Secas.

**A) Volúmenes absolutos por m3 de concreto.**

C =	$\frac{454.08 \text{ kg}}{3100 \text{ kg/m}^3}$	=	0.146 m3 de concreto
Agua =	$\frac{114 \text{ lt/m}^3}{1000 \text{ kg/m}^3}$	=	0.114 m3 de concreto
Aire =	$\frac{15}{100}$	=	0.150 m3 de concreto
Aditivo =	$\frac{0.5}{100}$	=	0.005 m3 de concreto

$\sum \text{total} =$  0.415 m3 de concreto  
PARCIAL

Como el total es 1m3 concreto tenemos:

AG(Gruoso) = 0.585 m3 de concreto  
AG(Gruoso) = PARCIAL =

Considerando solo EL 10% del porcentaje de agregado fino tenemos:

Ag. (Fino) = 0.059 m3 de concreto

Resultando el agregado grueso corregido:

Ag. (Gruoso) = 0.527 m3 de concreto

Ahora obteniendo el P.SECO. Ag. Fino.

P. SECO. Ag. Fino =  $\frac{0.059 \cdot \text{Ag. (Fino)} \cdot \text{PEM}}{x}$  = 2630  
P. SECO. Ag. Fino = 153.86 kg/m<sup>3</sup>

Ahora obteniendo el P.SECO. Ag. Grueso:

P. SECO. Ag. Grueso =  $\frac{0.527 \cdot \text{Ag. (Gruoso)} \cdot \text{PEM}}{x}$  = 2671  
P. SECO. Ag. Grueso = 1406.28 kg/m<sup>3</sup>

**B) Condiciones Secas.**

P. SECO. Ag. Fino =	153.86	kg/m <sup>3</sup> concreto
P. SECO. Ag. Grueso =	1406.28	kg/m <sup>3</sup> concreto
Agua =	114	lts
C =	454.08	kg
	10.68	lts/m <sup>3</sup>
Aditivo Z-IR =	2.03	lts

**Paso VI:** Corrección por Humedad, Absorción y Aporte de Agua Efectiva

**A) Corrección de humedad**

**PESO HÚMEDO AGREGADO = PH = PS(1 + %H)**

P.H.(Fino) =	155.13	kg/m <sup>3</sup> concreto
P.H.(Grueso) =	1416.83	kg/m <sup>3</sup> concreto

*Jorge Torres Pasca Pantoja*  
**Jorge Torres Pasca Pantoja**  
 TEC. EN SUELOS Y PAVIMENTOS

*Miguel Angel Ruiz Perales*  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 Ingeniero Civil  
 CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

B) Corrección por Absorción y Aporte de Agua Efectiva

$$APORTE=AP = PS(\%H - \%A)$$

Ap.(Fino)=	-0.03 lts
Ap.(Grueso)=	3.23 lts
Ap(TOTAL)=	3.20 lts

A. EFECTIVA=	A.DISEÑO-AP(TOTAL)	
A. EFECTIVA=	113.52	3.20
A. EFECTIVA=	110.32 lts	

**Paso VII:** Diseño de Mezcla por Condiciones Húmedas

P. HÚMEDO. Ag. Fino=	155.13	kg/m <sup>3</sup> concreto
P. HÚMEDO. Ag. Grueso=	1416.83	kg/m <sup>3</sup> concreto
AGUA=	110.32	lts
C=	454.08	kg
	10.68	bls/m <sup>3</sup>
ADITIVO Z-IR=	2.03	lts
Nueva relación agua-cemento		
a/c=	0.243	lts/bls

**Paso VIII:** Dosificación en Peso

$$(C: AG.Fino: AG.Grueso):(AGUA)$$

1	0.34	3.12	0.24	lts/bls
---	------	------	------	---------

**Paso IX:** Materiales para 1 probeta cilíndrica (Sin considerar desperdicio)

Materiales para 1 probeta de 6"x12" (15x30cm)

Volumen de probeta= 0.0053 m<sup>3</sup>

Usamos el paso VIII ( Condiciones Húmedas)

C=	0.0053	x	454.08	=	2407.30 gr
AG. Fino=	0.0053	x	155.13	=	822.42 gr
AG. Grueso=	0.0053	x	1416.83	=	7511.23 gr
AGUA=	0.0053	x	110.32	=	584.84 mL
ADITIVO Z-IR=	0.0053	x	2.03	=	10.75 mL

Materiales para 1 testigo -Slump 0"	
CEMENTO	2407.30 gr
AG.FINO	822.42 gr
AG.GRUESO	7511.23 gr
AGUA	584.84 mL
ADITIVO Z-IR	10.75 mL

  
**Jorge Tomapasca Panta**  
 TEG. DE SUELOS Y RAMENTOS

  
**Miguel Angel Ruz Perales**  
 Ingeniero Civil  
 CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

DISEÑO CONCRETO PERMEABLE POR ACI 522R-10  
MUESTRA 2

Peso específico del cemento: 3100 kg/m<sup>3</sup>

Cantera: 3 Tomas en el Distrito de Mesones Muro

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS			
	A.fino	A.grueso	Unidades
PEM	2.63	2.671	gr/cm <sup>3</sup>
PUSS	1683	1420	kg/m <sup>3</sup>
PUCS	1933	1670	kg/m <sup>3</sup>
%H	0.83	0.75	%
%A	0.85	0.52	%
TMN	-	3/8"	
MF	3	-	

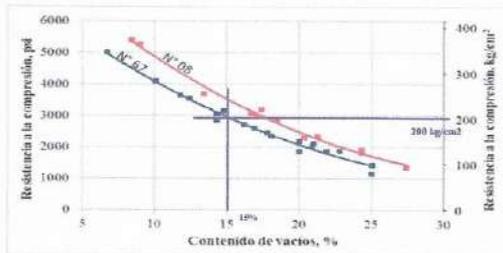
**Paso I:** Porcentaje de vacíos.

El porcentaje de vacíos es 15%, teniendo en cuenta que el tamaño de los agregados gruesos a utilizar (Huso N° 67 y N° 08) están dentro de los rangos dados por la norma ACI 522R-10.

**% Vacíos:** 15 %

**Paso II:** Verificación de la resistencia a la compresión de diseño.

Una vez elegido el porcentaje de vacíos, se puede suponer la resistencia a la compresión de acuerdo con la figura #1. En el cual se detalla la variación de las resistencias a la compresión del concreto permeable desarrollados a los 28 días con dos tamaños de agregados gruesos: No. 08 (3/8") y No. 67 (3/4").



Fuente: [15] y Adaptado de ACI 522R-10

Figura #1: Relación entre el contenido de vacíos y la resistencia a la compresión a los 28 días para tamaños de agregados Nro. 67 y Nro. 8.

Según la figura #2 precedente para un contenido de vacíos de 15%, obtenemos una resistencia a la compresión referencial de 200 kg/cm<sup>2</sup>, sin embargo este valor es referencial.

**F'c referencial:** 200 kg/cm<sup>2</sup>

LMSCEACH  
Romoparca P.

Miguel Ángel Ruz Peralas  
Ingeniero Civil  
CIP 246904

**Paso III:** Elección de la relación agua/cemento.

Los concretos permeables deben ser proporcionados con una relación agua-cemento relativamente baja (0.26-0.40). (ACI 522R-10)

- Si la cantidad de agua es excesiva, esto conducirá al drenaje de la pasta y la obstrucción del sistema de poros, por ello la adición del agua debe ser monitoreada de cerca en la elaboración de
- Así como un déficit insuficiente de agua en la elaboración de un concreto permeable estar tan húmedo que la pasta tiende a salir del agregado.

A/C: 0.25

Tomando en cuenta resultados presentados en investigaciones referentes a la relación agua-cemento  $w/c$  en el concreto permeable, tenemos:

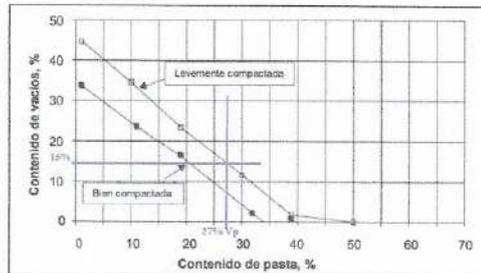
- Jacinto Aquino, con relación agua/cemento de 0.30 aumenta su fuerza de compresión, flexión independientemente del contenido de agregado fino.
- Amoros y Bendezu, usaron una relación agua/cemento 0.40, obteniendo mejor trabajabilidad en la elaboración de las muestras, como también resistencias a la compresión favorables.

Por lo que se eligió las relaciones agua/cemento de 0.25, 0.30 y 0.35, valores de resultados de las diferentes investigaciones, resaltando además que según ACI 522R-10 las resistencias relativamente altas en el concreto permeable son posibles con una relación  $w/c$  de aproximadamente 0.40.

**Paso IV:** Cálculo de agua (Volumen de pasta = Volumen de Cemento + Volumen de Agua)

Para el tipo de compactación se optó por elegir el caso más crítico correspondiente a un grado de compactación ligera ya que nada nos garantiza que en la elaboración de un concreto permeable se pueda obtener la compactación adecuada, debido a la poca difusión del modo de compactación y la falta de otras maquinarias capaces de compactar este tipo de concreto.

De acuerdo con el tipo de compactación aplicado y el porcentaje de vacíos, se puede obtener el porcentaje de pasta a partir de la figura #2, el cual es:



% Pasta inicial = 27 %

\* Cuando el agregado fino es usado: el volumen de pasta se ve reducido en 2% por cada 10% de agregado fino del total de agregado calculado para un concreto permeable bien compactado y en un 1% por cada 10% del agregado fino del total de agregado calculado para un concreto permeable ligeramente compactado.

Como se está utilizando un 10% de agregado fino del volumen total de agregados, y el tipo de compactación aplicado es "Ligeramente compactado", debemos reducir en 1% el volumen de pasta obtenido de la figura #2.

% Pasta final = 26 %

*Jorge Tenapascas Pantoja*  
 LMSCEACH S.A.S.  
 TECNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

*Miguel Ángel Ruiz Perales*  
 Miguel Ángel Ruiz Perales  
 Ingeniero Civil  
 CIP 245904



INFORME DE ENSAYO

Partiendo de la siguiente ecuación expresado con la relación agua/cemento, tenemos:

$$V_p = \frac{c}{\gamma_c} + \frac{c \cdot \left(\frac{a}{c}\right)}{\gamma_a}$$

De la tabla N°23 y N°24, se presentan los siguientes valores correspondientes a la densidad del cemento y la densidad del agua.

Donde:

- Vp: Volumen de pasta (%).
- c: Peso del cemento por m3 de mezcla (kg).
- a: Peso del agua por m3 de mezcla (kg).
- γc: Peso específico del cemento (kg/m3).
- γa: Peso específico del agua (kg/m3).

De la tabla N°23 y N°24, se presentan los siguientes valores correspondientes a la densidad del cemento y la densidad del agua.

γc = 3100 kg/m3  
γa = 1000 kg/m3

De la tabla N°23 y N°24, se presentan los siguientes valores correspondientes a la densidad del cemento y la densidad del agua.

$$0.26 = \frac{c}{3100} + \frac{c \cdot 0.25}{1000}$$

$$0.26 = 0.000323 * c + 0.000250 * c$$

Dando como resultado:

C = 454.08 kg  
a = 113.52 Lts

**Paso V:** Volúmenes absolutos por m<sup>3</sup> de concreto y Condiciones Secas.

A) Volúmenes absolutos por m<sup>3</sup> de concreto.

C =	$\frac{454.08 \text{ kg}}{3100 \text{ kg/m}^3}$	=	0.146 m <sup>3</sup> de concreto
Agua =	$\frac{114 \text{ lt/m}^3}{1000 \text{ kg/m}^3}$	=	0.114 m <sup>3</sup> de concreto
Aire =	$\frac{15}{100}$	=	0.150 m <sup>3</sup> de concreto
Aditivo =	$\frac{0.5}{100}$	=	0.005 m <sup>3</sup> de concreto
	$\sum \text{total} =$		0.415 m <sup>3</sup> de concreto

Como el total es 1m<sup>3</sup> concreto tenemos:

AG(Gruoso)+ PARCIAL=1  
AG(Gruoso)= 0.585 m<sup>3</sup> de concreto

Considerando solo EL 10% del porcentaje de agregado fino tenemos:

Ag. (Fino)= 0.059 m<sup>3</sup> de concreto

Resultando el agregado grueso corregido:

Ag. (Gruoso)= 0.527 m<sup>3</sup> de concreto

Ahora obteniendo el P.SECO. Ag. Fino:

P. SECO. Ag. Fino =	0.059	x	2630
P. SECO. Ag. Fino =	153.86	kg/m <sup>3</sup>	

Ahora obteniendo el P.SECO. Ag. Grueso:

P. SECO. Ag. Grueso =	0.527	x	2671
P. SECO. Ag. Grueso =	1406.28	kg/m <sup>3</sup>	

B) Condiciones Secas.

P. SECO. Ag. Fino =	153.86	kg/m <sup>3</sup> concreto
P. SECO. Ag. Grueso =	1406.28	kg/m <sup>3</sup> concreto
Agua =	114	lts
C =	454.08	kg
	10.68	bls/m <sup>3</sup>
Aditivo Silica Cem =	1.92	lts

**Paso VI:** Corrección por Humedad, Absorción y Aporte de Agua Efectiva

A) Corrección de humedad

PESO HÚMEDO AGREGADO = PH = PS(1 + %H)

P.H.(Fino) =	155.13	kg/m <sup>3</sup> concreto
P.H.(Grueso) =	1416.83	kg/m <sup>3</sup> concreto



*[Signature]*  
Miguel Angel Ruiz Perales  
Ingeniero Civil  
CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

B) Corrección por Absorción y Aporte de Agua Efectiva

$$APORTE=AP = PS(\%H - \%A)$$

Ap.(Fino)=	-0.03 lbs
Ap.(Grueso)=	3.23 lbs
Ap(TOTAL)=	3.20 lbs
A. EFECTIVA=	A.DISEÑO-AP(TOTAL)
A. EFECTIVA=	113.52
A. EFECTIVA=	110.32 lbs

3.20

**Paso VII:** Diseño de Mezcla por Condiciones Húmedas

P. HÚMEDO. Ag. Fino=	155.13	kg/m <sup>3</sup> concreto
P. HÚMEDO. Ag. Grueso=	1416.83	kg/m <sup>3</sup> concreto
AGUA=	110.32	lbs
C=	454.00	kg
	10.68	bls/m <sup>3</sup>
ADITIVO SIKA CEM=	1.92	lbs
Nueva relación agua -cemento	a/c=	0.243
		lbs/bls

**Paso VIII:** Dosificación en Peso

$$(C: AG. Fino: AG. Grueso)/(AGUA)$$

1	0.34	3.12	0.24	lbs/bls
---	------	------	------	---------

**Paso IX:** Materiales para 1 probeta cilíndrica (Sin considerar desperdicio)

Materiales para 1 probeta de 6"x12" (15x30cm)

Volumen de probeta= 0.0053 m<sup>3</sup>

Usamos el paso VIII ( Condiciones Húmedas)

C=	0.0053	x	454.08	=	2407.30 gr
AG. Fino=	0.0053	x	155.13	=	822.42 gr
AG. Grueso=	0.0053	x	1416.83	=	7511.23 gr
AGUA=	0.0053	x	110.32	=	584.84 mL
ADITIVO SIKA CEM=	0.0053	x	1.92	=	10.20 mL

Materiales para 1 testigo -Slump 0"	
CEMENTO	2407.30 gr
AG. FINO	822.42 gr
AG. GRUESO	7511.23 gr
AGUA	584.84 mL
ADITIVO SIKA CEM	10.20 mL

  
 Miguel Angel Ruiz Perales  
 Ingeniero Civil  
 CIP 246904

  
 Jorge Hernández  
 TECNICO EN CONTROL DE CALIDAD Y MATERIAS

**DISEÑO CONCRETO PERMEABLE POR ACI 522R-10**  
**MUESTRA PATRON - 2**

Peso específico del cemento: 3100 kg/m<sup>3</sup>

Cantera: 3 Tomas en el Distrito de Mesones Muro

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS			
	A. fino	A. grueso	Unidades
PEM	2.63	2.671	gr/cm <sup>3</sup>
PUSS	1683	1420	kg/m <sup>3</sup>
PUCS	1933	1670	kg/m <sup>3</sup>
%H	0.83	0.75	%
%A	0.85	0.52	%
TMIN	-	3/8"	
MF	3	-	

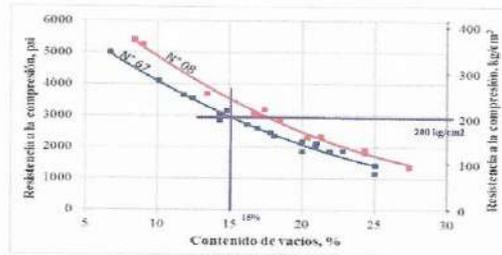
**Paso I:** Porcentaje de vacíos.

El porcentaje de vacíos es **15%**, teniendo en cuenta que el tamaño de los agregados gruesos a utilizar (Huso N° 67 y N° 08) están dentro de los rangos dados por la norma ACI 522R-10.

**% Vacíos: 15 %**

**Paso II:** Verificación de la resistencia a la compresión de diseño.

Una vez elegido el porcentaje de vacíos, se puede suponer la resistencia a la compresión de acuerdo con la figura #1. En el cual se detalla la variación de las resistencias a la compresión del concreto permeable desarrollados a los 28 días con dos tamaños de agregados gruesos: No. 08 (3/8") y No. 67 (3/4").



Fuente: [15] y Adaptado de ACI 522R-10

Figura #1: Relación entre el contenido de vacíos y la resistencia a la compresión a los 28 días para tamaños de agregados Nro. 67 y Nro. 8.

Según la figura #2 precedente para un contenido de vacíos de 15%, obtenemos una resistencia a la compresión referencial de 200 kg/cm<sup>2</sup>, sin embargo este valor es referencial.

**F'c referencial: 200 kg/cm<sup>2</sup>**

  
 Jorge T. Hernández Pareda  
 TECNICO EN MATERIALES Y CONCRETO

  
 Miguel Angel Ruiz Perales  
 Ingeniero Civil  
 CIP 246904

**Paso III:** Elección de la relación agua/cemento.

Los concretos permeables deben ser proporcionados con una relación agua-cemento relativamente baja (0.26-0.40) (ACI 522R-10)

- Si la cantidad de agua es excesiva, esto conducirá al drenaje de la pasta y la obstrucción del sistema de poros, por ello la adición del agua debe ser monitoreada de cerca en la elaboración de
- Así como un déficit insuficiente de agua en la elaboración de un concreto permeable estar tan húmedo que la pasta tiende a salir del agregado.

A/C: 0.30

Tomando en cuenta resultados presentados en investigaciones referentes a la relación agua-cemento a/c en el concreto permeable, tenemos:

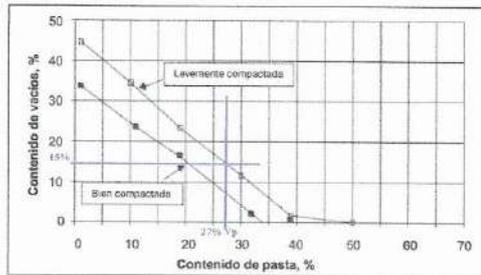
- Jacinto Aquino, con relación agua/cemento de 0.30 aumenta su fuerza de compresión, flexión independientemente del contenido de agregado fino.
- Amorós y Bendezi, usaron una relación agua/cemento 0.40, obteniendo mejor trabajabilidad en la elaboración de las muestras, como también resistencias a la compresión favorables.

Por lo que se eligió las relaciones agua/cemento de 0.25, 0.30 y 0.35, valores de resultados de las diferentes investigaciones, resultando además que según ACI 522R-10 las resistencias relativamente altas en el concreto permeable son posibles con una relación a/c de aproximadamente 0.40.

**Paso IV:** Cálculo de agua (Volumen de pasta= Volumen de Cemento + Volumen de Agua)

Para el tipo de compactación se optó por elegir el caso más crítico correspondiente a un grado de compactación ligera ya que nada nos garantiza que en la elaboración de un concreto permeable se pueda obtener la compactación adecuada, debido a la poca difusión del modo de compactación y la falta de otras maquinarias capaces de compactar este tipo de concreto.

De acuerdo con el tipo de compactación aplicado y el porcentaje de vacíos, se puede obtener el porcentaje de pasta a partir de la figura #2, el cual es:



% Pasta inicial= 27 %

\* Cuando el agregado fino es usado: el volumen de pasta se ve reducido en 2% por cada 10% de agregado fino del total de agregado calculado para un concreto permeable bien compactado y en un 1% por cada 10% del agregado fino del total de agregado calculado para un concreto permeable ligeramente compactado.

Como se está utilizando un 10% de agregado fino del volumen total de agregados, y el tipo de compactación aplicado es "Ligeramente compactado", debemos reducir en 1% el volumen de pasta obtenido de la figura #2.

% Pasta final= 26 %

*Jorge Tapayasca Parba*  
 LMSCEACH  
 Jorge Tapayasca Parba  
 TEG. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

*Miguel Angel Ruiz Perales*  
 Miguel Angel Ruiz Perales  
 Ingeniero Civil  
 CIP 246904

INFORME DE ENSAYO

Partiendo de la siguiente ecuación expresado con la relación agua/cemento, tenemos:

$$V_p = \frac{c}{\gamma_c} + \frac{c \cdot a}{\gamma_a}$$

Donde:

- Vp: Volumen de pasta (%).
- c: Peso del cemento por m3 de mezcla (kg).
- a: Peso del agua por m3 de mezcla (kg).
- γc: Peso específico del cemento (kg/m3).
- γa: Peso específico del agua (kg/m3).

De la tabla N°23 y N°24, se presentan los siguientes valores correspondientes a la densidad del cemento y la densidad del agua.

$$\begin{aligned} \gamma_c &= 3100 \text{ kg/m}^3 \\ \gamma_a &= 1000 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Despejando de:

$$\begin{aligned} 0.26 &= \frac{c}{3100} + \frac{c \cdot 0.25}{1000} \\ 0.26 &= 0.000323 \cdot c + 0.000300 \cdot c \end{aligned}$$

Dando como resultado:

$$\begin{aligned} C &= 417.62 \text{ kg} \\ a &= 125.28 \text{ Lts} \end{aligned}$$

**Paso V:** Volúmenes absolutos por m3 de concreto y Condiciones Secas.

A) Volúmenes absolutos por m3 de concreto.

$$\begin{aligned} C &= \frac{417.62 \text{ kg}}{3100 \text{ kg/m}^3} = 0.135 \text{ m}^3 \text{ de concreto} \\ \text{Agua} &= \frac{125 \text{ lt/m}^3}{1000 \text{ kg/m}^3} = 0.125 \text{ m}^3 \text{ de concreto} \\ \text{Aire} &= \frac{15}{100} = 0.150 \text{ m}^3 \text{ de concreto} \end{aligned}$$

$$\sum \text{total} = 0.410 \text{ m}^3 \text{ de concreto PARCIAL.}$$

Como el total es 1m3 concreto tenemos:

$$\begin{aligned} \text{AG(GRUESO)} + \text{PARCIAL} &= 1 \\ \text{AG(GRUESO)} &= 0.590 \text{ m}^3 \text{ de concreto} \end{aligned}$$

Considerando solo EL 10% del porcentaje de agregado fino tenemos:

$$\text{Ag. (Fino)} = 0.059 \text{ m}^3 \text{ de concreto}$$

Resultando el agregado grueso corregido:

$$\text{Ag. (Grueso)} = 0.531 \text{ m}^3 \text{ de concreto}$$

Ahora obteniendo el P. SECO. Ag. Fino:

$$\begin{aligned} \text{P. SECO. Ag. Fino} &= \frac{0.059}{x} \cdot 2630 \\ \text{P. SECO. Ag. Fino} &= 155.17 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Ahora obteniendo el P. SECO. Ag. Grueso:

$$\begin{aligned} \text{P. SECO. Ag. Grueso} &= \frac{0.531}{x} \cdot 2671 \\ \text{P. SECO. Ag. Grueso} &= 1418.30 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

B) Condiciones Secas.

P. SECO. Ag. Fino=	155.17	kg/m <sup>3</sup> concreto
P. SECO. Ag. Grueso=	1418.30	kg/m <sup>3</sup> concreto
Agua=	125	lts
C=	417.62	kg
	9.83	bls/m <sup>3</sup>

**Paso VI:** Corrección por Humedad, Absorción y Aporte de Agua Efectiva

A) Corrección de humedad

$$\text{PESO HÚMEDO AGREGADO} = PH = PS(1 + \%H)$$

P.H.(Fino)=	156.46	kg/m <sup>3</sup> concreto
P.H.(Grueso)=	1428.94	kg/m <sup>3</sup> concreto

  
**Jorge Tempasca Paredes**  
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 Ingeniero Civil  
 CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

B) Corrección por Absorción y Aporte de Agua Efectiva

$$APORTE=AP = PS(\%H - \%A)$$

Ap.(Fino)=	-0.03	lbs
Ap.(Grueso)=	3.26	lbs
Ap(TOTAL)=	3.23	lbs
A. EFECTIVA=	A.DISEÑO-AP(TOTAL)	
A. EFECTIVA=	125.28	
A. EFECTIVA=	122.05	lbs

3.23

Paso VII: Diseño de Mezcla por Condiciones Húmedas

P. HÚMEDO. Ag. Fino=	156.46	kg/m <sup>3</sup> concreto
P. HÚMEDO. Ag. Grueso=	1428.94	kg/m <sup>3</sup> concreto
AGUA=	122.05	lbs
C=	417.62	kg
	9.83	bls/m <sup>3</sup>
Nueva relación agua -cemento		
a/c=	0.292	lbs/bls

Paso VIII: Dosificación en Peso

$$(C. AG. Fina: AG. Grueso)/(AGUA)$$

1	0.37	3.42	0.29	lbs/bls
---	------	------	------	---------

Paso IX: Materiales para 1 probeta cilíndrica (Sin considerar desperdicio)

Materiales para 1 probeta de 6"x12" (15x30cm)

Volumen de probeta= 0.0053 m<sup>3</sup>

Usamos el paso VIII ( Condiciones Húmedas)

C=	0.0053	x	417.62	=	2213.97	gr
AG. Fino=	0.0053	x	156.46	=	829.45	gr
AG. Grueso=	0.0053	x	1428.94	=	7575.43	gr
AGUA=	0.0053	x	122.05	=	647.06	mL

Materiales para 1 testigo -Shump 0"	
CEMENTO	2213.97 gr
AG.FINO	829.45 gr
AG.GRUESO	7575.43 gr
AGUA	647.06 mL

  
 Miguel Angel Ruiz Perales  
 Ingeniero Civil  
 CIP 246904

  
 Jorge Harroposa P.  
 Ing. de Suelos y Pavimentos

**DISEÑO CONCRETO PERMEABLE POR ACI 522R-10**  
**MUESTRA 5**

Peso específico del cemento: 3100 kg/m<sup>3</sup>

Cantera: 3 Tomas en el Distrito de Mesones Muro

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS			
	A.fino	A.grueso	Unidades
PEM	2.63	2.671	gr/cm <sup>3</sup>
PUSS	1683	1420	kg/m <sup>3</sup>
PUCS	1933	1670	kg/m <sup>3</sup>
%H	0.83	0.75	%
%A	0.85	0.52	%
TMN	-	3/8"	
MF	3	-	

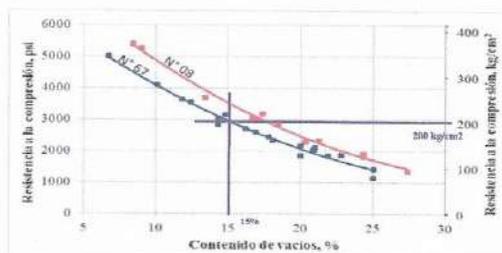
**Paso I:** Porcentaje de vacíos.

El porcentaje de vacíos es **15%**, teniendo en cuenta que el tamaño de los agregados gruesos a utilizar (Huso N° 67 y N° 08) están dentro de los rangos dados por la norma **ACI 522R-10**.

**% Vacíos: 15 %**

**Paso II:** Verificación de la resistencia a la compresión de diseño.

Una vez elegido el porcentaje de vacíos, se puede suponer la resistencia a la compresión de acuerdo con la figura #1. En el cual se detalla la variación de las resistencias a la compresión del concreto permeable desarrollados a los 28 días con dos tamaños de agregados gruesos: No. 08 (3/8") y No. 67 (3/4").



Fuente: [15] y Adaptado de ACI 522R-10

Figura #1: Relación entre el contenido de vacíos y la resistencia a la compresión a los 28 días para tamaños de agregados Nro. 67 y Nro. 8.

Según la figura #2 precedente para un contenido de vacíos de 15%, obtenemos una resistencia a la compresión referencial de 200 kg/cm<sup>2</sup>, sin embargo este valor es referencial.

**F'c referencial: 200 kg/cm2**



Ing. *[Firma]*  
REG. DE PROFESIONES Y PAVIMENTOS

*[Firma]*  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
Ingeniero Civil  
CIP 246904

**Paso III:** Elección de la relación agua/cemento.

Los concretos permeables deben ser proporcionados con una relación agua-cemento relativamente baja (0.26-0.40) (ACI 522R-10)

- Si la cantidad de agua es excesiva, esto conducirá al drenaje de la pasta y la obstrucción del sistema de poros, por ello la adición del agua debe ser monitoreada de cerca en la elaboración de
- Así como un déficit insuficiente de agua en la elaboración de un concreto permeable estar tan húmedo que la pasta tiende a salir del agregado.

A/C: 0.30

Tomando en cuenta resultados presentados en investigaciones referentes a la relación agua-cemento a/c en el concreto permeable, tenemos:

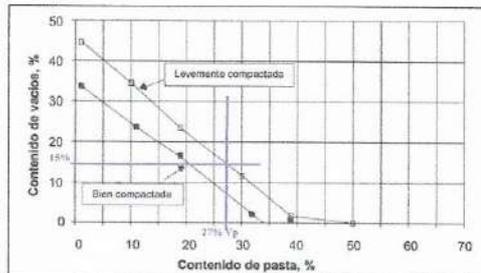
- Jacinto Aquino, con relación agua/cemento de 0.30 aumenta su fuerza de compresión, flexión independientemente del contenido de agregado fino.
- Amorós y Banderet, usaron una relación agua/cemento 0.40, obteniendo mejor trabajabilidad en la elaboración de las muestras, como también resistencias a la compresión favorables.

Por lo que se eligió las relaciones agua/cemento de 0.25, 0.30 y 0.35, valores de resultados de las diferentes investigaciones, resultando además que según ACI 522R-10 las resistencias relativamente altas en el concreto permeable son posibles con una relación a/c de aproximadamente 0.40.

**Paso IV:** Cálculo de agua (Volumen de pasta = Volumen de Cemento + Volumen de Agua)

Para el tipo de compactación se optó por elegir el caso más crítico correspondiente a un grado de compactación ligera ya que nada nos garantiza que en la elaboración de un concreto permeable se pueda obtener la compactación adecuada, debido a la poca difusión del modo de compactación y la falta de otras maquinarias capaces de compactar este tipo de concreto.

De acuerdo con el tipo de compactación aplicado y el porcentaje de vacíos, se puede obtener el porcentaje de pasta a partir de la figura #2, el cual es:



% Pasta inicial = 27 %

\* Cuando el agregado fino es usado: el volumen de pasta se ve reducido en 2% por cada 10% de agregado fino del total de agregado calculado para un concreto permeable bien compactado y en un 1% por cada 10% del agregado fino del total de agregado calculado para un concreto permeable ligeramente compactado.

Como se está utilizando un 10% de agregado fino del volumen total de agregados, y el tipo de compactación aplicado es "Ligeramente compactado", debemos reducir en 1% el volumen de pasta obtenido de la figura #2.

% Pasta final = 26 %



*Miguel Ángel Ruiz Perales*  
 Miguel Ángel Ruiz Perales  
 Ingeniero Civil  
 CIP 246904

INFORME DE ENSAYO

Partiendo de la siguiente ecuación expresado con la relación agua/cemento, tenemos:

$$V_p = \frac{c}{\gamma_c} + \frac{c \cdot a}{\gamma_a}$$

De la tabla N°23 y N°24, se presentan los siguientes valores correspondientes a la densidad del cemento y la densidad del agua.

Donde:

- Vp: Volumen de pasta (%).
- c: Peso del cemento por m3 de mezcla (kg).
- a: Peso del agua por m3 de mezcla (kg).
- γc: Peso específico del cemento (kg/m3).
- γa: Peso específico del agua (kg/m3).

De la tabla N°23 y N°24, se presentan los siguientes valores correspondientes a la densidad del cemento y la densidad del agua.

γc = 3100 kg/m3  
γa = 1000 kg/m3

Donde como resultado:

C = 417.62 kg  
a = 125.28 Lts

**Paso V:** Volúmenes absolutos por m<sup>3</sup> de concreto y Condiciones Secas.

A) Volúmenes absolutos por m3 de concreto.

C =	$\frac{417.62 \text{ kg}}{3100 \text{ kg/m}^3}$	=	0.135 m3 de concreto
Agua =	$\frac{125 \text{ lt/m}^3}{1000 \text{ kg/m}^3}$	=	0.125 m3 de concreto
Aire =	$\frac{15}{100}$	=	0.150 m3 de concreto
Aditivo =	$\frac{0.5}{100}$	=	0.005 m3 de concreto
	$\sum \text{total} =$		0.415 m3 de concreto

Como el total es 1 m3 concreto tenemos:

AG(Gruoso)+ PARCIAL=1  
AG(Gruoso)= 0.585 m3 de concreto

Considerando solo EL 10% del porcentaje de agregado fino tenemos:

Ag. (Fino)= 0.059 m3 de concreto

Resultando el agregado grueso corregido:

Ag. (Gruoso)= 0.527 m3 de concreto

Ahora obteniendo el P. SECO. Ag. Fino:

	P. SECO. Ag. Fino=	Ag. (Fino) X PEM	
	0.059	x	2630
	P. SECO. Ag. Fino=	153.86	kg/m <sup>3</sup>

Ahora obteniendo el P. SECO. Ag. Grueso:

	P. SECO. Ag. Grueso=	Ag. (Gruoso) X PEM	
	0.527	x	2671
	P. SECO. Ag. Grueso=	1406.28	kg/m <sup>3</sup>

B) Condiciones Secas.

P. SECO. Ag. Fino=	153.86	kg/m <sup>3</sup> concreto
P. SECO. Ag. Grueso=	1406.28	kg/m <sup>3</sup> concreto
Agua=	125	lts
C=	417.62	kg
	9.83	bls/m <sup>3</sup>
Aditivo Silica Cem=	1.77	lts

**Paso VI:** Corrección por Humedad, Absorción y Aporte de Agua Efectiva

A) Corrección de humedad

PESO HÚMEDO AGREGADO = PH = PS(1 + %H)

P.H.(Fino)=	155.13	kg/m <sup>3</sup> concreto
P.H.(Grueso)=	1416.83	kg/m <sup>3</sup> concreto

  
Jorge Yamapasca Parra  
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
Miguel Angel Ruiz Perales  
Ingeniero Civil  
CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

B) Corrección por Absorción y Aporte de Agua Efectiva

$$APORTE=AP = P5(\%H - \%A)$$

Ap.(Fino)=	-0.03 lts
Ap.(Grueso)=	3.23 lts
Ap(TOTAL)=	3.20 lts
A. EFECTIVA=	A.DISEÑO-AP(TOTAL)
A. EFECTIVA=	125.28
A. EFECTIVA=	122.08 lts

3.20

**Paso VII:** Diseño de Mezcla por Condiciones Húmedas

P. HÚMEDO. Ag. Fino=	155.13	kg/m <sup>3</sup> concreto
P. HÚMEDO. Ag. Grueso=	1416.83	kg/m <sup>3</sup> concreto
AGUA=	122.08	lts
C=	417.62	kg
	9.83	bls/m <sup>3</sup>
ADITIVO SIKA CEM=	1.77	lts
Nueva relación agua -cemento		
a/c=	0.292	lts/bls

**Paso VIII:** Dosificación en Peso

$$(C: AG. Fino: AG. Grueso)/(AGUA)$$

1	0.37	3.39	0.29	lts/bls
---	------	------	------	---------

**Paso IX:** Materiales para 1 probeta cilíndrica (Sin considerar desperdicio)

Materiales para 1 probeta de 6"x12" (15x30cm)

Volumen de probeta= 0.0053 m<sup>3</sup>

Usamos el paso VIII ( Condiciones Húmedas)

C=	0.0053	x	417.62	=	2213.97 gr
AG. Fino=	0.0053	x	155.13	=	822.42 gr
AG. Grueso=	0.0053	x	1416.83	=	7511.23 gr
AGUA=	0.0053	x	122.08	=	647.21 mL
ADITIVO SIKA CEM=	0.0053	x	1.77	=	9.38 mL

Materiales para 1 testigo -Slump 0"	
CEMENTO	2213.97 gr
AG. FINO	822.42 gr
AG.GRUESO	7511.23 gr
AGUA	647.21 mL
ADITIVO SIKA CEM	9.38 mL

  
 Miguel Angel Ruiz Perales  
 Ingeniero Civil  
 CIP 248904

  
 Jorge Tomapasca Parica  
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS



INFORME DE ENSAYO

DISEÑO CONCRETO PERMEABLE POR ACI 522R-10  
MUESTRA 6

Peso específico del cemento: 3100 kg/m<sup>3</sup>

Cantera: 3 Tomas en el Distrito de Mesones Muro

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS			
	A.fino	A.grueso	Unidades
PEM	2.63	2.671	gr/cm <sup>3</sup>
PUS	1683	1420	kg/m <sup>3</sup>
PUCS	1933	1670	kg/m <sup>3</sup>
%H	0.83	0.75	%
%A	0.85	0.52	%
TMN	-	3/8"	
MF	3	-	

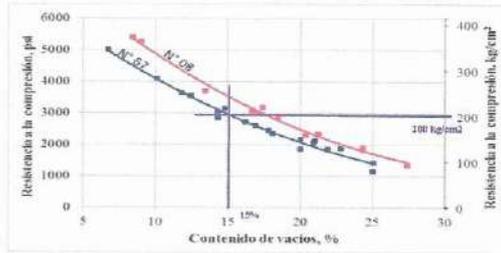
**Paso I:** Porcentaje de vacíos.

El porcentaje de vacíos es 15%, teniendo en cuenta que el tamaño de los agregados gruesos a utilizar (Huso N° 67 y N° 08) están dentro de los rangos dados por la norma ACI 522R-10.

% Vacíos: 15 %

**Paso II:** Verificación de la resistencia a la compresión de diseño.

Una vez elegido el porcentaje de vacíos, se puede suponer la resistencia a la compresión de acuerdo con la figura #1. En el cual se detalla la variación de las resistencias a la compresión del concreto permeable desarrollados a los 28 días con dos tamaños de agregados gruesos: No. 08 (3/8") y No. 67 (3/4").



Fuente: [15] y Adaptado de ACI 522R-10

Figura #1: Relación entre el contenido de vacíos y la resistencia a la compresión a los 28 días para tamaños de agregados Nro. 67 y Nro. 8.

Según la figura #2 procedente para un contenido de vacíos de 15%, obtenemos una resistencia a la compresión referencial de 200 kg/cm<sup>2</sup>, sin embargo este valor es referencial.

F'c referencial: 200 kg/cm<sup>2</sup>

Jorge P. ...  
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Miguel Ángel Róz Perales  
Ingeniero Civil  
CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

**Paso III:** Elección de la relación agua/cemento.

Los concretos permeables deben ser proporcionados con una relación agua-cemento relativamente baja (0.26-0.40). (ACI 522R-10)

- Si la cantidad de agua es excesiva, esto conducirá al drenaje de la pasta y la obstrucción del sistema de poros, por ello la adición del agua debe ser monitoreada de cerca en la elaboración de
- Así como un déficit insuficiente de agua en la elaboración de un concreto permeable estar tan húmedo que la pasta tiende a salir del agregado.

A/C: 0.30

Tomando en cuenta resultados presentados en investigaciones referentes a la relación agua-cemento a/c en el concreto permeable, tenemos:

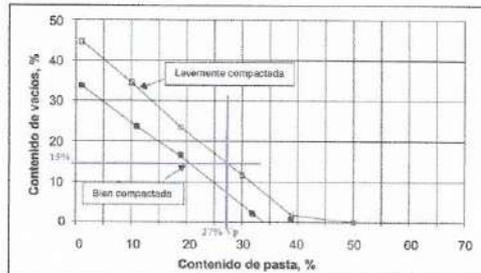
- Jacinto Aquino, con relación agua/cemento de 0.30 aumenta su fuerza de compresión, flexión independientemente del contenido de agregado fino.
- Amorós y Bendejú, usaron una relación agua/cemento 0.40, obteniendo mejor trabajabilidad en la elaboración de las muestras, como también resistencias a la compresión favorables.

Por lo que se eligió las relaciones agua/cemento de 0.25, 0.30 y 0.35, valores de resultados de las diferentes investigaciones, resaltando además que según ACI 522R-10 las resistencias relativamente altas en el concreto permeable son posibles con una relación a/c de aproximadamente 0.40.

**Paso IV:** Cálculo de agua (Volumen de pasta = Volumen de Cemento + Volumen de Agua)

Para el tipo de compactación se optó por elegir el caso más crítico correspondiente a un grado de compactación ligera ya que nada nos garantiza que en la elaboración de un concreto permeable se pueda obtener la compactación adecuada, debido a la poca difusión del modo de compactación y la falta de otras maquinarias capaces de compactar este tipo de concreto.

De acuerdo con el tipo de compactación aplicado y el porcentaje de vacíos, se puede obtener el porcentaje de pasta a partir de la figura #2, el cual es:



% Pasta inicial = 27 %

\* Cuando el agregado fino es usado: el volumen de pasta se ve reducido en 2% por cada 10% de agregado fino del total de agregado calculado para un concreto permeable bien compactado y en un 1% por cada 10% del agregado fino del total de agregado calculado para un concreto permeable ligeramente compactado.

Como se está utilizando un 10% de agregado fino del volumen total de agregados, y el tipo de compactación aplicado es "Ligeramente compactado", debemos reducir en 1% el volumen de pasta obtenido de la figura #2.

% Pasta final = 26 %



Firma de Miguel Ángel Ruiz Perales  
Miguel Ángel Ruiz Perales  
Ingeniero Civil  
CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

Partiendo de la siguiente ecuación expresado con la relación agua/cemento, tenemos:

$$V_p = \frac{c}{\gamma_c} + \frac{c \cdot \left(\frac{a}{c}\right)}{\gamma_a}$$

De la tabla N°23 y N°24, se presentan los siguientes valores correspondientes a la densidad del cemento y la densidad del agua.

Donde:

- Vp: Volumen de pasta (%)
- c: Peso del cemento por m<sup>3</sup> de mezcla (kg)
- a: Peso del agua por m<sup>3</sup> de mezcla (kg)
- γc: Peso específico del cemento (kg/m<sup>3</sup>)
- γa: Peso específico del agua (kg/m<sup>3</sup>)

De la tabla N°23 y N°24, se presentan los siguientes valores correspondientes a la densidad del cemento y la densidad del agua.

Resolviendo en términos de cemento:

$$0.26 = \frac{c}{3100} + \frac{c \cdot 0.25}{1000}$$

$$0.26 = 0.000323 \cdot c + 0.000300 \cdot c$$

Dando como resultado:

C= 417.62 kg  
a= 125.28 Lts

**Paso V:** Volúmenes absolutos por m<sup>3</sup> de concreto y Condiciones Secas.

A) Volúmenes absolutos por m<sup>3</sup> de concreto.

C =	$\frac{417.62 \text{ kg}}{3100 \text{ kg/m}^3}$	=	0.135 m <sup>3</sup> de concreto
Agua =	$\frac{125 \text{ lt/m}^3}{1000 \text{ kg/m}^3}$	=	0.125 m <sup>3</sup> de concreto
Aire =	$\frac{15}{100}$	=	0.150 m <sup>3</sup> de concreto
Aditivo =	$\frac{0.5}{100}$	=	0.005 m <sup>3</sup> de concreto
	$\sum \text{total} =$		0.415 m <sup>3</sup> de concreto

Como el total es 1m<sup>3</sup> concreto tenemos:

AG(Gruoso)= PARCIAL=1  
AG(Gruoso)= 0.585 m<sup>3</sup> de concreto

Considerando solo El 10% del porcentaje de agregado fino tenemos:

Ag. (Fino)= 0.059 m<sup>3</sup> de concreto

Resultando el agregado grueso corregido:

Ag. (Gruoso)= 0.527 m<sup>3</sup> de concreto

Ahora obteniendo el P.SECO. Ag. Fino:

	P. SECO. Ag. Fino=	0.059	x	2630
	P. SECO. Ag. Fino=	153.86	kg/m <sup>3</sup>	

Ahora obteniendo el P.SECO. Ag. Grueso:

	P. SECO. Ag. Grueso=	0.527	x	2671
	P. SECO. Ag. Grueso=	1406.28	kg/m <sup>3</sup>	

B) Condiciones Secas.

P. SECO. Ag. Fino=	153.86	kg/m <sup>3</sup> concreto
P. SECO. Ag. Grueso=	1406.28	kg/m <sup>3</sup> concreto
Agua=	125	lts
C=	417.62	kg
	9.83	bls/m <sup>3</sup>
Aditivo Z-IR=	1.86	lts

**Paso VI:** Corrección por Humedad, Absorción y Aporte de Agua Efectiva

A) Corrección de humedad

PESO HÚMEDO AGREGADO = PH = PS(1 + %H)

P.H.(Fino)=	155.13	kg/m <sup>3</sup> concreto
P.H.(Grueso)=	1416.83	kg/m <sup>3</sup> concreto

**LMSCEACH**  
Jorge Tompasca Parico  
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

*Miguel Angel Ruiz Perales*  
Miguel Angel Ruiz Perales  
Ingeniero Civil  
CIP 246904

INFORME DE ENSAYO

B) Corrección por Absorción y Aporte de Agua Efectiva

$$APORTE=AP = PS(\%H - \%A)$$

Ap.(Fino)=	-0.03	lts
Ap.(Grueso)=	3.23	lts
Ap(TOTAL)=	3.20	lts
A. EFECTIVA=	A.DISEÑO-AP(TOTAL)	
A. EFECTIVA=	125.28	3.20
A. EFECTIVA=	122.08	lts

Paso VII: Diseño de Mezcla por Condiciones Húmedas

P. HÚMEDO. Ag. Fino=	155.13	kg/m <sup>3</sup> concreto
P. HÚMEDO. Ag. Grueso=	1416.83	kg/m <sup>3</sup> concreto
AGUA=	122.08	lts
C=	417.62	kg
	9.83	bls/m <sup>3</sup>
ADITIVO Z-IR=	1.86	lts
Nueva relación agua -cemento		
a/c=	0.292	lts/bls

Paso VIII: Dosificación en Peso

$$(C: AG. Fino: AG. Grueso)/(AGUA)$$

1	0.37	3.39	0.29	lts/bls
---	------	------	------	---------

Paso IX: Materiales para 1 probeta cilíndrica (Sin considerar desperdicio)

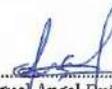
Materiales para 1 probeta de 6"x12" (15x30cm)

Volumen de probeta= 0.0053 m<sup>3</sup>

Usamos el paso VIII ( Condiciones Húmedas)

C=	0.0053	x	417.62	=	2213.97	gr
AG. Fino=	0.0053	x	155.13	=	822.42	gr
AG. Grueso=	0.0053	x	1416.83	=	7511.23	gr
AGUA=	0.0053	x	122.08	=	647.21	mL
ADITIVO Z-IR=	0.0053	x	1.86	=	9.88	mL

Materiales para 1 testigo -Slump 0"	
CEMENTO	2213.97 gr
AG.FINO	822.42 gr
AG.GRUESO	7511.23 gr
AGUA	647.21 mL
ADITIVO Z-IR	9.88 mL

  
Miguel Angel Ruiz Perales  
Ingeniero Civil  
CIP 246904

  
Jorge Tamayo  
TEC. DE PUENTES Y PAVIMENTOS



INFORME DE ENSAYO

DISEÑO CONCRETO PERMEABLE POR ACI 522R-10  
MUESTRA PATRON - 3

Peso específico del cemento: 3100 kg/m<sup>3</sup>

Cantera: 3 Tomas en el Distrito de Mesones Muro

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS			
	A.fino	A.grueso	Unidades
PEM	2.63	2.671	gr/cm <sup>3</sup>
PUSS	1683	1420	kg/m <sup>3</sup>
PUCS	1933	1670	kg/m <sup>3</sup>
%H	0.83	0.75	%
%A	0.85	0.52	%
TMN	-	3/8"	
MF	3	-	

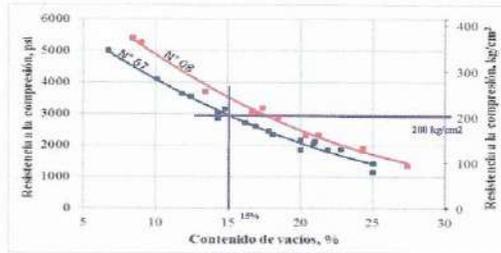
**Paso I:** Porcentaje de vacíos.

El porcentaje de vacíos es 15%, teniendo en cuenta que el tamaño de los agregados gruesos a utilizar (Tuso N° 67 y N° 08) están dentro de los rangos dados por la norma ACI 522R-10.

**% Vacíos:** 15 %

**Paso II:** Verificación de la resistencia a la compresión de diseño.

Una vez elegido el porcentaje de vacíos, se puede suponer la resistencia a la compresión de acuerdo con la figura #1. En el cual se detalla la variación de las resistencias a la compresión del concreto permeable desarrollados a los 28 días con dos tamaños de agregados gruesos: No. 08 (3/8") y No. 67 (3/4").



Fuente: [15] y Adaptado de ACI 522R-10

Figura #1: Relación entre el contenido de vacíos y la resistencia a la compresión a los 28 días para tamaños de agregados Nro. 67 y Nro. 8.

Según la figura #2 precedente para un contenido de vacíos de 15%, obtenemos una resistencia a la compresión referencial de 200 kg/cm<sup>2</sup>, sin embargo este valor es referencial.

**F'c referencial:** 200 kg/cm<sup>2</sup>

**Jorge Tomapasca Pantoja**  
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**Miguel Angel Rutz Perales**  
 Ingeniero Civil  
 CIP 246904

**Paso III:** Elección de la relación agua/cemento.

Los concretos permeables deben ser proporcionados con una relación agua-cemento relativamente baja (0.26-0.40). (ACI 522R-10)

- Si la cantidad de agua es excesiva, esto conducirá al drenaje de la pasta y la obstrucción del sistema de poros, por ello la adición del agua debe ser monitoreada de cerca en la elaboración de
- Así como un déficit insuficiente de agua en la elaboración de un concreto permeable estar tan húmedo que la pasta tiende a salir del agregado.

A/C: 0.35

Tomando en cuenta resultados presentados en investigaciones referentes a la relación agua-cemento a/c en el concreto permeable, tenemos:

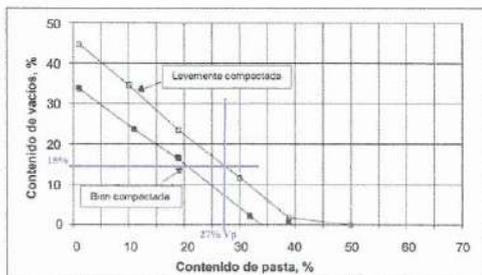
- Jacinto Aquino, con relación agua/cemento de 0.30 aumenta su fuerza de compresión, flexión independientemente del contenido de agregado fino.
- Amorós y Bendezá, usaron una relación agua/cemento 0.40, obteniendo mejor trabajabilidad en la elaboración de las muestras, como también resistencias a la compresión favorables.

Por lo que se eligió las relaciones agua/cemento de 0.25, 0.30 y 0.35, valores de resultados de las diferentes investigaciones, resultando además que según ACI 522R-10 las resistencias relativamente altas en el concreto permeable son posibles con una relación a/c de aproximadamente 0.40.

**Paso IV:** Cálculo de agua (Volumen de pasta = Volumen de Cemento + Volumen de Agua)

Para el tipo de compactación se optó por elegir el caso más crítico correspondiente a un grado de compactación ligera ya que nada nos garantiza que en la elaboración de un concreto permeable se pueda obtener la compactación adecuada, debido a la poca difusión del modo de compactación y la falta de otras maquinarias capaces de compactar este tipo de concreto.

De acuerdo con el tipo de compactación aplicado y el porcentaje de vacíos, se puede obtener el porcentaje de pasta a partir de la figura #2, el cual es:



% Pasta inicial = 27 %

\* Cuando el agregado fino es usado: el volumen de pasta se ve reducido en 2% por cada 10% de agregado fino del total de agregado calculado para un concreto permeable bien compactado y en un 1% por cada 10% del agregado fino del total de agregado calculado para un concreto permeable ligeramente compactado.

Como se está utilizando un 10% de agregado fino del volumen total de agregados, y el tipo de compactación aplicado es "Ligeramente compactado", debemos reducir en 1% el volumen de pasta obtenido de la figura #2.

% Pasta final = 26 %

  
**Jorge Tomapasca Fante**  
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 Ingeniero Civil  
 CIP 246904

Partiendo de la siguiente ecuación expresado con la relación agua/cemento, tenemos:

$$V_p = \frac{c}{\gamma_c} + \frac{c \cdot (a/c)}{\gamma_a}$$

De la tabla N°23 y N°24, se presentan los siguientes valores correspondientes a la densidad del cemento y la densidad del agua.

Donde:

- Vp: Volumen de pasta (%)
- c: Peso del cemento por m3 de mezcla (kg)
- a: Peso del agua por m3 de mezcla (kg)
- γc: Peso específico del cemento (kg/m3)
- γa: Peso específico del agua (kg/m3)

De la tabla N°23 y N°24, se presentan los siguientes valores correspondientes a la densidad del cemento y la densidad del agua.

Considerando que:

$$0.26 = \frac{c}{3100} + \frac{c \cdot 0.25}{1000}$$

$$0.26 = 0.000323 \cdot c + 0.000350 \cdot c$$

Dando como resultado:

C= 386.57 kg  
a= 135.30 Lts

**Paso V:** Volúmenes absolutos por m3 de concreto y Condiciones Secas.

A) Volúmenes absolutos por m3 de concreto.

C =	$\frac{386.57 \text{ kg}}{3100 \text{ kg/m}^3}$	=	0.125 m3 de concreto
Agua =	$\frac{135 \text{ lt/m}^3}{1000 \text{ kg/m}^3}$	=	0.135 m3 de concreto
Aire =	$\frac{15}{100}$	=	0.150 m3 de concreto
$\sum \text{total} =$			0.410 m3 de concreto
			PARCIAL.

Como el total es 1m3 concreto tenemos:

$$\frac{AG(\text{GRUESO}) + \text{PARCIAL}}{1} = 1$$

AG(GRUESO) = 0.590 m3 de concreto

Considerando solo EL 10% del porcentaje de agregado fino tenemos:

Ag. (Fino) = 0.059 m3 de concreto

Resultando el agregado grueso corregido:

Ag. (Grueso) = 0.531 m3 de concreto

Ahora obteniendo el P.SECO. Ag. Fino:

P. SECO. Ag. Fino = Ag. (Fino) X PEM

P. SECO. Ag. Fino =	0.059	x	2630
P. SECO. Ag. Fino =	155.17	kg/m <sup>3</sup>	

Ahora obteniendo el P.SECO. Ag. Grueso:

P. SECO. Ag. Grueso = Ag. (Grueso) X PEM

P. SECO. Ag. Grueso =	0.531	x	2671
P. SECO. Ag. Grueso =	1418.30	kg/m <sup>3</sup>	

B) Condiciones Secas.

P. SECO. Ag. Fino =	155.17	kg/m <sup>3</sup> concreto
P. SECO. Ag. Grueso =	1418.30	kg/m <sup>3</sup> concreto
Agua =	135	lts
C =	386.57	kg
	9.10	bls/m <sup>3</sup>

**Paso VI:** Corrección por Humedad, Absorción y Aporte de Agua Efectiva

A) Corrección de humedad

PESO HÚMEDO AGREGADO = PH = PS(1 + %H)

P.H.(Fino) =	156.46	kg/m <sup>3</sup> concreto
P.H.(Grueso) =	1428.94	kg/m <sup>3</sup> concreto

*Jorge P. ...*  
Jorge P. ...  
Ingeniero Civil

*Miguel Angel Ruiz Perales*  
Miguel Angel Ruiz Perales  
Ingeniero Civil  
CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

B) Corrección por Absorción y Aporte de Agua Efectiva

$$APORTE=AP = PS(\%H - \%A)$$

Ap(Fino)=	-0.03	lbs
Ap(Grueso)=	3.26	lbs
Ap(TOTAL)=	3.23	lbs
A. EFECTIVA=	A DISEÑO-AP(TOTAL)	
A. EFECTIVA=	135.30	
A. EFECTIVA=	132.07	lbs

3.23

Paso VII: Diseño de Mezcla por Condiciones Húmedas

P. HÚMEDO. Ag. Fino=	156.46	kg/m <sup>3</sup> concreto
P. HÚMEDO. Ag. Grueso=	1428.94	kg/m <sup>3</sup> concreto
AGUA=	132.07	lbs
C=	386.57	kg
	9.10	bls/m <sup>3</sup>
Nueva relación agua -cemento		
a/c=	0.342	lbs/bls

Paso VIII: Dosificación en Peso

$$(C: AG. Fino: AG. Grueso)/(AGUA)$$

1	0.40	3.70	0.34	lbs/bls
---	------	------	------	---------

Paso IX: Materiales para 1 probeta cilíndrica (Sin considerar desperdicio)

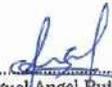
Materiales para 1 probeta de 6"x12" (15x30cm)

Volumen de probeta= 0.0053 m<sup>3</sup>

Usamos el paso VIII (Condiciones Húmedas)

C=	0.0053	x	386.57	=	2049.38	gr
AG. Fino=	0.0053	x	156.46	=	829.45	gr
AG. Grueso=	0.0053	x	1428.94	=	7575.43	gr
AGUA=	0.0053	x	132.07	=	700.15	mL

Materiales para 1 testigo -Slump 0"	
CEMENTO	2049.38 gr
AG.FINO	829.45 gr
AG.GRUESO	7575.43 gr
AGUA	700.15 ml.

  
 Miguel Angel Ruiz Perales  
 Ingeniero Civil  
 CIP 246904





DISEÑO CONCRETO PERMEABLE POR ACI 522R-10  
MUESTRA 10

Peso específico del cemento: 3100 kg/m<sup>3</sup>

Cantera: 3 Tomas en el Distrito de Mesones Muro

CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS			
	A.fino	A.grueso	Unidades
PEM	2.63	2.671	gr/cm <sup>3</sup>
PUS	1683	1420	kg/m <sup>3</sup>
PUCS	1933	1670	kg/m <sup>3</sup>
%H	8.83	8.75	%
%A	0.85	0.52	%
TMN	-	3/8"	
MF	3	-	

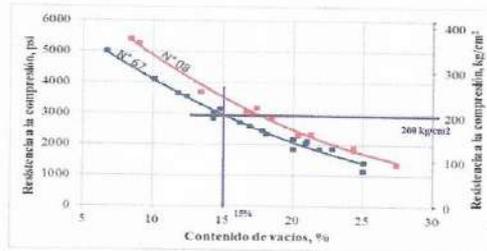
**Paso I:** Porcentaje de vacíos.

El porcentaje de vacíos es 15%, teniendo en cuenta que el tamaño de los agregados gruesos a utilizar (Huso N° 67 y N° 08) están dentro de los rangos dados por la norma ACI 522R-10.

**% Vacíos:** 15 %

**Paso II:** Verificación de la resistencia a la compresión de diseño.

Una vez elegido el porcentaje de vacíos, se puede suponer la resistencia a la compresión de acuerdo con la figura #1. En el cual se detalla la variación de las resistencias a la compresión del concreto permeable desarrollados a los 28 días con dos tamaños de agregados gruesos: No. 08 (3/8") y No. 67 (3/4").



Fuente: [15] y Adaptado de ACI 522R-10

Figura #1: Relación entre el contenido de vacíos y la resistencia a la compresión a los 28 días para tamaños de agregados Nro. 67 y Nro. 8.

Según la figura #2 precedente para un contenido de vacíos de 15%, obtenemos una resistencia a la compresión referencial de 200 kg/cm<sup>2</sup>, sin embargo este valor es referencial.

**F'c referencial:** 200 kg/cm<sup>2</sup>

**Jorge Oropesa Pantoja**  
 INGENIERO CIVIL  
 ESPECIALIDAD EN SUELOS Y PAVIMENTOS

**Miguel Ángel Rutz Perales**  
 Ingeniero Civil  
 CIP 246904

**Paso III:** Elección de la relación agua/cemento.

Los concretos permeables deben ser proporcionados con una relación agua-cemento relativamente baja (0.26-0.40). (ACI 522R-10)

- Si la cantidad de agua es excesiva, esto conducirá al drenaje de la pasta y la obstrucción del sistema de poros, por ello la adición del agua debe ser monitoreada de cerca en la elaboración de
- Así como un déficit insuficiente de agua en la elaboración de un concreto permeable estar tan húmedo que la pasta tiende a salir del agregado.

A/C: 0.35

Tomando en cuenta resultados presentados en investigaciones referentes a la relación agua-cemento a/c en el concreto permeable, tenemos:

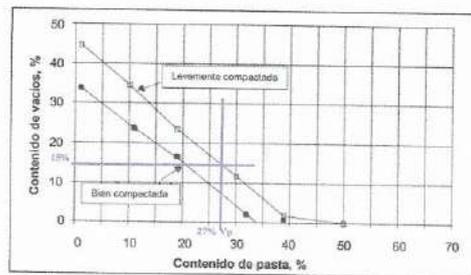
- Jacinto Aquino, con relación agua/cemento de 0.30 aumenta su fuerza de compresión, flexión independientemente del contenido de agregado fino.
- Amorós y Bendezú, usaron una relación agua/cemento 0.40, obteniendo mejor trabajabilidad en la elaboración de las muestras, como también resistencias a la compresión favorables.

Por lo que se eligió las relaciones agua/cemento de 0.25, 0.30 y 0.35, valores de resultados de las diferentes investigaciones, resaltando además que según ACI 522R-10 las resistencias relativamente altas en el concreto permeable son posibles con una relación a/c de aproximadamente 0.40.

**Paso IV:** Cálculo de agua (Volumen de pasta = Volumen de Cemento + Volumen de Agua)

Para el tipo de compactación se optó por elegir el caso más crítico correspondiente a un grado de compactación ligera ya que nada nos garantiza que en la elaboración de un concreto permeable se pueda obtener la compactación adecuada, debido a la poca difusión del modo de compactación y la falta de otras maquinarias capaces de compactar este tipo de concreto.

De acuerdo con el tipo de compactación aplicado y el porcentaje de vacíos, se puede obtener el porcentaje de pasta a partir de la figura #2, el cual es:



% Pasta inicial = 27 %

\* Cuando el agregado fino es usado: el volumen de pasta se ve reducido en 2% por cada 10% de agregado fino del total de agregado calculado para un concreto permeable bien compactado y en un 1% por cada 10% del agregado fino del total de agregado calculado para un concreto permeable ligeramente compactado.

Como se está utilizando un 10% de agregado fino del volumen total de agregados, y el tipo de compactación aplicado es "Ligeramente compactado", debemos reducir en 1% el volumen de pasta obtenido de la figura #2.

% Pasta final = 26 %

*Jorge Tomapasca Panto*  
**Jorge Tomapasca Panto**  
 EQ. DE SUELOS Y PAHMENTOS

*Miguel Angel Ruiz Perales*  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 Ingeniero Civil  
 CIP 246904

INFORME DE ENSAYO

Partiendo de la siguiente ecuación expresado con la relación agua/cemento, tenemos:

$$V_p = \frac{c}{\gamma_c} + \frac{c \cdot \left(\frac{a}{c}\right)}{\gamma_a}$$

Donde:

- Vp: Volumen de pasta (%).
- c: Peso del cemento por m<sup>3</sup> de mezcla (kg).
- a: Peso del agua por m<sup>3</sup> de mezcla (kg).
- γc: Peso específico del cemento (kg/m<sup>3</sup>).
- γa: Peso específico del agua (kg/m<sup>3</sup>).

De la tabla N°23 y N°24, se presentan los siguientes valores correspondientes a la densidad del cemento y la densidad del agua.

γc = 3100 kg/m<sup>3</sup>  
γa = 1000 kg/m<sup>3</sup>

$$0.26 = \frac{c}{3100} + \frac{c \cdot 0.25}{1000}$$

$$0.26 = 0.000323 \cdot c + 0.000350 \cdot c$$

Dando como resultado:

C = 386.57 kg  
a = 135.30 Lts

**Paso V:** Volúmenes absolutos por m<sup>3</sup> de concreto y Condiciones Secas.

A) Volúmenes absolutos por m<sup>3</sup> de concreto.

C =	$\frac{386.57 \text{ kg}}{3100 \text{ kg/m}^3}$	=	0.125 m <sup>3</sup> de concreto
Agua =	$\frac{135 \text{ lt/m}^3}{1000 \text{ kg/m}^3}$	=	0.135 m <sup>3</sup> de concreto
Aire =	$\frac{15}{100}$	=	0.150 m <sup>3</sup> de concreto
Aditivo =	$\frac{0.5}{100}$	=	0.005 m <sup>3</sup> de concreto
	$\sum \text{total} =$		0.415 m <sup>3</sup> de concreto

Como el total es 1 m<sup>3</sup> concreto tenemos:

AG(Gruoso) = PARCIAL = 1  
AG(Gruoso) = 0.585 m<sup>3</sup> de concreto

Considerando solo EL 10% del porcentaje de agregado fino tenemos:

Ag. (Fino) = 0.059 m<sup>3</sup> de concreto

Resultando el agregado grueso corregido:

Ag. (Gruoso) = 0.527 m<sup>3</sup> de concreto

Ahora obteniendo el P. SECO Ag. Fino:

P. SECO Ag. Fino = 0.059  
P. SECO Ag. Fino = 0.059 x 2630 = 153.86 kg/m<sup>3</sup>

Ahora obteniendo el P. SECO Ag. Grueso:

P. SECO Ag. Grueso = 0.527  
P. SECO Ag. Grueso = 0.527 x 2671 = 1406.28 kg/m<sup>3</sup>

B) Condiciones Secas.

P. SECO Ag. Fino =	153.86	kg/m <sup>3</sup> concreto
P. SECO Ag. Grueso =	1406.28	kg/m <sup>3</sup> concreto
Agua =	135	lts
C =	386.57	kg
Aditivo Sika Ceni =	9.10	lts/m <sup>3</sup>
	1.64	lts

**Paso VI:** Corrección por Humedad, Absorción y Aporte de Agua Efectiva

A) Corrección de humedad

PESO HÚMEDO AGREGADO = PH = PS(1 + %H)

P.H.(Fino) =	155.13	kg/m <sup>3</sup> concreto
P.H.(Grueso) =	1416.83	kg/m <sup>3</sup> concreto

  
Jorge Yamapasca Pariz  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
Miguel Angel Ruiz Perales  
Ingeniero Civil  
CIP 246804



B) Corrección por Absorción y Aporte de Agua Efectiva

$$APORTE_{AP} = PS(\%H - \%A)$$

Ap (Fino)=	-0.03 lts
Ap.(Grueso)=	3.23 lts
Ap(TOTAL)=	3.20 lts
A. EFECTIVA=	A.DISEÑO-AP(TOTAL)
A. EFECTIVA=	135.30
A. EFECTIVA=	132.10 lts

3.20

**Paso VII:** Diseño de Mezcla por Condiciones Húmedas

P. HÚMEDO. Ag. Fino=	155.13	kg/m <sup>3</sup> concreto
P. HÚMEDO. Ag. Grueso=	1416.83	kg/m <sup>3</sup> concreto
AGUA=	132.10	lts
C=	386.57	kg
ADITIVO SIKA CEM=	9.10	bls/m <sup>3</sup>
ADITIVO SIKA CEM=	1.64	lts
Nueva relación agua-cemento		
a/c=	0.342	lts/bls

**Paso VIII:** Dosificación en Peso

$$(C : AG.Fino : AG.Grueso) / (AGUA)$$

1	0.40	3.67	0.34	lts/bls
---	------	------	------	---------

**Paso IX:** Materiales para 1 probeta cilíndrica (Sin considerar desperdicio)

Materiales para 1 probeta de 6"x12" (15x30cm)

Volumen de probeta= 0.0053 m<sup>3</sup>

Usamos el paso VIII (Condicioner Húmedo)

C=	0.0053	x	386.57	=	2049.38 gr
AG. Fino=	0.0053	x	155.13	=	822.42 gr
AG. Grueso=	0.0053	x	1416.83	=	7511.23 gr
AGUA=	0.0053	x	132.10	=	700.30 mL
ADITIVO SIKA CEM=	0.0053	x	1.64	=	8.68 mL

Materiales para 1 testigo - Slump 0"	
CEMENTO	2049.38 gr
AG.FINO	822.42 gr
AG.GRUESO	7511.23 gr
AGUA	700.30 mL
ADITIVO SIKA CEM	8.68 mL

  
 Miguel Angel Ruiz Perales  
 Ingeniero Civil  
 CIP 246904

  
 Jorge Tomaypasa Pantoja  
 TECNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



DISEÑO CONCRETO PERMEABLE POR ACI 522R-10  
MUESTRA II

Peso específico del cemento: 3100 kg/m<sup>3</sup>

Cantera: 3 Tomas en el Distrito de Mesones Muro

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS			
	A. fino	A. grueso	Unidades
PEM	2.63	2.671	gr/cm <sup>3</sup>
PUS	1693	1420	kg/m <sup>3</sup>
PUCS	1933	1670	kg/m <sup>3</sup>
%H	0.83	0.75	%
%A	0.85	0.52	%
TMN	-	3/8"	
MF	3	-	

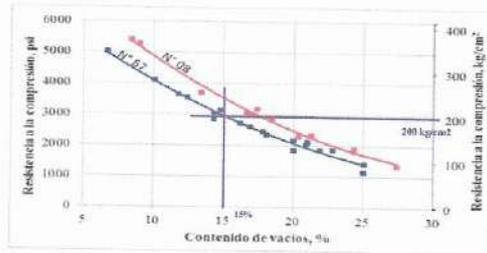
**Paso I:** Porcentaje de vacíos.

El porcentaje de vacíos es 15%, teniendo en cuenta que el tamaño de los agregados gruesos a utilizar (Huso N° 67 y N° 08) están dentro de los rangos dados por la norma ACI 522R-10.

**% Vacíos:** 15 %

**Paso II:** Verificación de la resistencia a la compresión de diseño.

Una vez elegido el porcentaje de vacíos, se puede suponer la resistencia a la compresión de acuerdo con la figura #1. En el cual se detalla la variación de las resistencias a la compresión del concreto permeable desarrollados a los 28 días con dos tamaños de agregados gruesos: No. 08 (3/8") y No. 67 (3/4").



Fuente: [15] y Adaptado de ACI 522R-10

Figura #1: Relación entre el contenido de vacíos y la resistencia a la compresión a los 28 días para tamaños de agregados Nro. 67 y Nro. 8.

Según la figura #2 procedente para un contenido de vacíos de 15%, obtenemos una resistencia a la compresión referencial de 200 kg/cm<sup>2</sup>, sin embargo este valor es referencial.

**F'c referencial:** 200 kg/cm<sup>2</sup>

**Jorge Yamapasca Panto**  
 TEG. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**Miguel Ángel Ruiz Perales**  
 Ingeniero Civil  
 CIP 246904

**Paso III:** Elección de la relación agua/cemento.

Los concretos permeables deben ser proporcionados con una relación agua-cemento relativamente baja (0.26-0.40). (ACI 522R-10)

- Si la cantidad de agua es excesiva, esto conducirá al drenaje de la pasta y la obstrucción del sistema de poros, por ello la adición del agua debe ser monitorada de cerca en la elaboración de
- Así como un déficit insuficiente de agua en la elaboración de un concreto permeable estar tan húmedo que la pasta tiende a salir del agregado.

A/C: 0.35

Tomando en cuenta resultados presentados en investigaciones referentes a la relación agua-cemento a/c en el concreto permeable, tenemos:

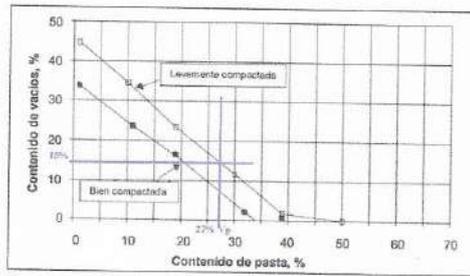
- Jacinto Aquino, con relación agua/cemento de 0.30 aumenta su fuerza de compresión, flexión independientemente del contenido de agregado fino
- Amorós y Bendezi, usaron una relación agua/cemento 0.40, obteniendo mejor trabajabilidad en la elaboración de las muestras, como también resistencias a la compresión favorables.

Por lo que se eligió las relaciones agua/cemento de 0.25, 0.30 y 0.35, valores de resultados de las diferentes investigaciones, resultando además que según ACI 522R-10 las resistencias relativamente altas en el concreto permeable son posibles con una relación a/c de aproximadamente 0.40.

**Paso IV:** Cálculo de agua (Volumen de pasta= Volumen de Cemento + Volumen de Agua)

Para el tipo de compactación se optó por elegir el caso más crítico correspondiente a un grado de compactación ligera ya que nada nos garantiza que en la elaboración de un concreto permeable se pueda obtener la compactación adecuada, debido a la poca difusión del modo de compactación y la falta de otras maquinarias capaces de compactar este tipo de concreto.

De acuerdo con el tipo de compactación aplicado y el porcentaje de vacíos, se puede obtener el porcentaje de pasta a partir de la figura #2, el cual es:



% Pasta inicial= 27 %

\* Cuando el agregado fino es usado: el volumen de pasta se ve reducido en 2% por cada 10% de agregado fino del total de agregado calculado para un concreto permeable bien compactado y en un 1% por cada 10% del agregado fino del total de agregado calculado para un concreto permeable ligeramente compactado.

Como se está utilizando un 10% de agregado fino del volumen total de agregados, y el tipo de compactación aplicado es "Ligeramente compactado", debemos reducir en 1% el volumen de pasta obtenido de la figura #2.

% Pasta final= 26 %

  
**Jorge Tamapasca Panta**  
 T.E.C. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
**Miguel Ángel Rutz Perales**  
 Ingeniero Civil  
 CIP 246904

Partiendo de la siguiente ecuación expresado con la relación agua/cemento, tenemos:

$$V_p = \frac{c}{\gamma_c} + \frac{c \cdot \left(\frac{a}{c}\right)}{\gamma_a}$$

Donde:

- V<sub>p</sub>: Volumen de pasta (%).
- c: Peso del cemento por m<sup>3</sup> de mezcla (kg).
- a: Peso del agua por m<sup>3</sup> de mezcla (kg).
- γ<sub>c</sub>: Peso específico del cemento (kg/m<sup>3</sup>).
- γ<sub>a</sub>: Peso específico del agua (kg/m<sup>3</sup>).

De la tabla N°23 y N°24, se presentan los siguientes valores correspondientes a la densidad del cemento y la densidad del agua.

γ<sub>c</sub> = 3100 kg/m<sup>3</sup>  
γ<sub>a</sub> = 1000 kg/m<sup>3</sup>

Reemplazando en:

$$0.26 = \frac{c}{3100} + \frac{c \cdot 0.25}{1000}$$

$$0.26 = 0.000323 \cdot c + 0.000350 \cdot c$$

Dando como resultado:

C = 386.57 kg  
a = 135.30 Lts

**Paso V:** Volúmenes absolutos por m<sup>3</sup> de concreto y Condiciones Secas.

A) Volúmenes absolutos por m<sup>3</sup> de concreto.

C =	$\frac{386.57 \text{ kg}}{3100 \text{ kg/m}^3}$	=	0.125 m <sup>3</sup> de concreto
Agua =	$\frac{135 \text{ lt/m}^3}{1000 \text{ kg/m}^3}$	=	0.135 m <sup>3</sup> de concreto
Aire =	$\frac{15}{100}$	=	0.150 m <sup>3</sup> de concreto
Aditivo =	$\frac{0.5}{100}$	=	0.005 m <sup>3</sup> de concreto
	$\sum \text{total} =$		0.415 m <sup>3</sup> de concreto

Como el total es 1 m<sup>3</sup> concreto tenemos:

AG(Gruoso) = PARCIAL = 1  
AG(Gruoso) = 0.585 m<sup>3</sup> de concreto

Considerando solo EL 10% del porcentaje de agregado fino tenemos:

Ag. (Fino) = 0.059 m<sup>3</sup> de concreto

Resultando el agregado grueso corregido:

Ag. (Gruoso) = 0.527 m<sup>3</sup> de concreto

Ahora obteniendo el P. SECO. Ag. Fino:

P. SECO. Ag. Fino = 0.059 x 2630 = 153.86 kg/m<sup>3</sup>

Ahora obteniendo el P. SECO. Ag. Grueso:

P. SECO. Ag. Grueso = 0.527 x 2671 = 1406.28 kg/m<sup>3</sup>

B) Condiciones Secas.

P. SECO. Ag. Fino =	153.86	kg/m <sup>3</sup> concreto
P. SECO. Ag. Grueso =	1406.28	kg/m <sup>3</sup> concreto
Agua =	135	lts
C =	386.57	kg
Aditivo Z-IR =	9.10	lts/m <sup>3</sup>
	1.73	lts

**Paso VI:** Corrección por Humedad, Absorción y Aporte de Agua Efectiva

A) Corrección de humedad

PESO HÚMEDO AGREGADO = PH = PS(1 + %H)

P.H.(Fino) =	155.13	kg/m <sup>3</sup> concreto
P.H.(Grueso) =	1416.83	kg/m <sup>3</sup> concreto

  
Jorge Tomapaseca Pantoja  
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
Miguel Angel Ruiz Perales  
Ingeniero Civil  
CIP 246904



B) Corrección por Absorción y Aporte de Agua Efectiva

$$APORTE=AP = PS(\%H - \%A)$$

Ap.(Fino)=	0.03	lbs
Ap.(Grueso)=	3.23	lbs
Ap(TOTAL)=	3.20	lbs
A. EFECTIVA=	A.DISEÑO-AP(TOTAL)	
A. EFECTIVA=	135.30	3.20
A. EFECTIVA=	132.10	lbs

Paso VII: Diseño de Mezcla por Condiciones Húmedas

P. HÚMEDO. Ag. Fino=	155.13	kg/m <sup>3</sup> concreto
P. HÚMEDO. Ag. Grueso=	1416.83	kg/m <sup>3</sup> concreto
AGUA=	132.10	lbs
C=	386.57	kg
	9.10	bls/m <sup>3</sup>
ADITIVO Z-IR=	1.73	lbs
Nueva relación agua-cemento		
w/c=	0.342	lbs/bls

Paso VIII: Dosificación en Peso

$$(C: AG. Fino: AG. Grueso) / (AGUA)$$

1	0.40	3.67	0.34	lbs/bls
---	------	------	------	---------

Paso IX: Materiales para 1 probeta cilíndrica (Sin considerar desperdicio)

Materiales para 1 probeta de 6"x12" (15x30cm)

Volumen de probeta= 0.0053 m<sup>3</sup>

Usamos el paso VIII (Condiciones Húmedas)

C=	0.0053	x	386.57	=	2049.38 gr
AG. Fino=	0.0053	x	155.13	=	822.42 gr
AG. Grueso=	0.0053	x	1416.83	=	7511.23 gr
AGUA=	0.0053	x	132.10	=	700.30 mL
ADITIVO Z-IR=	0.0053	x	1.73	=	9.15 mL

Materiales para 1 testigo - Slump 0"	
CEMENTO	2049.38 gr
AG.FINO	822.42 gr
AG.GRUESO	7511.23 gr
AGUA	700.30 mL
ADITIVO Z-IR	9.15 mL

**Jorge Tomapasca Pantoja**  
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**Miguel Ángel Ruiz Perales**  
 Ingeniero Civil  
 CIP 246904

**DISEÑO CONCRETO PERMEABLE POR ACI 522R-10**  
**MUESTRA PATRON - I**

Peso específico del cemento: 3100 kg/m<sup>3</sup>

Cantera: 3 Tomas en el Distrito de Mesones Muro

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS			
	A. fino	A. grueso	Unidades
PEM	2.63	2.56	gr/cm <sup>3</sup>
PUSS	1683	1449	kg/m <sup>3</sup>
PUCS	1933	1645	kg/m <sup>3</sup>
%H	0.83	0.15	%
%A	0.85	0.85	%
TMN	-	1/2"	
MF	3	-	

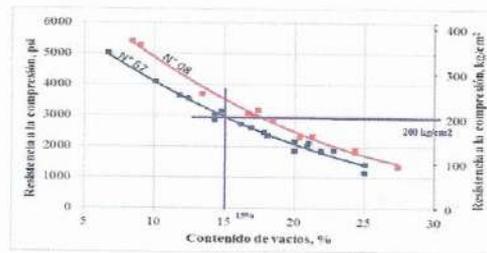
**Paso I:** Porcentaje de vacíos.

El porcentaje de vacíos es 15%, teniendo en cuenta que el tamaño de los agregados gruesos a utilizar (Huso N° 67 y N° 08) están dentro de los rangos dados por la norma ACI 522R-10.

**% Vacíos:** 15 %

**Paso II:** Verificación de la resistencia a la compresión de diseño.

Una vez elegido el porcentaje de vacíos, se puede suponer la resistencia a la compresión de acuerdo con la figura #1. En el cual se detalla la variación de las resistencias a la compresión del concreto permeable desarrollados a los 28 días con dos tamaños de agregados gruesos: No. 08 (3/8") y No. 67 (3/4").



Fuente: [15] y Adaptado de ACI 522R-10

Figura #1: Relación entre el contenido de vacíos y la resistencia a la compresión a los 28 días para tamaños de agregados Nro. 67 y Nro. 8.

Según la figura #2 precedente para un contenido de vacíos de 15%, obtenemos una resistencia a la compresión referencial de 200 kg/cm<sup>2</sup>, sin embargo este valor es referencial.

**F'c referencial:** 200 kg/cm2

  
**Jorge To...**  
 TECNICO DE MUESTREO Y FUNDAMENTOS

  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 Ingeniero Civil  
 CIP 246904

**Paso III:** Elección de la relación agua/cemento.

Los concretos permeables deben ser proporcionados con una relación agua-cemento relativamente baja (0.26-0.40) (ACI 522R-10)

- Si la cantidad de agua es excesiva, esto conducirá al drenaje de la pasta y la obstrucción del sistema de poros, por ello la adición del agua debe ser monitoreada de cerca en la elaboración de
- Así como un déficit insuficiente de agua en la elaboración de un concreto permeable estar tan húmedo que la pasta tiende a salir del agregado.

A/C: 0.25

Tomando en cuenta resultados presentados en investigaciones referentes a la relación agua-cemento a/c en el concreto permeable, tenemos:

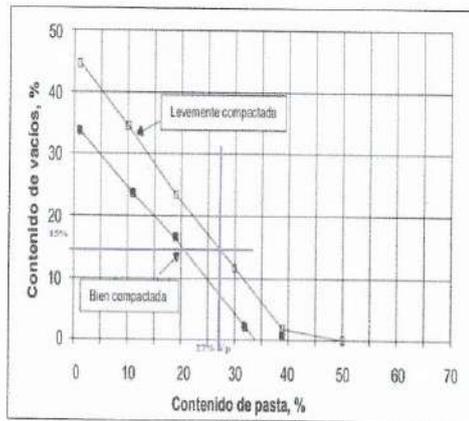
- Jacinto Aquino, con relación agua/cemento de 0.30 aumenta su fuerza de compresión, flexión independientemente del contenido de agregado fino
- Amorós y Bendezi, usaron una relación agua/cemento 0.40, obteniendo mejor trabajabilidad en la elaboración de las muestras, como también resistencias a la compresión favorables.

Por lo que se eligió las relaciones agua/cemento de 0.25, 0.30 y 0.35, valores de resultados de las diferentes investigaciones, resaltando además que según ACI 522R-10 las resistencias relativamente altas en el concreto permeable son posibles con una relación a/c de aproximadamente 0.40.

**Paso IV:** Cálculo de agua (Volumen de pasta = Volumen de Cemento + Volumen de Agua)

Para el tipo de compactación se optó por elegir el caso más crítico correspondiente a un grado de compactación ligera ya que nada nos garantiza que en la elaboración de un concreto permeable se pueda obtener la compactación adecuada, debido a la poca difusión del modo de compactación y la falta de otras maquinarias capaces de compactar este tipo de concreto.

De acuerdo con el tipo de compactación aplicado y el porcentaje de vacíos, se puede obtener el porcentaje de pasta a partir de la figura #2, el cual es:



% Pasta inicial= 27 %

\* Cuando el agregado fino es usado: el volumen de pasta se ve reducido en 2% por cada 10% de agregado fino del total de agregado calculado para un concreto permeable bien compactado y en un 1% por cada 10% del agregado fino del total de agregado calculado para un concreto permeable ligeramente compactado.

Como se está utilizando un 10% de agregado fino del volumen total de agregados, y el tipo de compactación aplicado es "Ligeramente compactado", debemos reducir en 1% el volumen de pasta obtenido de la figura #2.

% Pasta final= 26 %

  
**Jorge Tinajerosca**  
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
**Miguel Ángel Rutz Perales**  
 Ingeniero Civil  
 CIP 246904

Partiendo de la siguiente ecuación expresado con la relación agua:cemento, tenemos:

$$V_p = \frac{c}{\gamma_c} + \frac{c \cdot \left(\frac{a}{c}\right)}{\gamma_a}$$

Donde:

- $V_p$ : Volumen de pasta (%).
- $c$ : Peso del cemento por m<sup>3</sup> de mezcla (kg).
- $a$ : Peso del agua por m<sup>3</sup> de mezcla (kg).
- $\gamma_c$ : Peso específico del cemento (kg/m<sup>3</sup>).
- $\gamma_a$ : Peso específico del agua (kg/m<sup>3</sup>).

De la tabla N°23 y N°24, se presentan los siguientes valores correspondientes a la densidad del cemento y la densidad del agua.

$\gamma_c = 3100 \text{ kg/m}^3$   
 $\gamma_a = 1000 \text{ kg/m}^3$

Reemplazamos en:

$$0.26 = \frac{c}{3100} + \frac{c \cdot 0.25}{1000}$$

$$0.26 = 0.000323 \cdot c + 0.000250 \cdot c$$

Dando como resultado:

$C = 454.08 \text{ kg}$   
 $a = 113.52 \text{ Lts}$

$$V_p = \frac{c}{\gamma_c} + \frac{c \cdot \left(\frac{a}{c}\right)}{\gamma_a}$$

**Paso V:** Volúmenes absolutos por m<sup>3</sup> de concreto y Condiciones Secas.

**A) Volúmenes absolutos por m<sup>3</sup> de concreto.**

C =	$\frac{454.08 \text{ kg}}{3100 \text{ kg/m}^3}$	=	0.146 m <sup>3</sup> de concreto
Agua =	$\frac{114 \text{ lt/m}^3}{1000 \text{ kg/m}^3}$	=	0.114 m <sup>3</sup> de concreto
Aire =	$\frac{15}{100}$	=	0.150 m <sup>3</sup> de concreto

$\sum \text{total} = 0.410 \text{ m}^3 \text{ de concreto}$   
**PARCIAL**

Como el total es 1m<sup>3</sup> concreto tenemos:

AG(Grueso) = PARCIAL-1  
 AG(GRUESO) = 0.590 m<sup>3</sup> de concreto

Considerando solo EL 10% del porcentaje de agregado fino tenemos:

Ag. (Fino) = 0.059 m<sup>3</sup> de concreto

Resultando el agregado grueso corregido:

Ag. (Grueso) = 0.531 m<sup>3</sup> de concreto

Ahora obteniendo el P. SECO, Ag. Fino:

	P. SECO, Ag. Fino =	Ag. (Fino) X PEM	
P. SECO, Ag. Fino =	0.059	x	2630
P. SECO, Ag. Fino =	155.17		kg/m <sup>3</sup>

Ahora obteniendo el P. SECO, Ag. Grueso:

	P. SECO, Ag. Grueso =	Ag. (Grueso) X PEM	
P. SECO, Ag. Grueso =	0.531	x	2560
P. SECO, Ag. Grueso =	1359.36		kg/m <sup>3</sup>

**B) Condiciones Secas.**

P. SECO, Ag. Fino =	155.17	kg/m <sup>3</sup> concreto
P. SECO, Ag. Grueso =	1359.36	kg/m <sup>3</sup> concreto
Agua =	114	lts
C =	454.08	kg
	10.68	bls/m <sup>3</sup>

**Paso VI:** Corrección por Humedad, Absorción y Aporte de Agua Efectiva

**A) Corrección de humedad**

$PESO \text{ HÚMEDO AGREGADO} = PH = PS(1 + \%H)$

P.H.(Fino) =	156.46	kg/m <sup>3</sup> concreto
P.H.(Grueso) =	1361.40	kg/m <sup>3</sup> concreto

  
**Jorge Yamparaca Panta**  
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 Ingeniero Civil  
 DIP 246904

INFORME DE ENSAYO

B) Corrección por Absorción y Aporte de Agua Efectiva

$$APORTE=AP = PS(\%H - \%A)$$

Ap.(Fino)=	-0.03	lts
Ap.(Grueso)=	-9.52	lts
Ap(TOTAL)=	-9.55	lts

A. EFECTIVA=			
A. EFECTIVA=	113.52	-	-9.55
A. EFECTIVA=	123.07	lts	

Paso VII: Diseño de Mezcla por Condiciones Húmedas

P. HÚMEDO. Ag. Fino=	156.46	kg/m <sup>3</sup> concreto
P. HÚMEDO. Ag. Grueso=	1361.40	kg/m <sup>3</sup> concreto
AGUA=	123.07	lts
C=	454.08	kg
	10.68	bls/m <sup>3</sup>
Nueva relación agua -cemento		
a/c=	0.271	lts/bls

Paso VIII: Dosificación en Peso

$$(C \cdot AG.Fino \cdot AG.Grueso) / (AGUA)$$

1	0.34	3.00	0.27	lts/bls
---	------	------	------	---------

Paso IX: Materiales para 1 probeta cilíndrica (Sin considerar desperdicio)

Materiales para 1 probeta de 6"x12" (15x30cm)

Volumen de probeta= 0.0053 m<sup>3</sup>

Usamos el caso VIII ( Condiciones Húmedas)

C=	0.0053	x	454.08	=	2407.30	gr
AG. Fino=	0.0053	x	156.46	=	829.45	gr
AG. Grueso=	0.0053	x	1361.40	=	7217.37	gr
AGUA=	0.0053	x	123.07	=	652.44	mL

Materiales para 1 testigo -Shupp 0"	
CEMENTO	2407.30 gr
AG.FINO	829.45 gr
AG.GRUESO	7217.37 gr
AGUA	652.44 mL

  
**Jorge Yamapasua**  
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
**Miguel Angel Ruiz Peralca**  
 Ingeniero Civil  
 DIP 246804



**DISEÑO CONCRETO PERMEABLE POR ACI 522R-10**  
**MUESTRA 3**

Peso específico del cemento: 3100 kg/m<sup>3</sup>

Cantera: 3 Tomas en el Distrito de Mesones Muro

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS			
	A. fino	A. grueso	Unidades
PEM	2.63	2.56	gr/cm <sup>3</sup>
FUSS	1683	1449	kg/m <sup>3</sup>
PUCS	1933	1645	kg/m <sup>3</sup>
%H	0.83	0.15	%
%A	0.85	0.85	%
TMN	-	1/2"	
MF	3	-	

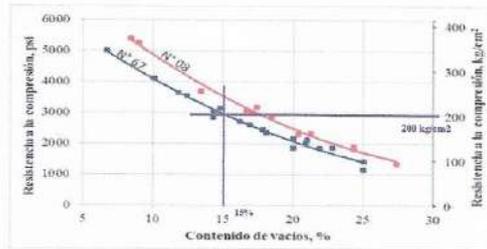
**Paso I:** Porcentaje de vacíos.

El porcentaje de vacíos es 15%, teniendo en cuenta que el tamaño de los agregados gruesos a utilizar (Huso N° 67 y N° 08) están dentro de los rangos dados por la norma ACI 522R-10.

**% Vacíos: 15 %**

**Paso II:** Verificación de la resistencia a la compresión de diseño.

Una vez elegido el porcentaje de vacíos, se puede suponer la resistencia a la compresión de acuerdo con la figura #1. En el cual se detalla la variación de las resistencias a la compresión del concreto permeable desarrollados a los 28 días con dos tamaños de agregados gruesos: No. 08 (3/8") y No. 67 (3/4").



Fuente: [15] y Adaptado de ACI 522R-10

Figura #1: Relación entre el contenido de vacíos y la resistencia a la compresión a los 28 días para tamaños de agregados Nro. 67 y Nro. 8.

Según la figura #2 precedente para un contenido de vacíos de 15%, obtenemos una resistencia a la compresión referencial de 200 kg/cm<sup>2</sup>, sin embargo este valor es referencial.

**F'c referencial: 200 kg/cm<sup>2</sup>**

**Jorge Ferrer**  
 INGENIERO CIVIL  
 ESPECIALIDAD EN SUELOS Y PAVIMENTOS

**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 Ingeniero Civil  
 CIP 246904

**Paso III:** Elección de la relación agua/cemento.

Los concretos permeables deben ser proporcionados con una relación agua-cemento relativamente baja (0.26-0.40). (ACI 522R-10)

- Si la cantidad de agua es excesiva, esto conducirá al drenaje de la pasta y la obstrucción del sistema de poros, por ello la adición del agua debe ser monitoreada de cerca en la elaboración de
- Así como un déficit insuficiente de agua en la elaboración de un concreto permeable estar tan húmedo que la pasta tiende a salir del agregado.

A/C: 0.25

Tomando en cuenta resultados presentados en investigaciones referentes a la relación agua-cemento a/c en el concreto permeable, tenemos:

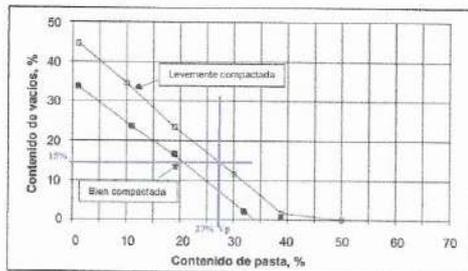
- Jacinto Aquino, con relación agua/cemento de 0.30 aumenta su fuerza de compresión, flexión independientemente del contenido de agregado fino.
- Amorós y Bendezi, usaron una relación agua/cemento 0.40, obteniendo mejor trabajabilidad en la elaboración de las muestras, como también resistencias a la compresión favorables.

Por lo que se eligió las relaciones agua/cemento de 0.25, 0.30 y 0.35, valores de resultados de las diferentes investigaciones, resultando además que según ACI 522R-10 las resistencias relativamente altas en el concreto permeable son posibles con una relación a/c de aproximadamente 0.40.

**Paso IV:** Cálculo de agua (Volumen de pasta= Volumen de Cemento + Volumen de Agua)

Para el tipo de compactación se optó por elegir el caso más crítico correspondiente a un grado de compactación ligera ya que nada nos garantiza que en la elaboración de un concreto permeable se pueda obtener la compactación adecuada, debido a la poca difusión del modo de compactación y la falta de otras maquinarias capaces de compactar este tipo de concreto.

De acuerdo con el tipo de compactación aplicado y el porcentaje de vacíos, se puede obtener el porcentaje de pasta a partir de la figura #2, el cual es:



% Pasta inicial= 27 %

\* Cuando el agregado fino es usado: el volumen de pasta se ve reducido en 2% por cada 10% de agregado fino del total de agregado calculado para un concreto permeable bien compactado y en un 1% por cada 10% del agregado fino del total de agregado calculado para un concreto permeable ligeramente compactado.

Como se está utilizando un 10% de agregado fino del volumen total de agregados, y el tipo de compactación aplicado es "Ligeramente compactado", debemos reducir en 1% el volumen de pasta obtenido de la figura #2.

% Pasta final= 26 %

*Jorge Tomazaga Pantoja*  
**Jorge Tomazaga Pantoja**  
 INGENIERO DE SUELOS Y FUNDACIONES

*Miguel Angel Ruiz Perales*  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 Ingeniero Civil  
 CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

Partiendo de la siguiente ecuación expresado con la relación agua/cemento, tenemos:

$$V_p = \frac{c}{\gamma_c} + \frac{c * (\frac{a}{c})}{\gamma_a}$$

Donde:

- Vp: Volumen de pasta (%).
- c: Peso del cemento por m3 de mezcla (kg).
- a: Peso del agua por m3 de mezcla (kg).
- γc: Peso específico del cemento (kg/m3).
- γa: Peso específico del agua (kg/m3).

$$V_p = \frac{c}{\gamma_c} + \frac{c * (\frac{a}{c})}{\gamma_a}$$

De la tabla N°23 y N°24, se presentan los siguientes valores correspondientes a la densidad del cemento y la densidad del agua.

γc = 3100 kg/m3  
γa = 1000 kg/m3

reemplazamos en la ecuación de...

$$0.26 = \frac{c}{3100} + \frac{c * 0.25}{1000}$$

$$0.26 = 0.000323 * c + 0.000250 * c$$

Dando como resultado:

C = 454.08 kg  
a = 113.52 Lts

**Paso V:** Volúmenes absolutos por m<sup>3</sup> de concreto y Condiciones Secas.

**A) Volúmenes absolutos por m3 de concreto.**

$$0.26 = \frac{c}{3100} + \frac{c * 0.25}{1000}$$

C =	$\frac{454.08 \text{ kg}}{3100 \text{ kg/m}^3}$	=	0.146 m <sup>3</sup> de concreto
Agua =	$\frac{114 \text{ lt/m}^3}{1000 \text{ kg/m}^3}$	=	0.114 m <sup>3</sup> de concreto
Aire =	$\frac{15}{100}$	=	0.150 m <sup>3</sup> de concreto
Aditivo =	$\frac{0.5}{100}$	=	0.005 m <sup>3</sup> de concreto

$$\sum \text{total} = 0.415 \text{ m}^3 \text{ de concreto PARCIAL}$$

Como el total es 1m<sup>3</sup> concreto tenemos:

$$\frac{AG(\text{Grueso})}{PARCIAL} = 1$$

$$AG(\text{Grueso}) = 0.585 \text{ m}^3 \text{ de concreto}$$

Considerando solo EL 10% del porcentaje de agregado fino tenemos:

$$Ag. (\text{Fino}) = 0.059 \text{ m}^3 \text{ de concreto}$$

Resultando el agregado grueso corregido:

$$Ag. (\text{Grueso}) = 0.527 \text{ m}^3 \text{ de concreto}$$

Ahora obteniendo el P SECO Ag. Fino:

$$P. SECO. Ag. Fino = \frac{Ag. (\text{Fino})}{PEM} = \frac{0.059}{0.95} = 0.062 \text{ m}^3$$

$$P. SECO. Ag. Fino = 0.062 \text{ m}^3 \times 2630 \text{ kg/m}^3 = 163.06 \text{ kg/m}^3$$

Ahora obteniendo el P SECO Ag. Grueso:

$$P. SECO. Ag. Grueso = \frac{Ag. (\text{Grueso})}{PEM} = \frac{0.527}{0.95} = 0.555 \text{ m}^3$$

$$P. SECO. Ag. Grueso = 0.555 \text{ m}^3 \times 2560 \text{ kg/m}^3 = 1420.80 \text{ kg/m}^3$$

**B) Condiciones Secas.**

P. SECO. Ag. Fino =	153.86	kg/m <sup>3</sup> concreto
P. SECO. Ag. Grueso =	1347.84	kg/m <sup>3</sup> concreto
Agua =	114	lts
C =	454.08	kg
	10.68	bls/m <sup>3</sup>
Aditivo Z-IR =	2.03	lts

**Paso VI:** Corrección por Humedad, Absorción y Aporte de Agua Efectiva

**A) Corrección de humedad**

$$PESO HÚMEDO AGREGADO = PH = PS(1 + \%H)$$

P.H.(Fino) =	155.13	kg/m <sup>3</sup> concreto
P.H.(Grueso) =	1349.86	kg/m <sup>3</sup> concreto

*Jorge Zambrana Parra*  
Ingeniero Civil  
SUELOS Y PAVIMENTOS

*Miguel Angel Ruiz Perales*  
Ingeniero Civil  
CIP 246804



INFORME DE ENSAYO

B) Corrección por Absorción y Aporte de Agua Efectiva

$$\text{APORTE} = \text{AP} = \text{PS}(\%A - \%A)$$

Ap.(Fino)=	-0.03 lts
Ap.(Grueso)=	-9.43 lts
Ap(TOTAL)=	-9.47 lts
A. EFECTIVA=	A. DISEÑO-AP(TOTAL)
A. EFECTIVA=	113.52
A. EFECTIVA=	122.99 lts

-9.47

Paso VII: Diseño de Mezcla por Condiciones Húmedas

P. HÚMEDO. Ag. Fino=	155.13	kg/m <sup>3</sup> concreto
P. HÚMEDO. Ag. Grueso=	1349.86	kg/m <sup>3</sup> concreto
AGUA=	122.99	lts
C=	454.08	kg
	10.68	bls/m <sup>3</sup>
ADITIVO Z-IR=	2.03	lts
Nueva relación agua -cemento		
w/c=	0.271	lts/bls

Paso VIII: Dosificación en Peso

$$(C : \text{AG. Fino} : \text{AG. Grueso}) / (\text{AGUA})$$

1	0.34	2.97	0.27	lts/bls
---	------	------	------	---------

Paso IX: Materiales para 1 probeta cilíndrica (Sin considerar desperdicio)

Materiales para 1 probeta de 6"x12" (15x30cm)

Volumen de probeta= 0.0053 m<sup>3</sup>

Usamos el paso VIII ( Condiciones Húmedas)

C=	0.0053	x	454.08	=	2407.30 gr
AG. Fino=	0.0053	x	155.13	=	822.42 gr
AG. Grueso=	0.0053	x	1349.86	=	7156.21 gr
AGUA=	0.0053	x	122.99	=	652.01 mL
ADITIVO Z-IR=	0.0053	x	2.03	=	10.75 mL

Materiales para 1 testigo -Slump 0"	
CEMENTO	2407.30 gr
AG.FINO	822.42 gr
AG.GRUESO	7156.21 gr
AGUA	652.01 mL
ADITIVO Z-IR	10.75 mL

  
 Miguel Angel Ruiz Perales  
 Ingeniero Civil  
 CIP 246904

  
 Jorge J. ...  
 TEP DE SUELOS Y PAVIMENTOS



INFORME DE ENSAYO

**DISEÑO CONCRETO PERMEABLE POR ACI 522R-10**  
**MUESTRA 4**

Peso específico del cemento: 3100 kg/m<sup>3</sup>

Cantera: 3 Tomas en el Distrito de Mesones Muro

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS			
	A. fino	A. grueso	Unidades
PEM	2.63	2.56	gr/cm <sup>3</sup>
PUS	1683	1449	kg/m <sup>3</sup>
PUCS	1933	1645	kg/m <sup>3</sup>
%H	0.83	0.15	%
%A	0.85	0.85	%
TMN	-	1/2"	
MF	3	-	

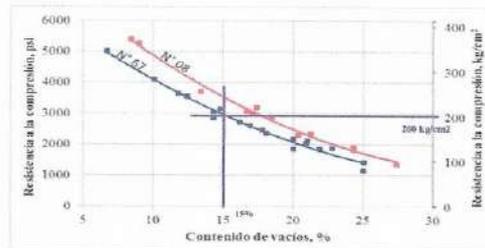
**Paso I:** Porcentaje de vacíos.

El porcentaje de vacíos es 15%, teniendo en cuenta que el tamaño de los agregados gruesos a utilizar (Huso N° 67 y N° 08) están dentro de los rangos dados por la norma ACI 522R-10.

**% Vacíos:** 15 %

**Paso II:** Verificación de la resistencia a la compresión de diseño.

Una vez elegido el porcentaje de vacíos, se puede suponer la resistencia a la compresión de acuerdo con la figura #1. En el cual se detalla la variación de las resistencias a la compresión del concreto permeable desarrollados a los 28 días con dos tamaños de agregados gruesos: No. 08 (3/8") y No. 67 (3/4").



Fuente: [15] y Adaptado de ACI 522R-10

**Figura #1: Relación entre el contenido de vacíos y la resistencia a la compresión a los 28 días para tamaños de agregados Nro. 67 y Nro. 8.**

Según la figura #2 precedente para un contenido de vacíos de 15%, obtenemos una resistencia a la compresión referencial de 200 kg/cm<sup>2</sup>, sin embargo este valor es referencial.

**F'c referencial:** 200 kg/cm<sup>2</sup>

*Jorge Tapayaca Parica*  
TÉCNICO EN SUELOS Y PAVIMENTOS

**Miguel Ángel Rutz Perales**  
Ingeniero Civil  
CIP 246904

**Paso III:** Elección de la relación agua/cemento.

Los concretos permeables deben ser proporcionados con una relación agua-cemento relativamente baja (0.26-0.40). (ACI 522R-10)

- Si la cantidad de agua es excesiva, esto conducirá al drenaje de la pasta y la obstrucción del sistema de poros, por ello la adición del agua debe ser monitoreada de cerca en la elaboración de
- Así como un déficit insuficiente de agua en la elaboración de un concreto permeable estar un húmedo que la pasta tiende a salir del agregado.

A/C: 0.25

Tomando en cuenta resultados presentados en investigaciones referentes a la relación agua-cemento a/c en el concreto permeable, tenemos:

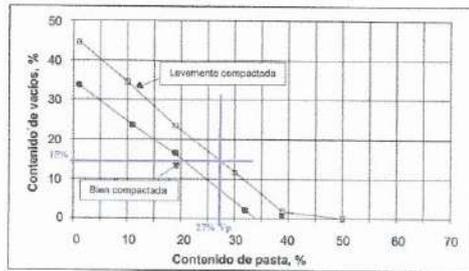
- Jacinto Aquino, con relación agua/cemento de 0.30 aumenta su fuerza de compresión, flexión independientemente del contenido de agregado fino.
- Amorós y Bendezú, usaron una relación agua/cemento 0.40, obteniendo mejor trabajabilidad en la elaboración de las muestras, como también resistencias a la compresión favorables.

Por lo que se eligió las relaciones agua/cemento de 0.25, 0.30 y 0.35, valores de resultados de las diferentes investigaciones, resultando además que según ACI 522R-10 las resistencias relativamente altas en el concreto permeable son posibles con una relación a/c de aproximadamente 0.40.

**Paso IV:** Cálculo de agua (Volumen de pasta = Volumen de Cemento + Volumen de Agua)

Para el tipo de compactación se optó por elegir el caso más crítico correspondiente a un grado de compactación ligera ya que nada nos garantiza que en la elaboración de un concreto permeable se pueda obtener la compactación adecuada, debido a la poca difusión del modo de compactación y la falta de otras maquinarias capaces de compactar este tipo de concreto.

De acuerdo con el tipo de compactación aplicado y el porcentaje de vacíos, se puede obtener el porcentaje de pasta a partir de la figura #2, el cual es:



% Pasta inicial = 27 %

\* Cuando el agregado fino es usado: el volumen de pasta se ve reducido en 2% por cada 10% de agregado fino del total de agregado calculado para un concreto permeable bien compactado y en un 1% por cada 10% del agregado fino del total de agregado calculado para un concreto permeable ligeramente compactado.

Como se está utilizando un 10% de agregado fino del volumen total de agregados, y el tipo de compactación aplicado es "Ligeramente compactado", debemos reducir en 1% el volumen de pasta obtenido de la figura #2.

% Pasta final = 26 %



Jorge Torres  
Ingeniero Civil  
CIP 246804



Miguel Angel Rutz Perales  
Ingeniero Civil  
CIP 246804



INFORME DE ENSAYO

Partiendo de la siguiente ecuación expresado con la relación agua/cemento, tenemos:

$$V_p = \frac{c}{\gamma_c} + \frac{c \cdot \left(\frac{a}{c}\right)}{\gamma_a}$$

Donde:

- $V_p$ : Volumen de pasta (%).
- $c$ : Peso del cemento por m<sup>3</sup> de mezcla (kg).
- $a$ : Peso del agua por m<sup>3</sup> de mezcla (kg).
- $\gamma_c$ : Peso específico del cemento (kg/m<sup>3</sup>).
- $\gamma_a$ : Peso específico del agua (kg/m<sup>3</sup>).

De la tabla N°23 y N°24, se presentan los siguientes valores correspondientes a la densidad del cemento y la densidad del agua.

$\gamma_c = 3100$  kg/m<sup>3</sup>  
 $\gamma_a = 1000$  kg/m<sup>3</sup>

reemplazamos en

$$0.26 = \frac{c}{3100} + \frac{c \cdot 0.25}{1000}$$

$$0.26 = 0.000323 \cdot c + 0.000250 \cdot c$$

Dando como resultado:

$C = 454.08$  kg  
 $a = 113.52$  Lt

$$V_p = \frac{c}{\gamma_c} + \frac{c \cdot \left(\frac{a}{c}\right)}{\gamma_a}$$

**Paso V:** Volúmenes absolutos por m<sup>3</sup> de concreto y Condiciones Secas.

A) Volúmenes absolutos por m<sup>3</sup> de concreto.

$C = \frac{454.08 \text{ kg}}{3100 \text{ kg/m}^3}$	=	$0.146 \text{ m}^3$ de concreto
Agua = $\frac{114 \text{ lt/m}^3}{1000 \text{ kg/m}^3}$	=	$0.114 \text{ m}^3$ de concreto
Aire = $\frac{15}{100}$	=	$0.150 \text{ m}^3$ de concreto
Aditivo = $\frac{0.5}{100}$	=	$0.005 \text{ m}^3$ de concreto
$\sum \text{total} =$		<b>0.415 m<sup>3</sup> de concreto</b>

Como el total es 1 m<sup>3</sup> concreto tenemos:

AG(Grueso) = PARCIAL = 1  
 AG(Grueso) = **0.585 m<sup>3</sup> de concreto**

Considerando solo EL 10% del porcentaje de agregado fino tenemos:

Ag. (Fino) = **0.059 m<sup>3</sup> de concreto**

Resultando el agregado grueso corregido:

Ag. (Grueso) = **0.527 m<sup>3</sup> de concreto**

Ahora obteniendo el P.SECO. Ag. Fino:

P. SECO. Ag. Fino = Ag. (Fino) X PEM  
 P. SECO. Ag. Fino =  $0.059 \times 2630$   
**P. SECO. Ag. Fino = 153.86 kg/m<sup>3</sup>**

Ahora obteniendo el P.SECO. Ag. Grueso:

P. SECO. Ag. Grueso = Ag. (Grueso) X PEM  
 P. SECO. Ag. Grueso =  $0.527 \times 2560$   
**P. SECO. Ag. Grueso = 1347.94 kg/m<sup>3</sup>**

B) Condiciones Secas.

P. SECO. Ag. Fino =	153.86	kg/m <sup>3</sup> concreto
P. SECO. Ag. Grueso =	1347.94	kg/m <sup>3</sup> concreto
Agua =	114	lt
C =	454.08	kg
	10.68	bl/m <sup>3</sup>
Aditivo Silica Cem =	1.92	lt

**Paso VI:** Corrección por Humedad, Absorción y Aporte de Agua Efectiva

A) Corrección de humedad

**PESO HÚMEDO AGREGADO = PH = PS(1 + %H)**

P.H.(Fino) =	155.13	kg/m <sup>3</sup> concreto
P.H.(Grueso) =	1349.86	kg/m <sup>3</sup> concreto

*Jorge Taramandazo Pizarra*  
 INGENIERO EN SUELOS Y RAMBLEROS

*Miguel Angel Ruiz Perales*  
 Ingeniero Civil  
 CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

B) Corrección por Absorción y Aporte de Agua Efectiva

$$APORTE=AP = PS(\%H - \%A)$$

Ap.(Fino)=	-0.03 lts
Ap.(Grueso)=	-9.43 lts
<b>Ap(TOTAL)=</b>	<b>-9.47 lts</b>

A. EFECTIVA=	A.DISEÑO-AP(TOTAL)	
A. EFECTIVA=	113.52	-9.47
<b>A. EFECTIVA=</b>	<b>122.99 lts</b>	

**Paso VII:** Diseño de Mezcla por Condiciones Húmedas

P. HÚMEDO. Ag. Fino=	155.13	kg/m <sup>3</sup> concreto
P. HÚMEDO. Ag. Grueso=	1349.86	kg/m <sup>3</sup> concreto
AGUA=	122.99	lts
C=	454.08	kg
ADITIVO SIKA CEM=	1.92	lts
Nueva relación agua -cemento		
a/c=	0.271	lts/bbs

**Paso VIII:** Dosificación en Peso

$$(C: AG. Fino: AG. Grueso)/(AGUA)$$

1	0.34	2.97	0.27	lts/bbs
---	------	------	------	---------

**Paso IX:** Materiales para 1 probeta cilíndrica (Sin considerar desperdicio)

Materiales para 1 probeta de 6"x12" (15x30cm)

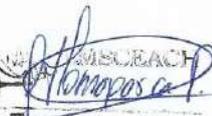
Volumen de probeta= 0.0053 m<sup>3</sup>

Usamos el paso VIII ( Condiciones Húmedas)

C=	0.0053	x	454.08	=	2407.30 gr
AG. Fino=	0.0053	x	155.13	=	822.42 gr
AG. Grueso=	0.0053	x	1349.86	=	7156.21 gr
AGUA=	0.0053	x	122.99	=	652.01 mL
ADITIVO SIKA CEM=	0.0053	x	1.92	=	10.20 mL

Materiales para 1 testigo -Slump 0"	
CEMENTO	2407.30 gr
AG.FINO	822.42 gr
AG.GRUESO	7156.21 gr
AGUA	652.01 mL
ADITIVO SIKA CEM	10.20 mL

  
 Miguel Angel Ruiz Perales  
 Ingeniero Civil  
 CIP 246904

  
 Jorge Tapia  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



INFORME DE ENSAYO

DISEÑO CONCRETO PERMEABLE POR ACI 522R-10  
MUESTRA PATRON - 2

Peso específico del cemento: 3100 kg/m<sup>3</sup>

Cantera: 3 Tomas en el Distrito de Mesones Muro

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS			
	A.fino	A.grueso	Unidades
PEM	2.63	2.56	gr/cm <sup>3</sup>
PUS8	1683	1449	kg/m <sup>3</sup>
PUC8	1933	1645	kg/m <sup>3</sup>
%H	0.83	0.15	%
%A	0.85	0.85	%
TMN	-	1/2"	
MF	3	-	

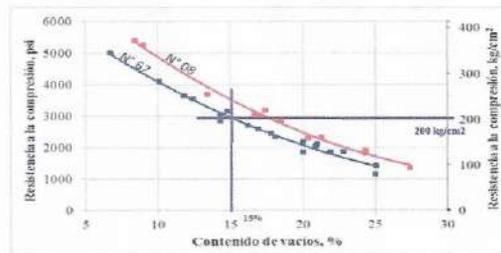
**Paso I:** Porcentaje de vacíos.

El porcentaje de vacíos es 15%, teniendo en cuenta que el tamaño de los agregados gruesos a utilizar (Huso N° 67 y N° 08) están dentro de los rangos dados por la norma ACI 522R-10.

**% Vacíos:** 15 %

**Paso II:** Verificación de la resistencia a la compresión de diseño.

Una vez elegido el porcentaje de vacíos, se puede suponer la resistencia a la compresión de acuerdo con la figura #1. En el cual se detalla la variación de las resistencias a la compresión del concreto permeable desarrollados a los 28 días con dos tamaños de agregados gruesos: No. 08 (3/8") y No. 67 (3/4").



Fuente: [15] y Adaptado de ACI 522R-10

Figura #1: Relación entre el contenido de vacíos y la resistencia a la compresión a los 28 días para tamaños de agregados Nro. 67 y Nro. 8.

Según la figura #2 precedente para un contenido de vacíos de 15%, obtenemos una resistencia a la compresión referencial de 200 kg/cm<sup>2</sup>, sin embargo este valor es referencial.

**F'c referencial:** 200 kg/cm<sup>2</sup>

**Jorge Tapalpasua Parra**  
 TEG. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**Miguel Angel Rutz Perales**  
 Ingeniero Civil  
 CIP 246904

**Paso III:** Elección de la relación agua/cemento.

Los concretos permeables deben ser proporcionados con una relación agua-cemento relativamente baja (0.26-0.40), (ACI 522R-10)

- Si la cantidad de agua es excesiva, esto conducirá al drenaje de la pasta y la obstrucción del sistema de poros, por ello la adición del agua debe ser monitoreada de cerca en la elaboración de
- Así como un déficit insuficiente de agua en la elaboración de un concreto permeable estar tan húmedo que la pasta tiende a salir del agregado.

A/C: 0.30

Tomando en cuenta resultados presentados en investigaciones referentes a la relación agua-cemento a/c en el concreto permeable, tenemos:

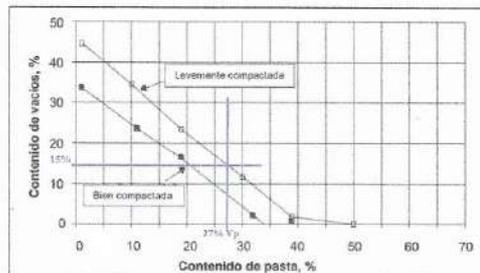
- Jacinto Aquino, con relación agua/cemento de 0.30 aumenta su fuerza de compresión, flexión independientemente del contenido de agregado fino.
- Amorós y Bendezá, usaron una relación agua/cemento 0.40, obteniendo mejor trabajabilidad en la elaboración de las muestras, como también resistencias a la compresión favorables.

Por lo que se eligió las relaciones agua/cemento de 0.25, 0.30 y 0.35, valores de resultados de las diferentes investigaciones, resaltando además que según ACI 522R-10 las resistencias relativamente altas en el concreto permeable son posibles con una relación a/c de aproximadamente 0.40.

**Paso IV:** Cálculo de agua (Volumen de pasta= Volumen de Cemento + Volumen de Agua)

Para el tipo de compactación se optó por elegir el caso más crítico correspondiente a un grado de compactación ligera ya que nada nos garantiza que en la elaboración de un concreto permeable se pueda obtener la compactación adecuada, debido a la poca difusión del modo de compactación y la falta de otras maquinarias capaces de compactar este tipo de concreto.

De acuerdo con el tipo de compactación aplicado y el porcentaje de vacíos, se puede obtener el porcentaje de pasta a partir de la figura #2, el cual es:



% Pasta inicial= 27 %

\* Cuando el agregado fino es usado: el volumen de pasta se ve reducido en 2% por cada 10% de agregado fino del total de agregado calculado para un concreto permeable bien compactado y en un 1% por cada 10% del agregado fino del total de agregado calculado para un concreto permeable ligeramente compactado.

Como se está utilizando un 10% de agregado fino del volumen total de agregados, y el tipo de compactación aplicado es "Ligeramente compactado", debemos reducir en 1% el volumen de pasta obtenido de la figura #2.

% Pasta final= 26 %

  
**Jorge Torres**  
 Ing. de Suelos y Pavimentos

  
**Miguel Ángel Ruiz Perales**  
 Ingeniero Civil  
 CIP 246804

INFORME DE ENSAYO

Partiendo de la siguiente ecuación expresado con la relación agua/cemento, tenemos:

$$V_p = \frac{c}{\gamma_c} + \frac{c \cdot \left(\frac{a}{c}\right)}{\gamma_a}$$

Donde:

- $V_p$ : Volumen de pasta (%).
- $c$ : Peso del cemento por m<sup>3</sup> de mezcla (kg).
- $a$ : Peso del agua por m<sup>3</sup> de mezcla (kg).
- $\gamma_c$ : Peso específico del cemento (kg/m<sup>3</sup>).
- $\gamma_a$ : Peso específico del agua (kg/m<sup>3</sup>).

$$V_p = \frac{c}{\gamma_c} + \frac{c \cdot \left(\frac{a}{c}\right)}{\gamma_a}$$

De la tabla N°23 y N°24, se presentan los siguientes valores correspondientes a la densidad del cemento y la densidad del agua.

$\gamma_c = 3100 \text{ kg/m}^3$   
 $\gamma_a = 1000 \text{ kg/m}^3$

Reemplazando en:

$$0.26 = \frac{c}{3100} + \frac{c \cdot 0.25}{1000}$$

$$0.26 = 0.000323 \cdot c + 0.000300 \cdot c$$

Dando como resultado:

$C = 417.62 \text{ kg}$   
 $a = 125.28 \text{ Lts}$

**Paso V:** Volúmenes absolutos por m<sup>3</sup> de concreto y Condiciones Secas.

A) Volúmenes absolutos por m<sup>3</sup> de concreto.

$$0.26 = \frac{c}{3100} + \frac{c \cdot 0.25}{1000}$$

C =	$\frac{417.62 \text{ kg}}{3100 \text{ kg/m}^3}$	=	0.135 m <sup>3</sup> de concreto
Agua =	$\frac{125 \text{ lt/m}^3}{1000 \text{ kg/m}^3}$	=	0.125 m <sup>3</sup> de concreto
Aire =	$\frac{15}{100}$	=	0.150 m <sup>3</sup> de concreto

$\sum \text{total} = 0.410 \text{ m}^3 \text{ de concreto PARCIAL}$

Como el total es 1 m<sup>3</sup> concreto tenemos:

$AG(\text{Grueso}) + \text{PARCIAL} = 1$   
 $AG(\text{GRUESO}) = 0.590 \text{ m}^3 \text{ de concreto}$

Considerando solo EL 10% del porcentaje de agregado fino tenemos:

Ag. (Fino) = 0.059 m<sup>3</sup> de concreto

Resultando el agregado grueso corregido:

Ag. (Grueso) = 0.531 m<sup>3</sup> de concreto

Ahora obteniendo el P.SECO. Ag. Fino:

$P. \text{SECO. Ag. Fino} = \frac{P. \text{SECO. Ag. Fino} \cdot Ag. (\text{Fino}) \cdot X \cdot PEM}{0.059 \cdot x \cdot 2630}$   
 $P. \text{SECO. Ag. Fino} = 155.17 \text{ kg/m}^3$

Ahora obteniendo el P.SECO. Ag. Grueso:

$P. \text{SECO. Ag. Grueso} = \frac{P. \text{SECO. Ag. Grueso} \cdot Ag. (\text{Grueso}) \cdot X \cdot PEM}{0.531 \cdot x \cdot 2560}$   
 $P. \text{SECO. Ag. Grueso} = 1359.36 \text{ kg/m}^3$

B) Condiciones Secas.

P. SECO. Ag. Fino =	155.17	kg/m <sup>3</sup> concreto
P. SECO. Ag. Grueso =	1359.36	kg/m <sup>3</sup> concreto
Agua =	125	lts
C =	417.62	kg
	9.83	bls/m <sup>3</sup>

**Paso VI:** Corrección por Humedad, Absorción y Aporte de Agua Efectiva

A) Corrección de humedad

$PESO \text{ HÚMEDO AGREGADO} = PH = PS(1 + \%H)$

P.H.(Fino) =	156.46	kg/m <sup>3</sup> concreto
P.H.(Grueso) =	1361.40	kg/m <sup>3</sup> concreto

  
**Jorge Tomapasca Paredes**  
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 Ingeniero Civil  
 CIP 246904

INFORME DE ENSAYO

B) Corrección por Absorción y Aporte de Agua Efectiva

$$APORTE=AP = PS(\%H - \%A)$$

Ap.(Fino)=	-0.03	lts
Ap.(Grueso)=	-9.52	lts
Ap(TOTAL)=	-9.55	lts
A. EFECTIVA=	A.DISEÑO-AP(TOTAL)	
A. EFECTIVA=	125.28	-9.55
A. EFECTIVA=	134.83	lts

Paso VII: Diseño de Mezcla por Condiciones Húmedas

P. HÚMEDO, Ag. Fino=	156.46	kg/m <sup>3</sup> concreto
P. HÚMEDO, Ag. Grueso=	1361.40	kg/m <sup>3</sup> concreto
AGUA=	134.83	lts
C=	417.62	kg
	9.83	bls/m <sup>3</sup>

Nueva relación agua -cemento

a/c=	0.323	lts/bls
------	-------	---------

$$APORTE=AP = PS(\%H - \%A)$$

Paso VIII: Dosificación en Peso

$$(C. AG. Fino: AG. Grueso)/(AGUA)$$

i	0.37	3.26	0.32	lts/bls
---	------	------	------	---------

Paso IX: Materiales para 1 probeta cilíndrica (Sin considerar desperdicio)

Materiales para 1 probeta de 6"x12" (15x30cm)

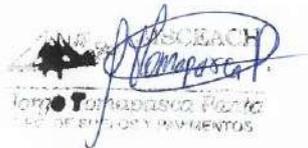
Volumen de probeta= 0.0053 m<sup>3</sup>

Usamos el paso VIII (Condiciones Húmedas)

C=	0.0053	x	417.62	=	2213.97 gr
AG. Fino=	0.0053	x	156.46	=	829.45 gr
AG. Grueso=	0.0053	x	1361.40	=	7217.37 gr
AGUA=	0.0053	x	134.83	=	714.80 mL

Materiales para 1 testigo -Slomp Ø"	
CEMENTO	2213.97 gr
AG.FINO	829.45 gr
AG.GRUESO	7217.37 gr
AGUA	714.80 mL

  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 Ingeniero Civil  
 CIP 246904

  
 LMSCEACH  
 Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto, Emulsiones y Asfaltos  
 Chiclayo - Perú

**DISEÑO CONCRETO PERMEABLE POR ACI 522R-10**  
**MUESTRA 7**

Peso específico del cemento: 3100 kg/m<sup>3</sup>

Cantera: 3 Tomas en el Distrito de Mesones Muro

CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS			
	A. fino	A. grueso	Unidades
PEM	2.63	2.56	gr/cm <sup>3</sup>
PUS	1683	1449	kg/m <sup>3</sup>
PUCS	1933	1645	kg/m <sup>3</sup>
%H	0.83	0.15	%
%A	0.85	0.85	%
TMN	-	1/2"	
MF	3	-	

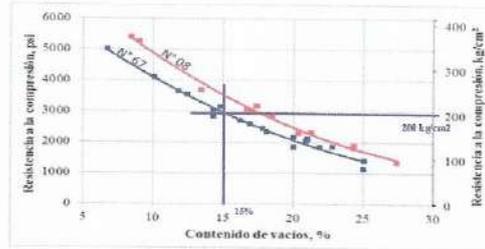
**Paso I:** Porcentaje de vacíos.

El porcentaje de vacíos es 15%, teniendo en cuenta que el tamaño de los agregados gruesos a utilizar (Huso N° 67 y N° 08) están dentro de los rangos dados por la norma ACI 522R-10.

**% Vacíos: 15 %**

**Paso II:** Verificación de la resistencia a la compresión de diseño.

Una vez elegido el porcentaje de vacíos, se puede suponer la resistencia a la compresión de acuerdo con la figura #1. En el cual se detalla la variación de las resistencias a la compresión del concreto permeable desarrollados a los 28 días con dos tamaños de agregados gruesos: No. 08 (3/8") y No. 67 (3/4").



Fuente: [15] y Adaptado de ACI 522R-10

Figura #1: Relación entre el contenido de vacíos y la resistencia a la compresión a los 28 días para tamaños de agregados Nro. 67 y Nro. 8.

Según la figura #2 precedente para un contenido de vacíos de 15%, obtenemos una resistencia a la compresión referencial de 200 kg/cm<sup>2</sup>, sin embargo este valor es referencial.

**f'c referencial: 200 kg/cm<sup>2</sup>**

  
**Jorge Yamparasca Pantoja**  
 INGENIERO EN MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 Ingeniero Civil  
 CIP 246904

**Paso III:** Elección de la relación agua/cemento.

Los concretos permeables deben ser proporcionados con una relación agua-cemento relativamente baja (0.26-0.40). (ACI 522R-10)

- Si la cantidad de agua es excesiva, esto conducirá al drenaje de la pasta y la obstrucción del sistema de poros, por ello la adición del agua debe ser monitoreada de cerca en la elaboración de
- Así como un déficit insuficiente de agua en la elaboración de un concreto permeable estar tan húmedo que la pasta tiende a salir del agregado.

A/C: 0.30

Tomando en cuenta resultados presentados en investigaciones referentes a la relación agua-cemento a/c en el concreto permeable, tenemos:

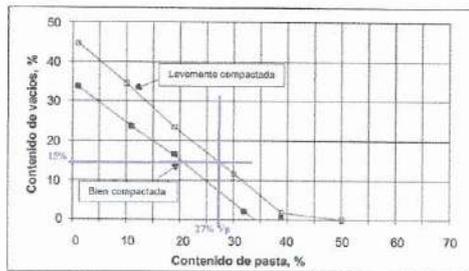
- Jacinto Aquino, con relación agua/cemento de 0.30 aumenta su fuerza de compresión, flexión independientemente del contenido de agregado fino.
- Amorós y Bendezá, usaron una relación agua/cemento 0.40, obteniendo mejor trabajabilidad en la elaboración de las muestras, como también resistencias a la compresión favorables.

Por lo que se eligió las relaciones agua/cemento de 0.25, 0.30 y 0.35, valores de resultados de las diferentes investigaciones, resultando además que según ACI 522R-10 las resistencias relativamente altas en el concreto permeable son posibles con una relación a/c de aproximadamente 0.40.

**Paso IV:** Cálculo de agua (Volumen de pasta= Volumen de Cemento + Volumen de Agua)

Para el tipo de compactación se optó por elegir el caso más crítico correspondiente a un grado de compactación ligera ya que nada nos garantiza que en la elaboración de un concreto permeable se pueda obtener la compactación adecuada, debido a la poca difusión del modo de compactación y la falta de otras maquinarias capaces de compactar este tipo de concreto.

De acuerdo con el tipo de compactación aplicado y el porcentaje de vacíos, se puede obtener el porcentaje de pasta a partir de la figura #2, el cual es:



% Pasta inicial= 27 %

\* Cuando el agregado fino es usado: el volumen de pasta se ve reducido en 2% por cada 10% de agregado fino del total de agregado calculado para un concreto permeable bien compactado y en un 1% por cada 10% del agregado fino del total de agregado calculado para un concreto permeable ligeramente compactado.

Como se está utilizando un 10% de agregado fino del volumen total de agregados, y el tipo de compactación aplicado es "Ligeramente compactado", debemos reducir en 1% el volumen de pasta obtenido de la figura #2.

% Pasta final= 26 %

*Jorge Tompascas Parra*  
**Jorge Tompascas Parra**  
 INGENIERO EN PAVIMENTOS

*Miguel Ángel Ruiz Perales*  
**Miguel Ángel Ruiz Perales**  
 Ingeniero Civil  
 CIP 246904

Partiendo de la siguiente ecuación expresado con la relación agua/cemento, tenemos:

$$V_p = \frac{c}{\gamma_c} + \frac{c \cdot \left(\frac{a}{c}\right)}{\gamma_a}$$

Donde:

- Vp: Volumen de pasta (%).
- c: Peso del cemento por m3 de mezcla (kg).
- a: Peso del agua por m3 de mezcla (kg).
- $\gamma_c$ : Peso específico del cemento (kg/m3).
- $\gamma_a$ : Peso específico del agua (kg/m3).

$$V_p = \frac{c}{\gamma_c} + \frac{c \cdot \left(\frac{a}{c}\right)}{\gamma_a}$$

De la tabla N°23 y N°24, se presentan los siguientes valores correspondientes a la densidad del cemento y la densidad del agua.

$\gamma_c = 3100 \text{ kg/m}^3$   
 $\gamma_a = 1000 \text{ kg/m}^3$

Despejando c:

$$0.26 = \frac{c}{3100} + \frac{c \cdot 0.25}{1000}$$

$$0.26 = 0.000323 \cdot c + 0.000300 \cdot c$$

Dando como resultado:

**C = 417.62 kg**  
**a = 125.28 Lts**

**Paso V:** Volúmenes absolutos por m<sup>3</sup> de concreto y Condiciones Secas.

**A) Volúmenes absolutos por m<sup>3</sup> de concreto.**

$$0.26 = \frac{c}{3100} + \frac{c \cdot 0.25}{1000}$$

C =	$\frac{417.62 \text{ kg}}{3100 \text{ kg/m}^3}$	=	$0.135 \text{ m}^3$ de concreto
Agua =	$\frac{125 \text{ l/m}^3}{1000 \text{ kg/m}^3}$	=	$0.125 \text{ m}^3$ de concreto
Aire =	$\frac{15}{100}$	=	$0.150 \text{ m}^3$ de concreto
Aditivo =	$\frac{0.5}{100}$	=	$0.005 \text{ m}^3$ de concreto

$\sum \text{total} = 0.415 \text{ m}^3$  de concreto  
**PARCIAL**

Como el total es 1m<sup>3</sup> concreto tenemos:

AG(Grueso) + PARCIAL = 1

AG(Grueso) =  $0.585 \text{ m}^3$  de concreto

Considerando solo EL 10% del porcentaje de agregado fino tenemos:

Ag. (Fino) =  $0.059 \text{ m}^3$  de concreto

Resultando el agregado grueso corregido:

Ag. (Grueso) =  $0.527 \text{ m}^3$  de concreto

Ahora obteniendo el P. SECO. Ag. Fino:

P. SECO. Ag. Fino = Ag. (Fino) X PEM

P. SECO. Ag. Fino =  $0.059 \times 2630$

**P. SECO. Ag. Fino = 153.86 kg/m<sup>3</sup>**

Ahora obteniendo el P. SECO. Ag. Grueso:

P. SECO. Ag. Grueso = Ag. (Grueso) X PEM

P. SECO. Ag. Grueso =  $0.527 \times 2560$

**P. SECO. Ag. Grueso = 1347.84 kg/m<sup>3</sup>**

**B) Condiciones Secas.**

P. SECO. Ag. Fino =	153.86	kg/m <sup>3</sup> concreto
P. SECO. Ag. Grueso =	1347.84	kg/m <sup>3</sup> concreto
Agua =	125	lts
C =	417.62	kg
	9.83	lts/m <sup>3</sup>
Aditivo Z-IR =	1.86	lts

**Paso VI:** Corrección por Humedad, Absorción y Aporte de Agua Efectiva

**A) Corrección de humedad**

**PESO HÚMEDO AGREGADO = PH = PS(1 + %H)**

P.H.(Fino) =	155.13	kg/m <sup>3</sup> concreto
P.H.(Grueso) =	1349.86	kg/m <sup>3</sup> concreto

*Jorge Tamapasca Huanta*  
**Jorge Tamapasca Huanta**  
 TECNICO EN SUELOS Y PAVIMENTOS

*Miguel Angel Ruiz Perales*  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 Ingeniero Civil  
 CIP 248804



INFORME DE ENSAYO

B) Corrección por Absorción y Aporte de Agua Efectiva

$$APORTE=AP = PS(\%H - \%A)$$

Ap.(Fino)=	-0.03	lts
Ap.(Grueso)=	-9.43	lts
Ap(TOTAL)=	-9.47	lts

PESO HÚMEDO AGREGADO = PH = PS(1 + %H)		
A. EFECTIVA=	A.DISEÑO-AP(TOTAL)	
A. EFECTIVA=	125.28	-9.47
A. EFECTIVA=	134.75	lts

Paso VII: Diseño de Mezcla por Condiciones Húmedas

P. HÚMEDO. Ag. Fino=	155.13	kg/m <sup>3</sup> concreto
P. HÚMEDO. Ag. Grueso=	1349.86	kg/m <sup>3</sup> concreto
AGUA=	134.75	lts
C=	417.62	kg
	9.83	bls/m <sup>3</sup>
ADITIVO Z-IR=	1.86	lts
Nueva relación agua -cemento		
a/c=	0.323	lts/bls
APORTE=AP = PS(%H - %A)		

Paso VIII: Dosificación en Peso

$$(C: AG. Fino: AG. Grueso)/(AGUA)$$

1	0.37	3.23	0.32	lts/bls
---	------	------	------	---------

Paso IX: Materiales para 1 probeta cilíndrica (Sin considerar desperdicio)

Materiales para 1 probeta de 6"x12" (15x30cm)

Volumen de probeta= 0.0053 m<sup>3</sup>

Usamos el paso VIII ( Condiciones Húmedas)

C=	0.0053	x	417.62	=	2213.97	gr
AG. Fino=	0.0053	x	155.13	=	822.42	gr
AG. Grueso=	0.0053	x	1349.86	=	7156.21	gr
AGUA=	0.0053	x	134.75	=	714.37	mL
ADITIVO Z-IR=	0.0053	x	1.86	=	9.88	mL

Materiales para 1 testigo -Slump 0"	
CEMENTO	2213.97 gr
AG.FINO	822.42 gr
AG.GRUESO	7156.21 gr
AGUA	714.37 ml
ADITIVO Z-IR	9.88 ml

  
 Miguel Angel Ruiz Perales  
 Ingeniero Civil  
 CIF 248804

  
 Jorge Torrealba  
 TECNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



**DISEÑO CONCRETO PERMEABLE POR ACI 522R-10**  
**MUESTRA 3**

Peso específico del cemento: 3100 kg/m<sup>3</sup>

Cantera: 3 Tomas en el Distrito de Mesones Muro

CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS			
	A. fino	A. grueso	Unidades
PEM	2.63	2.56	gr/cm <sup>3</sup>
PUSS	1683	1449	kg/m <sup>3</sup>
PUCS	1933	1645	kg/m <sup>3</sup>
%H	0.83	0.15	%
%A	0.85	0.85	%
TMN	-	1/2"	
MF	3	-	

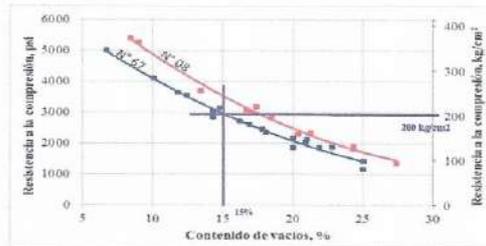
**Paso I:** Porcentaje de vacíos.

El porcentaje de vacíos es 15%, teniendo en cuenta que el tamaño de los agregados gruesos a utilizar (Huso N° 67 y N° 08) están dentro de los rangos dados por la norma ACI 522R-10.

**% Vacíos: 15 %**

**Paso II:** Verificación de la resistencia a la compresión de diseño.

Una vez elegido el porcentaje de vacíos, se puede suponer la resistencia a la compresión de acuerdo con la figura #1. En el cual se detalla la variación de las resistencias a la compresión del concreto permeable desarrollados a los 28 días con dos tamaños de agregados gruesos: No. 08 (3/8") y No. 67 (3/4").



Fuente: [15] y Adaptado de ACI 522R-10

Figura #1: Relación entre el contenido de vacíos y la resistencia a la compresión a los 28 días para tamaños de agregados Nro. 67 y Nro. 8.

Según la figura #2 precedente para un contenido de vacíos de 15%, obtenemos una resistencia a la compresión referencial de 200 kg/cm<sup>2</sup>, sin embargo este valor es referencial.

**F'c referencial: 200 kg/cm<sup>2</sup>**

**Jorge Tapayasca Panta**  
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**Miguel Ángel Ruiz Perales**  
 Ingeniero Civil  
 CIP 246904



**Paso III:** Elección de la relación agua/cemento.

Los concretos permeables deben ser proporcionados con una relación agua-cemento relativamente baja (0.26-0.40) (ACI 522R-10)

- Si la cantidad de agua es excesiva, esto conducirá al drenaje de la pasta y la obstrucción del sistema de poros, por ello la adición del agua debe ser monitoreada de cerca en la elaboración de
- Así como un déficit insuficiente de agua en la elaboración de un concreto permeable estar tan húmedo que la pasta tiende a salir del agregado.

A/C: 0.30

Tomando en cuenta resultados presentados en investigaciones referentes a la relación agua-cemento a/c en el concreto permeable, tenemos:

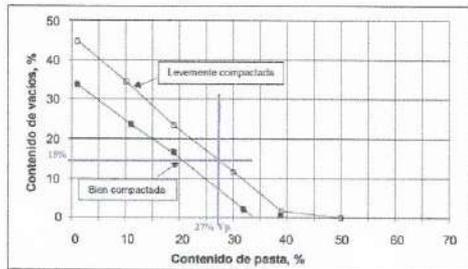
- Jacinto Aquino, con relación agua/cemento de 0.30 aumenta su fuerza de compresión, flexión independientemente del contenido de agregado fino.
- Amorós y Bendezú, usaron una relación agua/cemento 0.40, obteniendo mejor trabajabilidad en la elaboración de las muestras, como también resistencias a la compresión favorables.

Por lo que se eligió las relaciones agua/cemento de 0.25, 0.30 y 0.35, valores de resultados de las diferentes investigaciones, resaltando además que según ACI 522R-10 las resistencias relativamente altas en el concreto permeable son posibles con una relación a/c de aproximadamente 0.40.

**Paso IV:** Cálculo de agua (Volumen de pasta= Volumen de Cemento + Volumen de Agua)

Para el tipo de compactación se optó por elegir el caso más crítico correspondiente a un grado de compactación ligera ya que nada nos garantiza que en la elaboración de un concreto permeable se pueda obtener la compactación adecuada, debido a la poca difusión del modo de compactación y la falta de otras maquinarias capaces de compactar este tipo de concreto.

De acuerdo con el tipo de compactación aplicado y el porcentaje de vacíos, se puede obtener el porcentaje de pasta a partir de la figura #2, el cual es:



% Pasta inicial= 27 %

\* Cuando el agregado fino es usado: el volumen de pasta se ve reducido en 2% por cada 10% de agregado fino del total de agregado calculado para un concreto permeable bien compactado y en un 1% por cada 10% del agregado fino del total de agregado calculado para un concreto permeable ligeramente compactado.

Como se está utilizando un 10% de agregado fino del volumen total de agregados, y el tipo de compactación aplicado es "Ligeramente compactado", debemos reducir en 1% el volumen de pasta obtenido de la figura #2.

% Pasta final= 26 %

LMSCEACH S.A.S.  
Jorge Iruhapasca Panta  
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Miguel Ángel Ruiz Perales  
Ingeniero Civil  
CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

Partiendo de la siguiente ecuación expresado con la relación agua/cemento, tenemos:

$$V_p = \frac{c}{\gamma_c} + \frac{c \cdot \left(\frac{a}{c}\right)}{\gamma_a}$$

Donde:

- Vp: Volumen de pasta (%).
- c: Peso del cemento por m<sup>3</sup> de mezcla (kg).
- a: Peso del agua por m<sup>3</sup> de mezcla (kg).
- γc: Peso específico del cemento (kg/m<sup>3</sup>).
- γa: Peso específico del agua (kg/m<sup>3</sup>).

$$V_p = \frac{c}{\gamma_c} + \frac{c \cdot \left(\frac{a}{c}\right)}{\gamma_a}$$

De la tabla N°23 y N°24, se presentan los siguientes valores correspondientes a la densidad del cemento y la densidad del agua.

γc = 3100 kg/m<sup>3</sup>  
γa = 1000 kg/m<sup>3</sup>

Reemplazando en

$$0.26 = \frac{c}{3100} + \frac{c \cdot 0.25}{1000}$$

$$0.26 = 0.000323 \cdot c + 0.000300 \cdot c$$

Dando como resultado:

C = 417.62 kg  
a = 125.28 Lts

**Paso V:** Volúmenes absolutos por m<sup>3</sup> de concreto y Condiciones Secas.

A) Volúmenes absolutos por m<sup>3</sup> de concreto.

$$0.26 = \frac{c}{3100} + \frac{c \cdot 0.25}{1000}$$

C =	$\frac{417.62 \text{ kg}}{3100 \text{ kg/m}^3}$	=	0.135 m <sup>3</sup> de concreto
Agua =	$\frac{125 \text{ lt/m}^3}{1000 \text{ kg/m}^3}$	=	0.125 m <sup>3</sup> de concreto
Aire =	$\frac{15}{100}$	=	0.150 m <sup>3</sup> de concreto
Aditivo =	$\frac{100}{100}$	=	0.005 m <sup>3</sup> de concreto
$\sum \text{total} =$			0.415 m <sup>3</sup> de concreto

Como el total es 1m<sup>3</sup> concreto tenemos:

AG(Grueso) = PARCIAL = 1  
AG(Grueso) = 0.585 m<sup>3</sup> de concreto

Considerando solo EL 10% del porcentaje de agregado fino tenemos:

Ag. (Fino) = 0.059 m<sup>3</sup> de concreto

Resultando el agregado grueso corregido:

Ag. (Grueso) = 0.527 m<sup>3</sup> de concreto

Ahora obteniendo el P.SECO. Ag. Fino:

P. SECO. Ag. Fino = Ag. (Fino) X PEM			
P. SECO. Ag. Fino =	0.059	x	2630
P. SECO. Ag. Fino =	153.86	kg/m <sup>3</sup>	

Ahora obteniendo el P.SECO. Ag. Grueso:

P. SECO. Ag. Grueso = Ag. (Grueso) X PEM			
P. SECO. Ag. Grueso =	0.527	x	2560
P. SECO. Ag. Grueso =	1347.84	kg/m <sup>3</sup>	

B) Condiciones Secas.

P. SECO. Ag. Fino =	153.86	kg/m <sup>3</sup> concreto
P. SECO. Ag. Grueso =	1347.84	kg/m <sup>3</sup> concreto
Agua =	125	lts
C =	417.62	kg
Aditivo Silica Cem =	9.83	lts/m <sup>3</sup>
	1.77	lts

**Paso VI:** Corrección por Humedad, Absorción y Aporte de Agua Efectiva

A) Corrección de humedad

PESO HÚMEDO AGREGADO = PH = PS(1 + %H)

P.H.(Fino) =	155.13	kg/m <sup>3</sup> concreto
P.H.(Grueso) =	1349.86	kg/m <sup>3</sup> concreto

*[Handwritten signature]*  
LMSCEACH S.A.S.  
Ing. Tomasca Pantoja  
LABORATORIO DE PAVIMENTOS

*[Handwritten signature]*  
Miguel Ángel Ruiz Perales  
Ingeniero Civil  
CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

B) Corrección por Absorción y Aporte de Agua Efectiva

$$APORTE=AP = PS(\%H - \%A)$$

Ap.(Fino)=	-0.03 lts
Ap.(Grueso)=	-9.43 lts
Ap(TOTAL)=	-9.47 lts

A. EFECTIVA=	A.DISEÑO-AP(TOTAL)	
A. EFECTIVA=	125.28	-9.47
A. EFECTIVA=	134.75 lts	

Paso VII: Diseño de Mezcla por Condiciones Húmedas

P. HÚMEDO. Ag. Fino=	155.13	kg/m <sup>3</sup> concreto
P. HÚMEDO. Ag. Grueso=	1349.86	kg/m <sup>3</sup> concreto
AGUA=	134.75	lts
C=	417.62	kg
	9.83	lts/m <sup>3</sup>
ADITIVO SIKA CEM=	1.77	lts
Nueva relación agua -cemento		
a/c=	0.323	lts/bls

Paso VIII: Dosificación en Peso

$$(C, AG, Fino, AG, Grueso)/(AGUA)$$

1	0.37	3.23	0.32	lts/bls
---	------	------	------	---------

Paso IX: Materiales para 1 probeta cilíndrica (Sin considerar desperdicio)

Materiales para 1 probeta de 6"x12" (15x30cm)

Volumen de probeta= 0.0053 m<sup>3</sup>

Usamos el paso VIII (Condiciones Húmedas)

C=	0.0053	x	417.62	=	2213.97 gr
AG. Fino=	0.0053	x	155.13	=	822.42 gr
AG. Grueso=	0.0053	x	1349.86	=	7156.21 gr
AGUA=	0.0053	x	134.75	=	714.37 mL
ADITIVO SIKA CEM=	0.0053	x	1.77	=	9.38 mL

Materiales para 1 testigo -Slump 0"	
CEMENTO	2213.97 gr
AG.FINO	822.42 gr
AG.GRUESO	7156.21 gr
AGUA	714.37 mL
ADITIVO SIKA CEM	9.38 mL

  
 Miguel Angel Ruiz Perales  
 Ingeniero Civil  
 CIP 246904

  
 Jorge Tamboresca Pantoja  
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS



**DISEÑO CONCRETO PERMEABLE POR ACI 522R-10**  
**MUESTRA PATRON - 3**

Peso específico del cemento: 3100 kg/m<sup>3</sup>  
Cantera: 3 Tomas en el Distrito de Mesones Muro

CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS			
	A.fino	A.grueso	Unidades
PEM	2.63	2.56	gr/cm <sup>3</sup>
PUS	1683	1449	kg/m <sup>3</sup>
PUCS	1933	1645	kg/m <sup>3</sup>
%H	0.83	0.15	%
%A	0.85	0.85	%
TMN	-	1/2"	
MF	3	-	

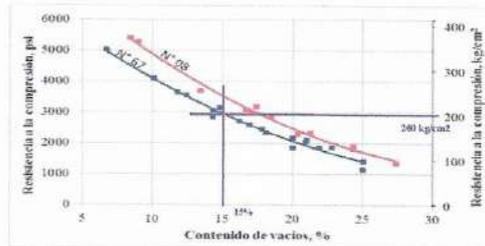
**Paso I:** Porcentaje de vacíos.

El porcentaje de vacíos es 15%, teniendo en cuenta que el tamaño de los agregados gruesos a utilizar (Huso N° 67 y N° 08) están dentro de los rangos dados por la norma ACI 522R-10.

% Vacíos: 15 %

**Paso II:** Verificación de la resistencia a la compresión de diseño.

Una vez elegido el porcentaje de vacíos, se puede suponer la resistencia a la compresión de acuerdo con la figura #1. En el cual se detalla la variación de las resistencias a la compresión del concreto permeable desarrollados a los 28 días con dos tamaños de agregados gruesos: No. 08 (3/8") y No. 67 (3/4").



Fuente: [15] y Adaptado de ACI 522R-10

Figura #1: Relación entre el contenido de vacíos y la resistencia a la compresión a los 28 días para tamaños de agregados Nro. 67 y Nro. 8.

Según la figura #2 precedente para un contenido de vacíos de 15%, obtenemos una resistencia a la compresión referencial de 200 kg/cm<sup>2</sup>, sin embargo este valor es referencial.

F'c referencial: 200 kg/cm<sup>2</sup>

**LMSCEACH**  
 Ingeniero Civil  
 Miguel Ángel Ruiz Peralta  
 Exp. de SUELOS Y PAVIMENTOS

**Miguel Ángel Ruiz Peralta**  
 Ingeniero Civil  
 CIP 246904

**Paso III:** Elección de la relación agua/cemento.

Los concretos permeables deben ser proporcionados con una relación agua-cemento relativamente baja (0.26-0.40) (ACI 522R-10)

- Si la cantidad de agua es excesiva, esto conducirá al drenaje de la pasta y la obstrucción del sistema de poros, por ello la adición del agua debe ser monitoreada de cerca en la elaboración de
- Así como un déficit insuficiente de agua en la elaboración de un concreto permeable está tan húmedo que la pasta tiende a salir del agregado.

A/C: 0.35

Tomando en cuenta resultados presentados en investigaciones referentes a la relación agua-cemento *a/c* en el concreto permeable, tenemos:

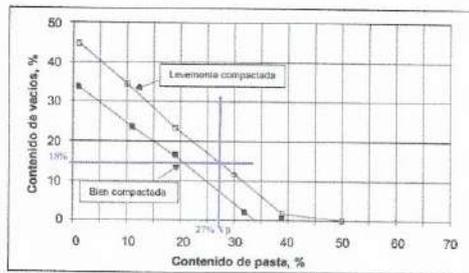
- Jacinto Aquino, con relación agua/cemento de 0.30 aumenta su fuerza de compresión, flexión independientemente del contenido de agregado fino.
- Amorós y Bendeúz, usaron una relación agua/cemento 0.40, obteniendo mejor trabajabilidad en la elaboración de las muestras, como también resistencias a la compresión favorables.

Por lo que se eligió las relaciones agua/cemento de 0.25, 0.30 y 0.35, valores de resultados de las diferentes investigaciones, resaltando además que según ACI 522R-10 las resistencias relativamente altas en el concreto permeable son posibles con una relación *a/c* de aproximadamente 0.40.

**Paso IV:** Cálculo de agua (Volumen de pasta= Volumen de Cemento + Volumen de Agua)

Para el tipo de compactación se optó por elegir el caso más crítico correspondiente a un grado de compactación ligera ya que nada nos garantiza que en la elaboración de un concreto permeable se pueda obtener la compactación adecuada, debido a la poca difusión del modo de compactación y la falta de otras maquinarias capaces de compactar este tipo de concreto.

De acuerdo con el tipo de compactación aplicado y el porcentaje de vacíos, se puede obtener el porcentaje de pasta a partir de la figura #2, el cual es:



% Pasta inicial= 27 %

\* Cuando el agregado fino es usado: el volumen de pasta se ve reducido en 2% por cada 10% de agregado fino del total de agregado calculado para un concreto permeable bien compactado y en un 1% por cada 10% del agregado fino del total de agregado calculado para un concreto permeable ligeramente compactado.

Como se está utilizando un 10% de agregado fino del volumen total de agregados, y el tipo de compactación aplicado es "Ligeramente compactado", debemos reducir en 1% el volumen de pasta obtenido de la figura #2.

% Pasta final= 26 %



*Miguel Ángel Ruiz Perales*  
**Miguel Ángel Ruiz Perales**  
 Ingeniero Civil  
 CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

Partiendo de la siguiente ecuación expresado con la relación agua/cemento, tenemos:

$$V_p = \frac{c}{\gamma_c} + \frac{c \cdot \left(\frac{a}{c}\right)}{\gamma_a}$$

Donde:

- Vp: Volumen de pasta (%).
- c: Peso del cemento por m3 de mezcla (kg).
- a: Peso del agua por m3 de mezcla (kg).
- $\gamma_c$ : Peso específico del cemento (kg/m3).
- $\gamma_a$ : Peso específico del agua (kg/m3).

$$V_p = \frac{c}{\gamma_c} + \frac{c \cdot \left(\frac{a}{c}\right)}{\gamma_a}$$

De la tabla N°23 y N°24, se presentan los siguientes valores correspondientes a la densidad del cemento y la densidad del agua.

$\gamma_c = 3100 \text{ kg/m}^3$   
 $\gamma_a = 1000 \text{ kg/m}^3$

Desarrollando la ecuación:

$$0.26 = \frac{c}{3100} + \frac{c \cdot 0.25}{1000}$$

$$0.26 = 0.000323 \cdot c + 0.000350 \cdot c$$

Dando como resultado:

**C = 386.57 kg**  
**a = 135.50 Lts**

**Paso V:** Volúmenes absolutos por m3 de concreto y Condiciones Secas.

A) Volúmenes absolutos por m3 de concreto.

C =	$\frac{386.57 \text{ kg}}{3100 \text{ kg/m}^3}$	=	0.125 m <sup>3</sup> de concreto
Agua =	$\frac{135 \text{ lt/m}^3}{1000 \text{ kg/m}^3}$	=	0.135 m <sup>3</sup> de concreto
Aire =	$\frac{15}{100}$	=	0.150 m <sup>3</sup> de concreto

$\sum \text{total} = 0.410 \text{ m}^3 \text{ de concreto}$  **PARCIAL**

Como el total es 1m<sup>3</sup> concreto tenemos:

AG(GRUESO) = PARCIAL = 1  
 AG(GRUESO) = 0.590 m<sup>3</sup> de concreto

Considerando solo EL 10% del porcentaje de agregado fino tenemos:

Ag. (Fino) = 0.059 m<sup>3</sup> de concreto

Resultando el agregado grueso corregido:

Ag. (Grueso) = 0.531 m<sup>3</sup> de concreto

Ahora obteniendo el P SECO. Ag. Fino:

P. SECO. Ag. Fino =  $\frac{0.059}{0.059} \times 2630$   
 P. SECO. Ag. Fino = 2630 kg/m<sup>3</sup>

Ahora obteniendo el P SECO. Ag. Grueso:

P. SECO. Ag. Grueso =  $\frac{0.531}{0.531} \times 2560$   
 P. SECO. Ag. Grueso = 2560 kg/m<sup>3</sup>

B) Condiciones Secas.

P. SECO. Ag. Fino =	155.17	kg/m <sup>3</sup> concreto
P. SECO. Ag. Grueso =	1359.36	kg/m <sup>3</sup> concreto
Agua =	135	lts
C =	386.57	kg
	9.10	bls/m <sup>3</sup>

**Paso VI:** Corrección por Humedad, Absorción y Aparte de Agua Efectiva

A) Corrección de humedad

**PESO HÚMEDO AGREGADO = PH = PS(1 + %H)**

P.H.(Fino) =	156.46	kg/m <sup>3</sup> concreto
P.H.(Grueso) =	1361.40	kg/m <sup>3</sup> concreto

*[Handwritten signature]*  
**Georgio Torres Peralta**  
 INGENIERO CIVIL

*[Handwritten signature]*  
**Miguel Angel Ruiz Peralas**  
 Ingeniero Civil  
 CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

B) Corrección por Absorción y Aporte de Agua Efectiva

$$APORTE=AP = P5(\%H - \%A)$$

Ap.(Fino)=	-0.03 lts
Ap.(Grueso)=	-9.52 lts
Ap(TOTAL)=	-9.55 lts

A. EFECTIVA=	A.DISEÑO-AP(TOTAL)	
A. EFECTIVA=	135.30	-9.55
A. EFECTIVA=	144.85 lts	

**Paso VII:** Diseño de Mezcla por Condiciones Húmedas

P. HÚMEDO, Ag. Fino=	156.46	kg/m <sup>3</sup> concreto
P. HÚMEDO, Ag. Grueso=	1361.40	kg/m <sup>3</sup> concreto
AGUA=	144.85	lts
C=	386.57	kg
Nueva relación agua -cemento	9.10	lts/m <sup>3</sup>
a/c=	0.375	lts/lbs

**Paso VIII:** Dosificación en Peso

$$(C: AG.Fino: AG.Grueso)/(AGUA)$$

1	0.40	3.52	0.37	lts/lbs
---	------	------	------	---------

**Paso IX:** Materiales para 1 probeta cilíndrica (Sin considerar desperdicio)

Materiales para 1 probeta de 6"x12" (15x30cm)

Volumen de probeta= 0.0053 m<sup>3</sup>

Usamos el paso VIII ( Condiciones Húmedas)

C=	0.0053	x	386.57	=	2049.38 gr
AG. Fino=	0.0053	x	156.46	=	829.45 gr
AG. Grueso=	0.0053	x	1361.40	=	7217.37 gr
AGUA=	0.0053	x	144.85	=	767.89 mL

Materiales para 1 testigo -Slump 0"	
CEMENTO	2049.38 gr
AG.FINO	829.45 gr
AG.GRUESO	7217.37 gr
AGUA	767.89 ml

*[Handwritten Signature]*  
**Jorge Toresano Pantoja**  
 INGENIERO EN SISTEMAS DE SUELOS Y FUNDACIONES

*[Handwritten Signature]*  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 Ingeniero Civil  
 CIP 246904



**DISEÑO CONCRETO PERMEABLE POR ACI 522R-10**  
**MUESTRA 9**

Peso específico del cemento: 3100 kg/m<sup>3</sup>

Cantera: 3 Tomas en el Distrito de Mesones Muro

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS			
	A. fino	A. grueso	Unidades
PEM	2.63	2.56	gr/cm <sup>3</sup>
PUS	1683	1449	kg/m <sup>3</sup>
PUCS	1933	1645	kg/m <sup>3</sup>
%H	0.83	0.15	%
%A	0.85	0.85	%
TMN	-	1/2"	
MF	3	-	

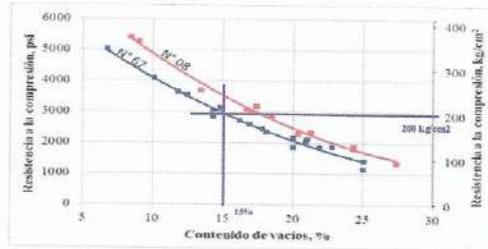
**Paso I:** Porcentaje de vacíos.

El porcentaje de vacíos es 15%, teniendo en cuenta que el tamaño de los agregados gruesos a utilizar (Huso N° 67 y N° 08) están dentro de los rangos dados por la norma ACI 522R-10.

**% Vacíos: 15 %**

**Paso II:** Verificación de la resistencia a la compresión de diseño.

Una vez elegido el porcentaje de vacíos, se puede suponer la resistencia a la compresión de acuerdo con la figura #1. En el cual se detalla la variación de las resistencias a la compresión del concreto permeable desarrollados a los 28 días con dos tamaños de agregados gruesos: No. 08 (3/8") y No. 67 (3/4").



Fuente: [15] y Adaptado de ACI 522R-10

Figura #1: Relación entre el contenido de vacíos y la resistencia a la compresión a los 28 días para tamaños de agregados Nro. 67 y Nro. 8.

Según la figura #2 precedente para un contenido de vacíos de 15%, obtenemos una resistencia a la compresión referencial de 200 kg/cm<sup>2</sup>, sin embargo este valor es referencial.

**F'c referencial: 200 kg/cm<sup>2</sup>**

  
**Jorge Toledano**  
 Ing. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
**Miguel Ángel Ruiz Perales**  
 Ingeniero Civil  
 CIP 246904

**Paso III:** Elección de la relación agua/cemento.

Los concretos permeables deben ser proporcionados con una relación agua-cemento relativamente baja (0.26-0.40) (ACI 522R-10)

- Si la cantidad de agua es excesiva, esto conducirá al drenaje de la pasta y la obstrucción del sistema de poros, por ello la adición del agua debe ser monitoreada de cerca en la elaboración de
- Así como un déficit insuficiente de agua en la elaboración de un concreto permeable estar tan húmedo que la pasta tiende a salir del agregado.

A/C: 0.35

Tomando en cuenta resultados presentados en investigaciones referentes a la relación agua-cemento a/c en el concreto permeable, tenemos:

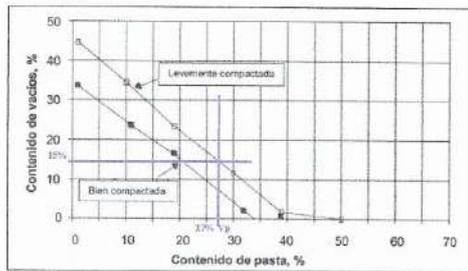
- Jacinto Aquino, con relación agua/cemento de 0.30 aumenta su fuerza de compresión, flexión independientemente del contenido de agregado fino.
- Amorós y Bendezú, usaron una relación agua/cemento 0.40, obteniendo mejor trabajabilidad en la elaboración de las muestras, como también resistencias a la compresión favorables.

Por lo que se eligió las relaciones agua/cemento de 0.25, 0.30 y 0.35, valores de resultados de las diferentes investigaciones, resultando además que según ACI 522R-10 las resistencias relativamente altas en el concreto permeable son posibles con una relación a/c de aproximadamente 0.40.

**Paso IV:** Cálculo de agua (Volumen de pasta= Volumen de Cemento + Volumen de Agua)

Para el tipo de compactación se optó por elegir el caso más crítico correspondiente a un grado de compactación ligera ya que nada nos garantiza que en la elaboración de un concreto permeable se pueda obtener la compactación adecuada, debido a la poca difusión del modo de compactación y la falta de otras maquinarias capaces de compactar este tipo de concreto.

De acuerdo con el tipo de compactación aplicado y el porcentaje de vacíos, se puede obtener el porcentaje de pasta a partir de la figura #2, el cual es:



% Pasta inicial= 27 %

\* Cuando el agregado fino es usado: el volumen de pasta se ve reducido en 2% por cada 10% de agregado fino del total de agregado calculado para un concreto permeable bien compactado y en un 1% por cada 10% del agregado fino del total de agregado calculado para un concreto permeable ligeramente compactado.

Como se está utilizando un 10% de agregado fino del volumen total de agregados, y el tipo de compactación aplicado es "Ligeramente compactado", debemos reducir en 1% el volumen de pasta obtenido de la figura #2.

% Pasta final= 26 %

*Jorge Tomapasca Pantoja*  
**Jorge Tomapasca Pantoja**  
 SUELOS Y PAVIMENTOS

*Miguel Ángel Ruiz Perales*  
**Miguel Ángel Ruiz Perales**  
 Ingeniero Civil  
 CIP 246904

Partiendo de la siguiente ecuación expresado con la relación agua/cemento, tenemos:

$$V_p = \frac{c}{\gamma_c} + \frac{c \cdot \left(\frac{a}{c}\right)}{\gamma_a}$$

Donde:

- Vp: Volumen de pasta (%).
- c: Peso del cemento por m<sup>3</sup> de mezcla (kg).
- a: Peso del agua por m<sup>3</sup> de mezcla (kg).
- $\gamma_c$ : Peso específico del cemento (kg/m<sup>3</sup>).
- $\gamma_a$ : Peso específico del agua (kg/m<sup>3</sup>).

$$V_p = \frac{c}{\gamma_c} + \frac{c \cdot \left(\frac{a}{c}\right)}{\gamma_a}$$

De la tabla N°23 y N°24, se presentan los siguientes valores correspondientes a la densidad del cemento y la densidad del agua.

$$\begin{aligned} \gamma_c &= 3100 \text{ kg/m}^3 \\ \gamma_a &= 1000 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Considerando el

$$\begin{aligned} 0.26 &= \frac{c}{3100} + \frac{c \cdot 0.25}{1000} \\ 0.26 &= 0.000323 \cdot c + 0.000350 \cdot c \end{aligned}$$

Dado como resultado:

$$\begin{aligned} C &= 386.57 \text{ kg} \\ a &= 135.30 \text{ Lts} \end{aligned}$$

**Paso V:** Volúmenes absolutos por m<sup>3</sup> de concreto y Condiciones Secas.

A) Volúmenes absolutos por m<sup>3</sup> de concreto.

$$0.26 = \frac{c}{3100} + \frac{c \cdot 0.25}{1000}$$

C =	$\frac{386.57 \text{ kg}}{3100 \text{ kg/m}^3}$	=	0.125 m <sup>3</sup> de concreto
Agua =	$\frac{135 \text{ l/m}^3}{1000 \text{ kg/m}^3}$	=	0.135 m <sup>3</sup> de concreto
Aire =	$\frac{15}{100}$	=	0.150 m <sup>3</sup> de concreto
Aditivo =	$\frac{0.5}{100}$	=	0.005 m <sup>3</sup> de concreto

$$\sum \text{total} = 0.415 \text{ m}^3 \text{ de concreto PARCIAL}$$

Como el total es 1 m<sup>3</sup> concreto tenemos:

$$\text{AG(Grueso)} + \text{PARCIAL} = 1$$

$$\text{AG(Grueso)} = 0.585 \text{ m}^3 \text{ de concreto}$$

Considerando solo EL 10% del porcentaje de agregado fino tenemos:

$$\text{Ag. (Fino)} = 0.059 \text{ m}^3 \text{ de concreto}$$

Resultando el agregado grueso corregido:

$$\text{Ag. (Grueso)} = 0.527 \text{ m}^3 \text{ de concreto}$$

Ahora obteniendo el P SECO Ag. Fino:

P. SECO Ag. Fino =	0.059	x	2630
P. SECO Ag. Fino =	153.86	kg/m <sup>3</sup>	

Ahora obteniendo el P SECO Ag. Grueso:

P. SECO Ag. Grueso =	0.527	x	2560
P. SECO Ag. Grueso =	1347.84	kg/m <sup>3</sup>	

B) Condiciones Secas.

P. SECO Ag. Fino =	153.86	kg/m <sup>3</sup> concreto
P. SECO Ag. Grueso =	1347.84	kg/m <sup>3</sup> concreto
Agua =	135	lts
C =	386.57	kg
Aditivo Z-IR =	9.10	lts/m <sup>3</sup>
	1.73	lts

**Paso VI:** Corrección por Humedad, Absorción y Aporte de Agua Efectiva

A) Corrección de humedad

$$\text{PESO HÚMEDO AGREGADO} = PH = PS(1 + \%H)$$

P.H.(Fino) =	155.13	kg/m <sup>3</sup> concreto
P.H.(Grueso) =	1349.86	kg/m <sup>3</sup> concreto

  
**Jorge Tomapasa Panza**  
 TPC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
**Miguel Angel Rutz Perales**  
 Ingeniero Civil  
 CIP 246804



INFORME DE ENSAYO

B) Corrección por Absorción y Aporte de Agua Efectiva

$$APORTE=AP = PS(\%H - \%A)$$

Ap.(Fino)=	-0.03	Its
Ap.(Grueso)=	-9.43	Its
Ap(TOTAL)=	-9.47	Its
A. EFECTIVA=	A.DISEÑO-AP(TOTAL)	
A. EFECTIVA=	135.30	-9.47
A. EFECTIVA=	144.77	Its

Paso VII: Diseño de Mezcla por Condiciones Húmedas

P. HÚMEDO. Ag. Fino=	155.13	kg/m <sup>3</sup> concreto
P. HÚMEDO. Ag. Grueso=	1349.86	kg/m <sup>3</sup> concreto
AGUA=	144.77	Its
C=	386.57	kg
ADITIVO Z-IR=	9.10	bls/m <sup>3</sup>
ADITIVO Z-IR=	1.73	Its
Nueva relación agua -cemento		
a/c=	0.374	Its/bls

Paso VIII: Dosificación en Peso

$$(C: AG.Fino: AG.Grueso)/(AGUA)$$

I	0.40	3.49	0.37	Its/bls
---	------	------	------	---------

Paso IX: Materiales para 1 probeta cilíndrica (Sin considerar desperdicio)

Materiales para 1 probeta de 6"x12" (15x30cm)

Volumen de probeta= 0.0053 m<sup>3</sup>

Usamos el caso VIII ( Condiciones Húmedas)

C=	0.0053	x	386.57	=	2049.38	gr
AG. Fino=	0.0053	x	155.13	=	822.42	gr
AG. Grueso=	0.0053	x	1349.86	=	7156.21	gr
AGUA=	0.0053	x	144.77	=	767.46	ml
ADITIVO Z-IR=	0.0053	x	1.73	=	9.15	ml

Materiales para 1 testigo -Slump 0"	
CEMENTO	2049.38 gr
AG.FINO	822.42 gr
AG.GRUESO	7156.21 gr
AGUA	767.46 ml
ADITIVO Z-IR	9.15 ml

**Jorge Tamaypasca Parra**  
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**Miguel Angel Rutz Perales**  
 Ingeniero Civil  
 CIP 246904



**DISEÑO CONCRETO PERMEABLE POR ACI 522R-10**  
**MUESTRA 12**

Peso específico del cemento: 3100 kg/m<sup>3</sup>

Cantera: 3 Tomas en el Distrito de Mesones Muro

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS			
	A. fino	A. grueso	Unidades
PEM	2.63	2.56	gr/cm <sup>3</sup>
PUS	1683	1449	kg/m <sup>3</sup>
PUCS	1933	1645	kg/m <sup>3</sup>
%H	0.83	0.15	%
%A	0.85	0.85	%
TMN	-	1/2"	
MF	3	-	

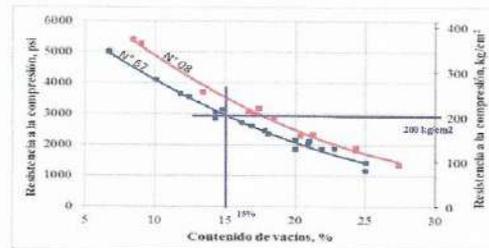
**Paso I:** Porcentaje de vacíos.

El porcentaje de vacíos es 15%, teniendo en cuenta que el tamaño de los agregados gruesos a utilizar (Huso N° 67 y N° 08) están dentro de los rangos dados por la norma ACI 522R-10.

**% Vacíos:** 15 %

**Paso II:** Verificación de la resistencia a la compresión de diseño.

Una vez elegido el porcentaje de vacíos, se puede suponer la resistencia a la compresión de acuerdo con la figura #1. En el cual se detalla la variación de las resistencias a la compresión del concreto permeable desarrollados a los 28 días con dos tamaños de agregados gruesos: No. 08 (3/8") y No. 67 (3/4").



Fuente: [15] y Adaptado de ACI 522R-10

Figura #1: Relación entre el contenido de vacíos y la resistencia a la compresión a los 28 días para tamaños de agregados Nro. 67 y Nro. 8.

Según la figura #2 precedente para un contenido de vacíos de 15%, obtenemos una resistencia a la compresión referencial de 200 kg/cm<sup>2</sup>, sin embargo este valor es referencial.

**F'c referencial:** 200 kg/cm<sup>2</sup>

*[Firma]*  
LMSCEACH S.A.  
Ing. Jorge Compañero Parra  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

*[Firma]*  
Miguel Angel Ruiz Perales  
Ingeniero Civil  
CIP 246904

**Paso III:** Elección de la relación agua/cemento.

Los concretos permeables deben ser proporcionados con una relación agua-cemento relativamente baja (0.26-0.40). (ACI 522R-10)

- Si la cantidad de agua es excesiva, esto conducirá al drenaje de la pasta y la obstrucción del sistema de poros, por ello la adición del agua debe ser monitoreada de cerca en la elaboración de
- Así como un déficit insuficiente de agua en la elaboración de un concreto permeable estar tan húmedo que la pasta tiende a salir del agregado.

A/C: 0.35

Tomando en cuenta resultados presentados en investigaciones referentes a la relación agua-cemento a/c en el concreto permeable, tenemos:

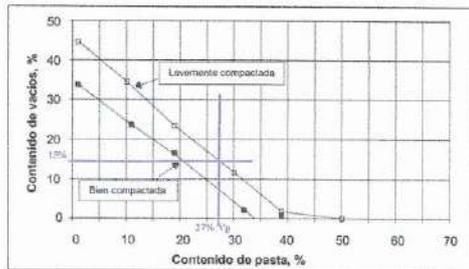
- Jacinto Aquino, con relación agua/cemento de 0.30 aumenta su fuerza de compresión, flexión independientemente del contenido de agregado fino.
- Amorós y Bendezi, usaron una relación agua/cemento 0.40, obteniendo mejor trabajabilidad en la elaboración de las muestras, como también resistencias a la compresión favorables.

Por lo que se eligió las relaciones agua/cemento de 0.25, 0.30 y 0.35, valores de resultados de las diferentes investigaciones, resaltando además que según ACI 522R-10 las resistencias relativamente altas en el concreto permeable son posibles con una relación a/c de aproximadamente 0.40.

**Paso IV:** Cálculo de agua (Volumen de pasta= Volumen de Cemento + Volumen de Agua)

Para el tipo de compactación se optó por elegir el caso más crítico correspondiente a un grado de compactación ligera ya que nada nos garantiza que en la elaboración de un concreto permeable se pueda obtener la compactación adecuada, debido a la poca difusión del modo de compactación y la falta de otras maquinarias capaces de compactar este tipo de concreto.

De acuerdo con el tipo de compactación aplicado y el porcentaje de vacíos, se puede obtener el porcentaje de pasta a partir de la figura #2, el cual es:



% Pasta inicial= 27 %

\* Cuando el agregado fino es usado: el volumen de pasta se ve reducido en 2% por cada 10% de agregado fino del total de agregado calculado para un concreto permeable bien compactado y en un 1% por cada 10% del agregado fino del total de agregado calculado para un concreto permeable ligeramente compactado.

Como se está utilizando un 10% de agregado fino del volumen total de agregados, y el tipo de compactación aplicado es "Ligeramente compactado", debemos reducir en 1% el volumen de pasta obtenido de la figura #2.

% Pasta final= 26 %



*Miguel Angel Ruiz Perales*  
 Miguel Angel/Ruiz Perales  
 Ingeniero Civil  
 CIP 248904

Partiendo de la siguiente ecuación expresado con la relación agua/cemento, tenemos:

$$V_p = \frac{c}{\gamma_c} + \frac{c \cdot \left(\frac{a}{c}\right)}{\gamma_a}$$

De la tabla N°23 y N°24, se presentan los siguientes valores correspondientes a la densidad del cemento y la densidad del agua.

$\gamma_c = 3100 \text{ kg/m}^3$   
 $\gamma_a = 1000 \text{ kg/m}^3$

Reemplazando el volumen de pasta final y la relación agua/cemento

$$0.26 = \frac{c}{3100} + \frac{c \cdot 0.25}{1000}$$

$$0.26 = 0.000323 \cdot c + 0.000350 \cdot c$$

Dando como resultado:

$C = 386.57 \text{ kg}$   
 $a = 135.30 \text{ Lts}$

$$V_p = \frac{c}{\gamma_c} + \frac{c \cdot \left(\frac{a}{c}\right)}{\gamma_a}$$

**Paso V:** Volúmenes absolutos por m<sup>3</sup> de concreto y Condiciones Secas.

A) Volúmenes absolutos por m<sup>3</sup> de concreto.

$C = \frac{386.57 \text{ kg}}{3100 \text{ kg/m}^3} = 0.125 \text{ m}^3 \text{ de concreto}$	$0.26 = \frac{c}{3100} + \frac{c \cdot 0.25}{1000}$
$\text{Agua} = \frac{135 \text{ lt/m}^3}{1000 \text{ kg/m}^3} = 0.135 \text{ m}^3 \text{ de concreto}$	
$\text{Aire} = \frac{13}{100} = 0.150 \text{ m}^3 \text{ de concreto}$	
$\text{Aditivo} = \frac{0.5}{100} = 0.005 \text{ m}^3 \text{ de concreto}$	
$\sum \text{total} = 0.415 \text{ m}^3 \text{ de concreto}$	

Como el total en 1 m<sup>3</sup> concreto tenemos:

AG(Grueso) + PARCIAL = 1

AG(Grueso) = 0.585 m<sup>3</sup> de concreto

Considerando solo EL 10% del porcentaje de agregado fino tenemos:

Ag. (Fino) = 0.059 m<sup>3</sup> de concreto

Resultando el agregado grueso corregido:

Ag. (Grueso) = 0.527 m<sup>3</sup> de concreto

Ahora obteniendo el P.SECO. Ag. Fino:

P. SECO. Ag. Fino = Ag. (Fino) X PEM

P. SECO. Ag. Fino = 0.059	x	2630
<b>P. SECO. Ag. Fino = 153.86</b>		<b>kg/m<sup>3</sup></b>

Ahora obteniendo el P.SECO. Ag. Grueso:

P. SECO. Ag. Grueso = Ag. (Grueso) X PEM

P. SECO. Ag. Grueso = 0.527	x	2560
<b>P. SECO. Ag. Grueso = 1347.84</b>		<b>kg/m<sup>3</sup></b>

B) Condiciones Secas.

P. SECO. Ag. Fino = 153.86	kg/m <sup>3</sup> concreto
P. SECO. Ag. Grueso = 1347.84	kg/m <sup>3</sup> concreto
Agua = 135	lts
C = 386.57	kg
	9.10 bls/m <sup>2</sup>
Aditivo Silica Cem = 1.64	lts

**Paso VI:** Corrección por Humedad, Absorción y Aporte de Agua Efectiva

A) Corrección de humedad

PESO HÚMEDO AGREGADO = PH = PS(1 + %H)

P.H.(Fino) = 155.13	kg/m <sup>3</sup> concreto
P.H.(Grueso) = 1349.86	kg/m <sup>3</sup> concreto

  
**Jorge Fomapasca Panta**  
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 Ingeniero Civil  
 CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

B) Corrección por Absorción y Aporte de Agua Efectiva

$$APORTE=AP = PS(\%H - \%A)$$

Ap.(Fino)=	-0.03	lts
Ap.(Grueso)=	-9.43	lts
Ap(TOTAL)=	-9.47	lts

<b>PESO HÚMEDO AGREGADO = PH = PS(1 + %H)</b>		
A. EFECTIVA=	A.DISEÑO-AP(TOTAL)	
A. EFECTIVA=	135.30	-9.47
A. EFECTIVA=	144.77	lts

**Paso VII:** Diseño de Mezcla por Condiciones Húmedas

P. HÚMEDO, Ag. Fino=	155.13	kg/m <sup>3</sup> concreto
P. HÚMEDO, Ag. Grueso=	1349.86	kg/m <sup>3</sup> concreto
AGUA=	144.77	lts
C=	386.57	kg
	9.10	lts/m <sup>3</sup>
ADITIVO SIKA CEM=	1.64	lts
Nueva relación agua -cemento APORTE=AP = PS(%H - %A)		
w/c=	0.374	lts/bis

**Paso VIII:** Dosificación en Peso

$$(C: AG. Fino: AG. Grueso)/(AGUA)$$

1	0.40	3.49	0.37	lts/bis
---	------	------	------	---------

**Paso IX:** Materiales para 1 probeta cilíndrica (Sin considerar desperdicio)

Materiales para 1 probeta de 6"x12" (15x30cm)

Volúmen de probeta= 0.0053 m<sup>3</sup>

Usamos el paso VIII ( Condiciones Húmedas)

C=	0.0053	x	386.57	=	2049.38	gr
AG. Fino=	0.0053	x	155.13	=	822.42	gr
AG. Grueso=	0.0053	x	1349.86	=	7156.21	gr
AGUA=	0.0053	x	144.77	=	767.46	mL
ADITIVO SIKA CEM=	0.0053	x	1.64	=	8.68	mL

Materiales para 1 testigo -Slump 0"	
CEMENTO	2049.38 gr
AG.FINO	822.42 gr
AG.GRUESO	7156.21 gr
AGUA	767.46 mL
ADITIVO SIKA CEM	8.68 mL

*Jorge Tomapasca Panta*  
**Jorge Tomapasca Panta**  
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

*Miguel Angel Ruiz Perales*  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 Ingeniero Civil  
 CIP 245904

Anexo IV: Ensayos del Adoquín



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.

INFORME DE ENSAYO

INFORME DE ENSAYO

Expediente N° : 1605 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C  
 Solicitante : ROSARIO DOLORES CORNEJO RAMOS  
 Atención : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL- UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN  
 Tesis : ELABORACION DE ADOQUIN DE CONCRETO PERMEABLE PARA FACILITAR EL DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES EN LA REGION LAMBAYEQUE

Lugar : DISTRITO PIMENTEL, PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

Fecha de emisión : Chiclayo, 16 de Marzo del 2023

Ensayo : METODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS  
 Referencia : N.T.P. 838.034.2015 / ASTM C-39

Edad del Muestreo	N° de Pruebas	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	P <sub>m</sub> Carga máxima de rotura (Kg)	Largo cm	Ancho cm	Área de la sección transversal (cm <sup>2</sup> )	F <sub>cm</sub> Resistencia a la Compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	TOTAL FROM
7 Dias	Patron 3 (0.35) con piedra de 3/8	20-Ene-23	27-Ene-23	17609	22.07	10.03	221.36	79.95	79.54
				15748	19.8	10.24	202.75	77.86	
				16525	20.1	10.15	204.02	81.00	
14 Dias	Patron 3 (0.35) con piedra de 3/8	20-Ene-23	3-Feb-23	18290	20.31	10.02	203.51	89.87	92.72
				18233	20.35	9.14	186.00	98.03	
				18145	20.41	9.88	201.04	90.26	
28 Dias	Patron 3 (0.35) con piedra de 3/8	20-Ene-23	17-Feb-23	28880	20.32	10.37	210.72	137.53	132.45
				29837	20.87	11.27	232.95	127.22	
				29890	20.45	10.95	223.53	132.59	
7 Dias	Patron 3 (0.35) con piedra de 1/2	28-Ene-23	4-Feb-23	13250	20.35	10.27	208.89	63.40	85.52
				14325	20.2	10.18	205.64	69.68	
				13431	20.42	10.36	211.55	63.49	
14 Dias	Patron 3 (0.35) con piedra de 1/2	28-Ene-23	11-Feb-23	21473	19.89	7.77	152.98	140.35	135.94
				21705	19.8	7.99	158.20	137.20	
				20196	19.75	7.85	155.04	130.27	
28 Dias	Patron 3 (0.35) con piedra de 1/2	28-Ene-23	25-Feb-23	34472	19.91	10.15	202.09	170.55	172.87
				34880	20.15	10.31	207.75	167.75	
				36705	20.12	10.12	203.61	180.27	
7 Dias	M-10 (0.35) con piedra de 3/8	22-Ene-23	29-Ene-23	14080	19.4	11	213.40	65.98	64.79
				14250	19.76	11.55	228.23	62.44	
				14360	19.35	11.25	217.89	65.97	
14 Dias	M-10 (0.35) con piedra de 3/8	22-Ene-23	5-Feb-23	27322	20.77	9.81	203.75	134.09	140.00
				27560	20.01	9.29	185.89	148.42	
				27680	20.65	9.75	201.34	137.48	
28 Dias	M-10 (0.35) con piedra de 3/8	22-Ene-23	19-Feb-23	28256	19.58	9.78	191.49	147.86	153.14
				29228	19.65	9.71	192.74	151.64	
				29557	19.42	9.5	184.49	160.21	
7 Dias	M-11 (0.35) con piedra de 3/8	22-Ene-23	29-Ene-23	16254	19.8	10.75	212.85	78.36	78.35
				16350	19.97	10.38	207.29	78.88	
				16475	19.75	10.45	208.39	79.83	
14 Dias	M-11 (0.35) con piedra de 3/8	22-Ene-23	5-Feb-23	25467	19.57	8.44	165.17	154.13	146.19
				27980	20.42	8.95	182.76	153.10	
				26570	21.14	9.15	193.43	137.36	
28 Dias	M-11 (0.35) con piedra de 3/8	22-Ene-23	19-Feb-23	33245	19.3	10.21	197.05	168.71	161.27
				34351	20.08	10.45	209.84	163.70	
				33680	20.7	10.75	222.53	151.40	
7 Dias	M-09 (0.35) con piedra de 1/2	28-Ene-23	4-Feb-23	18532	19.88	10.16	199.75	82.77	75.62
				15716	19.87	10.34	205.46	76.49	
				13420	19.75	10.05	198.49	67.61	
14 Dias	M-09 (0.35) con piedra de 1/2	28-Ene-23	11-Feb-23	23146	20.8	8.41	173.25	133.60	147.21
				27055	19.88	8.45	187.99	161.05	
				24560	19.52	8.56	167.09	148.99	
28 Dias	M-09 (0.35) con piedra de 1/2	28-Ene-23	25-Feb-23	35690	19.42	10.33	200.61	177.91	178.88
				34980	19.61	9.87	193.55	180.73	
				35450	19.45	10.24	199.17	177.99	
7 Dias	M-12 (0.35) con piedra de 1/2	28-Ene-23	4-Feb-23	19684	20.2	10.77	217.55	90.48	91.71
				19735	19.83	10.64	210.99	93.53	
				19240	19.75	10.69	211.13	91.13	
14 Dias	M-12 (0.35) con piedra de 1/2	28-Ene-23	11-Feb-23	28678	19.74	8.94	176.48	151.16	148.13
				27890	20.5	9.16	187.78	148.52	
				28970	20.15	9.25	186.39	144.70	
28 Dias	M-12 (0.35) con piedra de 1/2	28-Ene-23	25-Feb-23	37206	20.22	9.83	198.78	187.19	177.33
				36275	20.42	10.31	210.53	172.30	
				35980	20.35	10.25	208.59	172.49	

*[Signature]*  
 Jorge Tomapasca Parra  
 DE SUELOS Y PAVIMENTOS

*[Signature]*  
 Miguel Angel Ruiz Perales  
 Ingeniero Civil  
 CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

INFORME DE ENSAYO

Expediente N° : 1895 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C.  
 Solicitante : ROSARIO DOLORES CORNEJO RAMOS  
 Atención : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN  
 Tesis : ELABORACION DE ADOQUIN DE CONCRETO PERMEABLE PARA FACILITAR EL DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES EN LA REGION LAMBAYEQUE

Lugar : DISTRITO PIMENTEL, PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

Fecha de emisión : Chiclayo, 16 de Marzo del 2023

Ensayo : METODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS

Referencia : N.T.P. 399.034.2015 / ASTM C-39

Edad del Muestreo	N° de Pruebas	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	P= Carga máxima de rotura (Kg)	Largo cm	Ancho cm	A= Área de la sección transversal (cm <sup>2</sup> )	F= Resistencia a la Compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	TOTAL PROM
7 Dias	Patron 2 (0.30) con piedra de 3/8	18-Ene-23	25-Ene-23	15530	19.6	9.8	192.08	80.85	76.94
				15420	20.85	9.88	206.00	74.86	
				15680	20.75	10.1	209.58	74.82	
14 Dias	Patron 2 (0.30) con piedra de 3/8	18-Ene-23	1-Feb-23	18310	20.1	10.08	202.61	90.37	89.77
				18245	20.15	10.12	203.92	89.47	
				18470	20.32	10.16	206.45	89.46	
				17850	20.25	8.3	168.08	106.20	
28 Dias	Patron 2 (0.30) con piedra de 3/8	18-Ene-23	15-Feb-23	18650	19.87	8.27	164.32	113.49	110.94
				19013	19.96	8.42	168.08	113.13	
				18826	20	9.85	197.00	88.41	
7 Dias	Patron 2 (0.30) con piedra de 1/2	18-Ene-23	25-Ene-23	15948	19.48	10.41	202.79	78.64	79.95
				15295	19.84	10.15	201.38	75.80	
				18880	20.22	10.17	205.64	91.71	
14 Dias	Patron 2 (0.30) con piedra de 1/2	18-Ene-23	1-Feb-23	18741	20.15	10.19	205.33	91.27	91.50
				18880	20.21	10.1	204.12	91.51	
				18525	19.85	8.55	169.72	97.37	
28 Dias	Patron 2 (0.30) con piedra de 1/2	18-Ene-23	15-Feb-23	19013	20.43	8.65	176.72	107.59	101.53
				17580	20.12	8.77	176.45	99.63	
				13849	19.5	10.62	212.94	65.04	
7 Dias	M-05 (0.30) con piedra de 3/8	26-Ene-23	2-Feb-23	12950	19.77	10.31	203.83	63.53	64.27
				13256	19.75	10.45	206.39	64.23	
				24015	19.5	10.61	206.90	116.07	
14 Dias	M-05 (0.30) con piedra de 3/8	26-Ene-23	9-Feb-23	24122	20.15	10.39	209.36	115.22	114.02
				24250	20.95	10.45	218.93	110.77	
				26004	19.74	10.23	201.84	128.77	
28 Dias	M-05 (0.30) con piedra de 3/8	26-Ene-23	23-Feb-23	26832	19.85	10.35	205.45	130.80	126.04
				26570	20.23	11.06	223.74	118.75	
				13190	19.9	10	199.00	66.28	
7 Dias	M-06 (0.30) con piedra de 3/8	20-Ene-23	27-Ene-23	13694	20.09	10.46	210.14	66.59	66.36
				13660	19.85	10.32	204.85	66.19	
				21915	20.09	8.72	175.18	125.10	
14 Dias	M-06 (0.30) con piedra de 3/8	20-Ene-23	3-Feb-23	21680	20.02	8.41	168.37	129.95	127.55
				21750	20.15	8.46	170.47	127.99	
				26375	19.72	9.27	182.80	144.28	
28 Dias	M-06 (0.30) con piedra de 3/8	20-Ene-23	17-Feb-23	26245	19.6	9.69	189.62	138.19	140.68
				26075	19.52	9.57	188.81	139.58	
				17269	19.4	10.54	204.48	84.55	
7 Dias	M-07 (0.30) con piedra de 1/2	26-Ene-23	2-Feb-23	18521	19.99	10.15	202.90	91.28	91.18
				19350	19.85	10.24	203.26	97.88	
				18450	19.38	10.15	196.71	83.79	
14 Dias	M-07 (0.30) con piedra de 1/2	26-Ene-23	9-Feb-23	18570	19.48	9.79	180.71	97.37	125.57
				19420	10.52	9.95	104.67	186.53	
				26398	20.21	11	222.31	128.37	
28 Dias	M-07 (0.30) con piedra de 1/2	26-Ene-23	23-Feb-23	27450	20.42	9.75	199.10	137.87	134.40
				26985	20.35	10.4	211.64	139.95	
				19628	19.79	9.97	187.31	100.49	
7 Dias	M-08 (0.30) con piedra de 1/2	26-Ene-23	2-Feb-23	18630	20	10.71	214.20	88.97	90.75
				17250	19.87	10.24	203.47	84.78	
				23063	19.15	10.2	185.33	118.07	
14 Dias	M-08 (0.30) con piedra de 1/2	26-Ene-23	9-Feb-23	23243	19.6	9.88	193.65	120.03	120.29
				23870	19.54	9.95	194.42	122.77	
				28750	20.23	10.2	206.35	139.33	
28 Dias	M-08 (0.30) con piedra de 1/2	26-Ene-23	23-Feb-23	20650	20.11	10.41	209.35	141.83	141.16
				20720	20.15	10.35	208.55	142.51	

  
**Jorge Tomapasca Paria**  
 T.E.C. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 Ingeniero Civil  
 CIP 245904



INFORME DE ENSAYO

INFORME DE ENSAYO

Expediente N° : 1865-2022 L.E.M. FERMATI S.A.C  
 Solicitante : ROSARIO DOLORES CORNEJO RAMOS  
 Atención : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL- UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN  
 Obra : "ELABORACION DE ADOQUIN DE CONCRETO PERMEABLE PARA FACILITAR EL DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES EN LA REGION LAMBAYEQUE"

Lugar : DISTRITO PIMENTEL, PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

Fecha de emisión: Chiclayo, 16 de Marzo del 2023

Ensayo : METODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO EN MUESTRAS DE VIGAS

Referencia : N.T.P. 3319 078 2012 / ASTM C-78

Edad del Muestreo	N° de Pruebas	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	P= Carga máxima de rotura (Kg)	LADOS DEL ADOQUIN			LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> ) Mr	TOTAL PROM
					Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)			
7 Dias	Patron 2 (0.30) con piedra de 3/8	18-Ene-23	25-Ene-23	105	20.21	10.05	8.25	17.50	1.64	1.83
				112	20.41	10.12	8.12	17.50	1.75	
				136	20.35	10.21	8.24	17.50	2.09	
28 Dias	Patron 2 (0.30) con piedra de 3/8	18-Ene-23	15-Feb-23	521	20.16	10.12	8.82	17.50	7.60	7.43
				494	20.21	10.13	8.72	17.50	7.26	
				512	20.15	10.15	8.86	17.50	7.42	
7 Dias	Patron 2 (0.30) con piedra de 1/2	18-Ene-23	25-Ene-23	215	19.81	9.55	8.08	17.50	3.89	3.81
				236	19.91	10.01	8.16	17.50	3.81	
				241	19.89	10.00	8.12	17.50	3.92	
28 Dias	Patron 2 (0.30) con piedra de 1/2	18-Ene-23	15-Feb-23	501	19.80	10.22	8.12	17.50	8.00	8.13
				512	19.70	10.20	8.16	17.50	8.20	
				509	19.60	10.15	8.19	17.50	8.20	
7 Dias	M 5 (0.30) con piedra de 3/8	28-Ene-23	2-Feb-23	132	20.80	9.63	8.13	17.50	2.13	2.08
				128	20.76	9.86	8.24	17.50	1.99	
				136	20.62	9.92	8.19	17.50	2.13	
28 Dias	M 5 (0.30) con piedra de 3/8	26-Ene-23	23-Feb-23	343	20.14	10.02	8.12	17.50	5.49	6.30
				461	20.43	10.13	8.05	17.50	7.26	
				389	20.30	10.09	8.12	17.50	6.14	
7 Dias	M 6 (0.30) con piedra de 3/8	20-Ene-23	27-Ene-23	303	20.10	10.00	8.15	17.50	4.86	4.75
				312	20.15	10.12	8.16	17.50	4.92	
				278	20.21	10.05	8.05	17.50	4.46	
28 Dias	M 6 (0.30) con piedra de 3/8	20-Ene-23	17-Feb-23	540	19.84	10.34	8.09	17.50	8.50	8.23
				512	20.47	10.14	8.16	17.50	7.94	
				536	20.35	10.25	8.17	17.50	8.26	
7 Dias	M 7 (0.30) con piedra de 1/2	26-Ene-23	2-Feb-23	349	19.48	10.59	8.15	17.50	5.45	5.48
				256	19.65	10.46	8.09	17.50	5.62	
				342	19.75	10.42	8.12	17.50	5.37	
28 Dias	M 7 (0.30) con piedra de 1/2	26-Ene-23	23-Feb-23	416	20.41	9.97	8.26	17.50	6.50	7.23
				475	20.08	10.10	8.19	17.50	7.51	
				486	20.15	10.05	8.21	17.50	7.67	
7 Dias	M 8 (0.30) con piedra de 1/2	26-Ene-23	2-Feb-23	524	20.17	10.58	8.12	17.50	7.94	7.79
				501	20.12	10.52	8.10	17.50	7.67	
				512	20.09	10.62	8.13	17.50	7.75	
28 Dias	M 8 (0.30) con piedra de 1/2	26-Ene-23	23-Feb-23	549	20.31	10.61	8.12	17.50	8.24	8.21
				534	20.21	10.62	8.14	17.50	8.02	
				554	20.28	10.50	8.16	17.50	8.37	

  
 Jorge Tomapásca Pant  
 INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
 Miguel Ángel Rúiz Perales  
 Ingeniero Civil  
 CIP 245904



## INFORME DE ENSAYO

## INFORME DE ENSAYO

Expediente Nº : 1965-2022 L.E.M. FERMATI S.A.C  
Solicitante : ROSARIO DOLORES CORNEJO RAMOS  
Atención : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL- UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN  
Tesis : ELABORACION DE ADOQUIN DE CONCRETO PERMEABLE PARA FACILITAR EL DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES EN LA REGION LAMBAYEQUE'

Lugar : DISTRITO PIMENTEL, PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

Fecha de emisión : Chiclayo, 16 de Marzo del 2023

Ensayo : METODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS DE VIGAS

Referencia : N.T.P. 388 078 2012 / ASTM C-78

Edad del Muestreo	Nº de Pruebas	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Pa Carga máxima de rotura (Kg)	LADOS DEL ADOQUIN			LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> ) Mr	TOTAL PROM
					Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)			
7 Dias	Patron 1 (0.25) con piedra de 3/8	13-Ene-23	20-Ene-23	75	20.15	10.10	8.80	17.50	1.10	1.20
				86	20.36	10.30	8.00	17.50	1.35	
				79	20.46	10.20	8.80	17.50	1.16	
28 Dias	Patron 1 (0.25) con piedra de 3/8	13-Ene-23	10-Feb-23	142	20.38	10.00	8.00	17.50	2.29	1.93
				103	20.13	10.10	8.00	17.50	1.66	
				115	20.12	10.20	8.00	17.50	1.84	
7 Dias	Patron 1 (0.25) con piedra de 1/2	13-Ene-23	20-Ene-23	72	19.81	9.55	8.10	17.50	1.23	1.25
				76	19.91	10.01	8.30	17.50	1.21	
				80	19.69	10.00	8.00	17.50	1.32	
28 Dias	Patron 1 (0.25) con piedra de 1/2	13-Ene-23	10-Feb-23	122	19.80	10.22	8.20	17.50	1.93	1.84
				120	19.70	10.20	8.15	17.50	1.92	
				102	19.60	10.15	8.10	17.50	1.66	
7 Dias	M 1 (0.25) con piedra de 3/8	18-Ene-23	23-Ene-23	85	19.88	10.12	8.12	17.50	1.05	1.16
				73	19.52	10.05	8.21	17.50	1.17	
				79	19.86	10.10	8.16	17.50	1.27	
28 Dias	M 1 (0.25) con piedra de 3/8	18-Ene-23	13-Feb-23	135	20.05	9.98	8.00	17.50	2.21	2.15
				129	20.10	10.04	8.12	17.50	2.07	
				134	20.15	10.09	8.05	17.50	2.16	
7 Dias	M 2 (0.25) con piedra de 3/8	18-Ene-23	23-Ene-23	42	20.10	9.92	8.10	17.50	0.68	0.74
				46	20.05	9.48	8.12	17.50	0.78	
				46	20.15	10.00	8.21	17.50	0.76	
28 Dias	M 2 (0.25) con piedra de 3/8	18-Ene-23	13-Feb-23	76	19.92	9.85	8.12	17.50	1.24	1.39
				86	19.87	10.05	8.14	17.50	1.39	
				96	20.04	10.00	8.13	17.50	1.55	
7 Dias	M 3 (0.25) con piedra de 1/2			56	20.05	10.01	8.16	17.50	0.90	0.87
				50	20.10	10.08	8.12	17.50	0.80	
				57	20.12	9.98	8.16	17.50	0.91	
28 Dias	M 3 (0.25) con piedra de 1/2			92	20.09	9.96	8.13	17.50	1.48	1.57
				98	20.05	9.99	8.14	17.50	1.58	
				102	20.08	10.02	8.13	17.50	1.64	
7 Dias	M 4 (0.25) con piedra de 1/2	28-Ene-23	2-Feb-23	102	19.83	9.71	8.05	17.50	1.73	1.83
				123	19.92	9.89	8.08	17.50	2.03	
				105	19.87	9.97	8.10	17.50	1.72	
28 Dias	M 4 (0.25) con piedra de 1/2	28-Ene-23	23-Feb-23	239	20.20	10.10	8.09	17.50	3.80	3.57
				224	20.15	10.40	8.12	17.50	3.46	
				218	20.13	10.15	8.10	17.50	3.46	

Jorge Tomapasca Parra  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Miguel Ángel Ruiz Perales  
Ingeniero Civil  
CIP 246804



INFORME DE ENSAYO

INFORME DE ENSAYO

Expediente N° : 1695 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C  
 Solicitante : ROSARIO DOLORIS CORNEJO RAMOS  
 Atención : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL- UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN  
 Tesis : "ELABORACIÓN DE ADOQUIN DE CONCRETO PERMEABLE PARA FACILITAR EL DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES EN LA REGION LAMBAYEQUE"  
 Lugar : DISTRITO FIMENTEL, PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE  
 Fecha de emisión: Chiclayo, 16 de Marzo del 2023  
 Ensayo : METODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACION DE LA DENSIDAD Y VACIOS DE CONCRETO ENDURECIDO  
 Referencia : N.T.P. 390.236 / ASTM C1754

Numero de Especimen	a/c	Agregado Grueso	Ensayo de Densidad y Vacios en Concreto Endurecido											
			28 días											
			Long (mm)	Diametro (mm)	A (g)	Densidad (kg/m³)	Dprom (kg/m³)	Coef. De Variación (%)	Dw (kg/m³)	δ (g)	V (%)	Vprom (%)	Coef. de variación (%)	Metodo de Secado
Patron 1 (0.25)		3/8"	No se hizo probeta											
		1/2"	No se hizo probeta											
Diseño 1	0.25	3/8"	152.33	100.67	2071.20	1708	1794.39	6.78	997.00	1180.00	26.27	21.36	32.57	Tipo B
Diseño 2		3/8"	144.67	100.00	2136.60	1880			997.00	1190.00	16.44			Tipo B
Diseño 3		1/2"	No se ensayara, ya que no armo al fraguar											
Diseño 4		1/2"	99.10	99.00	1703.10	2233	2232.58	0.00	997.00	1023.00	10.58	10.58	0.00	Tipo B
Patron 2 (0.30)		3/8"	No se hizo probeta											
		1/2"	No se hizo probeta											
Diseño 5	0.3	3/8"	153.00	100.00	2348.80	1955	1955.65	0.07	997.00	1320.00	14.13	13.90	2.36	Tipo B
Diseño 6		3/8"	119.67	100.00	1839.00	1957			997.00	1030.00	13.66			Tipo B
Diseño 7		1/2"	114.00	98.60	2104.70	2418	2401.18	0.99	997.00	1322.00	9.81	10.89	14.03	Tipo B
Diseño 8		1/2"	118.87	98.00	2137.90	2384			997.00	1351.00	11.97			Tipo B
Patron 3 (0.35)		3/8"	No se hizo probeta											
		1/2"	No se hizo probeta											
Diseño 10	0.35	3/8"	154.33	100.67	2310.70	1881	1878.00	0.24	997.00	1330.00	19.92	19.47	3.27	Tipo B
Diseño 11		3/8"	152.00	101.00	2283.20	1875			997.00	1300.00	19.02			Tipo B
Diseño 9		1/2"	118.00	97.00	2106.10	2415	2373.55	2.49	997.00	1360.00	14.18	13.74	4.55	Tipo B
Diseño 12		1/2"	117.30	98.10	2067.40	2332			997.00	1301.00	13.30			Tipo B

*Jorge To...  
 EC. DE SUELOS*

*Miguel Angel Ruiz Perales*  
 Miguel Angel Ruiz Perales  
 Ingeniero Civil  
 CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

INFORME DE ENSAYO

Expediente N° : 1695 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C  
 Solicitante : ROSARIO DOLORES CORNEJO RAMOS  
 Atención : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL- UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN  
 Tesis : "ELABORACION DE ADOQUIN DE CONCRETO PERMEABLE PARA FACILITAR EL DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES EN LA REGION LAMB."

Lugar : DISTRITO PIMENTEL, PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

Fecha de emisión : Chiclayo, 16 de Marzo del 2023

Ensayo : METODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS

Referencia : N.T.P. 339.034.2015 / ASTM C-39

Edad del Muestreo	N° de Pruebas	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	P= Carga máxima de rotura (Kg)	Largo cm	Ancho cm	As Área de la sección transversal (cm <sup>2</sup> )	Fc= Resistencia a la Compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	TOTAL PROM
7 Dias	Patron 1 (0.25) con piedra de 3/8	13-Ene-23	20-Ene-23	10446	19.99	10.65	212.89	49.07	50.90
				10585	19.84	10.16	201.57	52.51	
				10456	19.95	10.25	204.49	51.13	
14 Dias	Patron 1 (0.25) con piedra de 3/8	13-Ene-23	27-Ene-23	11895	20	9.9	198.00	59.92	58.69
				11907	19.99	10.2	203.80	58.43	
				11570	19.75	10.15	200.49	57.72	
28 Dias	Patron 1 (0.25) con piedra de 3/8	13-Ene-23	10-Feb-23	13771	20.14	8.4	169.18	81.40	74.19
				12377	19.84	8.94	177.37	69.78	
				12598	19.78	8.9	176.04	71.39	
7 Dias	Patron 1 (0.25) con piedra de 1/2	13-Ene-23	20-Ene-23	10871	20.08	10.14	203.61	53.39	53.46
				10726	19.98	10.05	200.80	53.41	
				10890	20.09	10.12	203.31	53.56	
14 Dias	Patron 1 (0.25) con piedra de 1/2	13-Ene-23	27-Ene-23	12045	20.3	10.15	208.05	58.46	63.97
				13590	20.05	10.09	202.30	67.18	
				13450	20.09	10.1	202.91	66.29	
28 Dias	Patron 1 (0.25) con piedra de 1/2	13-Ene-23	10-Feb-23	19047	17.64	10.44	184.18	103.43	98.00
				18587	18.95	10.15	192.34	96.63	
				17985	18.75	10.21	191.44	93.95	
7 Dias	M 01 (0.25) con piedra de 3/8	16-Ene-23	23-Ene-23	11252	18.8	10.2	191.76	58.88	57.53
				11341	19.7	10.25	201.83	56.16	
				11245	18.92	10.29	194.89	57.76	
14 Dias	M 01 (0.25) con piedra de 3/8	16-Ene-23	30-Ene-23	17882	21.9	9.6	210.24	84.98	94.46
				19478	20.8	9.68	199.41	97.68	
				19942	20.3	9.75	197.93	100.76	
28 Dias	M 01 (0.25) con piedra de 3/8	16-Ene-23	13-Feb-23	24087	19.55	10.22	199.80	120.85	115.21
				23425	20.2	10.26	207.25	113.03	
				23859	20.9	10.19	212.97	112.03	
7 Dias	M 02 (0.25) con piedra de 3/8	16-Ene-23	23-Ene-23	11233	18.48	9.92	183.24	58.13	62.20
				13262	19.85	9.9	186.52	67.49	
				11890	19.75	9.87	194.93	61.00	
14 Dias	M 02 (0.25) con piedra de 3/8	16-Ene-23	30-Ene-23	26365	24	12	288.00	91.65	100.13
				25607	21.4	10.89	228.55	112.04	
				25380	22.6	11.6	262.16	96.81	
28 Dias	M 02 (0.25) con piedra de 3/8	16-Ene-23	13-Feb-23	24742	17.7	10.11	178.95	138.26	135.55
				25003	19.62	9.4	184.43	135.57	
				24890	18.95	9.89	187.42	132.81	
7 Dias	M 04(0.25) con piedra de 1/2	26-Ene-23	2-Feb-23	14670	20.4	10.14	206.86	70.92	69.83
				14029	20	10.21	204.20	68.70	
				14528	20.4	10.19	207.88	69.88	
14 Dias	M 04(0.25) con piedra de 1/2	26-Ene-23	9-Feb-23	25002	19.98	10.11	202.00	123.77	127.59
				24401	19.82	9.89	186.02	124.48	
				26580	18.86	9.95	187.61	134.51	
28 Dias	M 04(0.25) con piedra de 1/2	26-Ene-23	23-Feb-23	27298	20.04	10.27	205.81	132.64	136.25
				28571	20.07	10.1	202.71	140.95	
				27850	20.1	10.25	206.03	135.18	

Jorge Tomapasea Parra  
 INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Miguel Angel Ruiz Perales  
 Ingeniero Civil  
 CIP 246804



INFORME DE ENSAYO

INFORME DE ENSAYO

Expediente N° : 1995-2022 L.E.M. FERMATI S.A.C.  
 Solicitante : ROSARIO DOLORES CORNEJO RAMOS  
 Atención : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN  
 Tesis : ELABORACION DE ADOQUIN DE CONCRETO PERMEABLE PARA FACILITAR EL DRENAJE DE AGUAS PLUMALES EN LA REGION LAMBAYEQUE

Lugar : DISTRITO PIMENTEL, PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

Fecha de emisión : Chiclayo, 16 de Marzo del 2023

Ensayo : METODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS DE VIGAS

Referencia : N.T.P. 399.078.2012 / ASTM C-78

Edad del Muestreo	N° de Pruebas	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Pn Carga máxima de rotura (Kg)	LADOS DEL ADOQUIN			LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> ) / Nfr	TOTAL PROM
					Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)			
7 Dias	Patron 3 (0.35) con piedra de 3/8	20-Ene-23	27-Ene-23	654	20.08	10.35	8.15	17.50	10.14	9.80
				612	20.15	10.26	8.21	17.50	9.46	
				635	20.14	10.31	8.19	17.50	9.80	
28 Dias	Patron 3 (0.35) con piedra de 3/8	20-Ene-23	17-Feb-23	975	20.17	10.57	8.05	17.50	14.91	13.51
				790	20.58	10.38	8.12	17.50	12.09	
				895	20.45	10.45	8.13	17.50	13.52	
7 Dias	Patron 3 (0.35) con piedra de 1/2	28-Ene-23	4-Feb-23	698	20.26	10.51	8.15	17.50	10.56	10.47
				675	20.15	10.42	8.12	17.50	10.39	
				680	20.18	10.38	8.16	17.50	10.46	
28 Dias	Patron 3 (0.35) con piedra de 1/2	28-Ene-23	25-Feb-23	796	20.10	10.78	8.05	17.50	12.01	12.62
				765	20.04	10.07	8.09	17.50	12.30	
				865	20.15	10.15	8.19	17.50	13.56	
7 Dias	M 10 (0.35) con piedra de 3/8	22-Ene-23	29-Ene-23	627	20.20	10.39	8.05	17.50	9.74	9.86
				636	20.12	10.25	8.15	17.50	9.93	
				645	20.15	10.26	8.21	17.50	9.96	
28 Dias	M 10 (0.35) con piedra de 3/8	22-Ene-23	19-Feb-23	812	20.35	9.31	8.06	17.50	13.98	13.99
				876	20.30	9.86	8.11	17.50	14.17	
				865	20.25	9.96	8.13	17.50	13.85	
7 Dias	M 11 (0.35) con piedra de 3/8	22-Ene-23	29-Ene-23	426	20.80	9.89	8.05	17.50	6.74	6.64
				415	20.75	9.98	8.09	17.50	6.52	
				426	20.72	9.98	8.12	17.50	6.67	
28 Dias	M 11 (0.35) con piedra de 3/8	22-Ene-23	19-Feb-23	505	20.25	9.45	8.10	17.50	8.55	8.17
				496	21.18	9.81	8.16	17.50	7.82	
				512	20.90	9.72	8.12	17.50	8.15	
7 Dias	M 9 (0.35) con piedra de 1/2	28-Ene-23	4-Feb-23	723	19.88	9.82	8.12	17.50	11.97	12.46
				786	19.98	9.98	8.08	17.50	12.84	
				810	20.63	10.12	8.10	17.50	12.57	
28 Dias	M 9 (0.35) con piedra de 1/2	28-Ene-23	25-Feb-23	1092	20.08	10.34	8.12	17.50	17.00	18.36
				1356	20.60	10.81	8.13	17.50	19.66	
				1258	20.35	10.75	8.19	17.50	18.40	
7 Dias	M 12 (0.35) con piedra de 1/2	28-Ene-23	4-Feb-23	322	19.90	9.56	8.05	17.50	5.52	5.59
				325	19.95	9.52	8.01	17.50	5.61	
				315	20.09	9.12	8.00	17.50	5.64	
28 Dias	M 12 (0.35) con piedra de 1/2	28-Ene-23	26-Feb-23	486	19.76	9.91	8.16	17.50	7.68	7.18
				430	20.40	10.71	8.12	17.50	6.36	
				465	20.10	10.42	8.10	17.50	7.20	

  
 Jorge Torrealba Pantoja  
 INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
 Miguel Ángel Ruiz Perales  
 Ingeniero Civil  
 CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

INFORME DE ENSAYO

Expediente N° : 1895 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C  
 Solicitante : ROSARIO DOLORES CORNEJO RAMOS  
 Atención : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL- UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN  
 Tesis : "ELABORACION DE ADOQUIN DE CONCRETO PERMEABLE PARA FACILITAR EL DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES EN LA REGION LAMBAYEQUE"  
 Lugar : DISTRITO PIMENTEL, PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 16 de Marzo del 2023  
 Ensayo : METODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACION DE LA PERMEABILIDAD DE CONCRETO PORDSO  
 Referencia : ACI 522R-10

Numero de Especimen	a/c	Agregado Grueso	Ensayo de Permeabilidad										
			28 días										
			H1 (cm)	H2 (cm)	Tiempo (min)	Long (cm)	a (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	V (cm <sup>3</sup> )	k. (cm/seg)	kprom. (cm/seg)	Desviacion Estandar (cm/s)	Diametro (cm)
Patron 1 (0.25)		3/8"	No se hizo probeta										
		1/2"	No se hizo probeta										
Diseño 1	0.25	3/8"	49	26	7.75	15	10	78.54	1178.10	0.002603	0.0038	0.0018	10
Diseño 2		3/8"	49	26	3.97	15	10	78.54	1178.10	0.005081			10
Diseño 3		1/2"	No se ensayara, ya que no armo al fraguar										
Diseño 4		1/2"	La probeta salio impermeable										
Patron 2 (0.30)		3/8"	No se hizo probeta										
		1/2"	No se hizo probeta										
Diseño 5	0.3	3/8"	51	26	9.77	15	10	78.54	1178.10	0.002195	0.0020	0.0003	10
Diseño 6		3/8"	46.5	26	8.23	12	10	78.54	942.48	0.001799			10
Diseño 7		1/2"	La probeta salio impermeable										
Diseño 8		1/2"	La probeta salio impermeable										
Patron 3 (0.35)		3/8"	No se hizo probeta										
		1/2"	No se hizo probeta										
Diseño 10	0.35	3/8"	47	26	6.37	15	10	78.54	1178.10	0.002958	0.0032	0.000399	10
Diseño 11		3/8"	47	26	5.35	15	10	78.54	1178.10	0.003523			10
Diseño 9		1/2"	La probeta salio impermeable										
Diseño 12		1/2"	La probeta salio impermeable										

*Jorge Torres*  
 Jorge Torres  
 I.E.C. DE SUELOS Y FUNDACIONES

*Miguel Ángel Ruiz Perales*  
 Miguel Ángel Ruiz Perales  
 Ingeniero Civil  
 CIP 248904

## Anexo V: Análisis Económico



### OBSERVACION 4: Análisis Económico

Material	Precio (S/)	Cantidad (Kg)
Cemento	0.76	1
Arena	0.25	1
Piedra 3/8"	0.18	1
Agua	0.10	1
Aditivo	11.2	1

### Muestra Patrón AG. 3/8" + AF. 10%

Material	Dosificación	Cantidad (Kg)	Precio (S/)
Cemento	1	2.05	1.56
Arena	0.4	0.83	0.21
Piedra 3/8"	3.7	7.58	1.36
Agua	0.34	0.70	0.07

### Muestra 11 AG. 3/8" + AF. 10% + ADITIVO 0.5%

Material	Dosificación	Cantidad (Kg)	Precio (S/)
Cemento	1	2.05	1.56
Arena	0.4	0.83	0.21
Piedra 3/8"	3.7	7.58	1.36
Agua	0.34	0.70	0.07
Aditivo 0.5%		0.009	0.10

Anexo VI: Certificación de equipos



**Arso Group**  
Laboratorio de Metrología

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° 0451-075-2021

Página 1 de 3

**Fecha de emisión** 2021/07/19

**Solicitante** LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS,  
CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO- CHICLAYO  
E.I.R.L.

**Dirección** AV. AUGUSTO B. LEGUIA NRO. 287 P.J. SIMON  
BOLIVAR LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO

**Instrumento de medición** BALANZA

**Identificación** 0451-075-2021

**Intervalo de indicación** 300 g

**División de escala** 0.01 g

**Resolución**

**División de verificación (e)** 0.01 g

**Tipo de indicación** Digital

**Marca / Fabricante** DAKOTA

**Modelo** ACS-03T

**N° de serie** 101

**Procedencia** CHINA

**Lugar de calibración** LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS,  
CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO- CHICLAYO  
E.I.R.L.

**Fecha de calibración** 2021/07/19

**Método/Procedimiento de calibración**

"Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII" (PC-001) del SNM-INDECOPI, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metrológica Peruana "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático (NMP 003:2009)

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arvalo Carrión  
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.  
Atoc. Ww. Las Flores de San Diego Mz E Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de INACAL	Juego de Pesas de 1mg a 1kg	0575-MPES-C-2021
Patrones de referencia de INACAL	Juego de Pesas de 1g a 1kg	0576-MPES-C-2021
Patrones de referencia de INACAL	Pesa Patrón	0688-LM-2021
Patrones de referencia de INACAL	Pesa Patrón	0689-LM-2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 21,5 °C	Final: 21,9 °C
Humedad Relativa	Inicial: 68 %hr	Final: 69 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga LI= 150 g			Carga LI= 300 g		
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)
1	150.0	0.001	-0.001	300	0.005	-0.002
2	150.0	0.002	-0.004	300	0.004	-0.004
3	150.0	0.004	-0.005	300	0.006	-0.004
4	150.0	0.003	-0.007	300	0.003	-0.009
5	150.0	0.003	-0.009	300	0.005	-0.012
6	150.0	0.004	-0.001	300	0.007	-0.014
7	150.0	0.004	-0.004	300	0.003	-0.01
8	150.0	0.007	-0.008	300	0.005	-0.009
9	150.0	0.006	-0.004	300	0.004	-0.007
10	150.0	0.005	-0.003	300	0.004	-0.008
Carga (g)	Diferencia Máxima Encontrada (g)		Error Máximo Permitido (g)			
150	0		0.05			
300	0		0.3			



ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carales  
METROLOGÍA



**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>0</sub>				Determinación de E <sub>0</sub>				
	Carga Min <sup>(1)</sup> (g)	I (kg)	ΔL (g)	EO (g)	Carga L (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
1	1	1	0.004	-0.001	100	100	0.006	-0.001	0.001
2		1	0.006	-0.004		100	0.003	-0.001	0.004
3		1	0.005	0.004		100	0.004	-0.002	-0.005
4		1	0.007	0.001		100	0.001	0.004	0.003
5		1	0.009	-0.002		100	0.004	0.004	0.002

<sup>(1)</sup> Valor entre 0 y 10 e

**ENSAYO DE PESAJE**

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				EMP <sup>(2)</sup> (±g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
1.00	1.00	0.004	-0.001						0.1
2.00	2.00	0.006	0.004	0.004	2.00	0.006	0.001	0.004	0.1
5.00	5.00	0.002	-0.005	0.003	5.00	0.005	0.004	-0.003	0.1
10.00	10.00	0.002	0.004	0.005	10.00	0.009	-0.003	-0.003	0.1
20.00	20.00	0.009	0.004	0.008	20.00	0.005	0.005	0.001	0.1
40.00	40.00	0.004	0.008	0.002	40.00	0.004	-0.004	0.003	0.1
50.00	50.00	0.005	0.008	0.003	50.00	0.007	0.004	0.004	0.1
100.00	100.00	0.004	0.004	0.005	100.00	0.005	-0.03	-0.002	0.1
150.00	150.00	0.009	0.004	0.004	150.00	0.003	-0.008	-0.01	0.5
200.00	200.00	0.015	0.008	0.001	200.00	0.014	-0.014	-0.01	0.5
300.00	299.99	0.19	0.006	0.005	299.99	0.02	-0.015	-0.018	0.5

**Leyenda**

- I: Indicación de la balanza      ΔL: Carga Incrementada      E: Error encontrado  
 E<sub>0</sub>: Error en cero      E<sub>c</sub>: Error corregido      EMP: Error máximo permitido

**INCERTIDUMBRE EXPANDIDA Y LECTURA CORREGIDA**

Incidumbres expandida de medición  $U_p = 2 \cdot \sqrt{0.00002 \text{ g}^2 + 0.0000054019412 \text{ R}^2}$

Lectura Corregida  $R_{\text{corregida}} = R + 211420022091 \cdot R$

R: Indicación de lectura de balanza (g)

**Observaciones**

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. Los EMP para esta balanza, corresponden para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II según la Norma Metrología Peruana NMP 003:2009
3. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura k=2.
4. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
5. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C.  
 Avoc. Vv. Las Flores de San Diego Mrc-Late 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
 Telf: +51 951-1680 / Cel: +51 928 109 793 / Cel: +51 925 151 487  
 ventas@arsougroup.com  
 www.arsougroup.com

ARSOU GROUP  
 Ing. Hugo Luis Arévalo Castañeda  
 METROLOGÍA





**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° 0455-075-2021

Página 2 de 5

**Patrones e Instrumentos auxiliares**

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Termómetro con sonda MARCA: EZODO	0545-CLT-2019 - LABORATORIO ACREDITADO CON REGISTRO N° LC-005

**Condiciones ambientales durante la calibración**

Temperatura Ambiental	Inicial: 20,1 °C	Final: 20,5 °C
Humedad Relativa	Inicial: 65 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

**Resultados**

**TEMPERATURA**

Tiempo (h:mm)	Protómetro °C	INDICACIONES CORREGIDAS DE CADA TERMOCUPLA °C										T° Prom. °C	Tmax - Tmin °C
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00:00	110	111.0	110.8	110.7	111.0	110.3	110.1	110.0	110.5	110.4	110.4	110.6	1.0
00:02	110	110.5	110.5	111.0	110.6	110.8	110.7	110.3	110.9	110.1	110.4	110.6	0.9
00:04	110	110.7	110.4	110.6	110.7	110.5	110.4	110.4	110.1	110.5	111.0	110.5	0.9
00:06	110	110.8	110.9	110.4	110.6	110.7	110.1	110.0	110.6	110.1	110.5	110.5	0.9
00:08	110	110.5	110.0	110.5	110.5	110.1	110.7	110.2	110.3	110.6	110.7	110.4	0.7
00:10	110	110.3	110.6	110.8	110.0	110.3	110.1	110.7	110.1	110.1	110.1	110.4	0.8
00:12	110	110.7	111.0	110.3	110.3	110.5	110.3	110.0	110.1	110.1	110.7	110.4	1.0
00:14	110	110.6	110.5	110.1	110.3	110.1	110.6	110.2	110.6	110.1	110.8	110.4	0.8
00:16	110	110.2	110.0	110.2	110.7	110.3	110.3	111.0	110.4	110.5	110.9	110.5	1.0
00:18	110	110.4	110.3	110.8	110.0	110.7	110.1	110.0	110.8	110.2	110.2	110.4	0.8
00:20	110	110.1	110.1	110.8	110.9	110.8	110.5	110.7	110.5	111.0	110.7	110.6	0.9
00:22	110	110.4	110.7	110.7	110.7	110.4	110.1	110.3	110.3	110.5	111.0	110.5	0.4
00:24	110	110.8	110.4	110.5	110.6	110.0	110.4	110.3	110.5	110.1	110.7	110.4	0.8
00:26	110	110.8	110.4	110.5	110.3	110.0	110.7	110.7	110.5	110.5	110.7	110.4	0.7
00:28	110	110.5	110.5	110.1	110.9	110.4	110.7	110.9	110.4	111.0	110.7	110.7	0.9
00:30	110	110.4	110.2	110.9	110.7	110.8	110.2	110.4	110.0	110.2	110.8	110.4	0.9
00:32	110	110.7	110.5	110.4	110.7	110.7	110.4	110.8	110.4	110.7	110.5	110.6	0.4
00:34	110	110.5	110.1	110.5	110.5	110.1	110.5	110.1	110.7	110.0	110.6	110.4	0.7
00:36	110	110.8	110.7	110.7	110.6	110.4	110.8	110.5	110.2	110.1	110.4	110.5	0.7
00:38	110	110.5	110.1	110.5	110.9	110.6	110.6	110.7	110.2	110.4	110.4	110.5	0.8
00:40	110	110.2	111.0	110.4	110.2	110.9	110.2	110.3	110.5	110.5	110.8	110.5	0.8
00:42	110	110.0	110.5	110.8	110.8	110.3	110.3	110.1	110.1	110.1	110.5	110.4	0.9
00:44	110	110.1	110.6	111.0	110.8	110.1	110.9	110.6	110.2	110.5	110.7	110.6	0.9
00:46	110	110.2	110.5	110.2	110.9	110.4	110.7	110.8	110.5	110.3	111.0	110.4	0.8
00:48	110	110.1	110.8	110.1	110.8	110.7	110.4	110.6	110.0	110.4	110.5	110.4	0.8
00:50	110	110.8	110.8	110.4	110.7	110.7	110.2	110.8	111.0	110.1	110.5	110.6	0.9
T.PROM.	110	110.5	110.5	110.5	110.6	110.5	110.4	110.5	110.4	110.4	110.6	110.5	
T.MAX.	110	111.0	111.0	111.0	111.0	110.3	110.9	111.0	111.0	111.0	111.0	111.0	
T.MIN.	110	110.0	110.0	110.0	110.0	110.1	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.1	

**Nomenclatura:**

- T.P Promedio de indicaciones corregidas de las termopares para un instante de tiempo
- Tm Diferencia entre máxima y mínima temperatura para un instante de tiempo
- T.P Promedio de indicaciones corregidas para a cada termocupla durante el tiempo total.
- T.M La Máxima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.
- T.M La Mínima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.



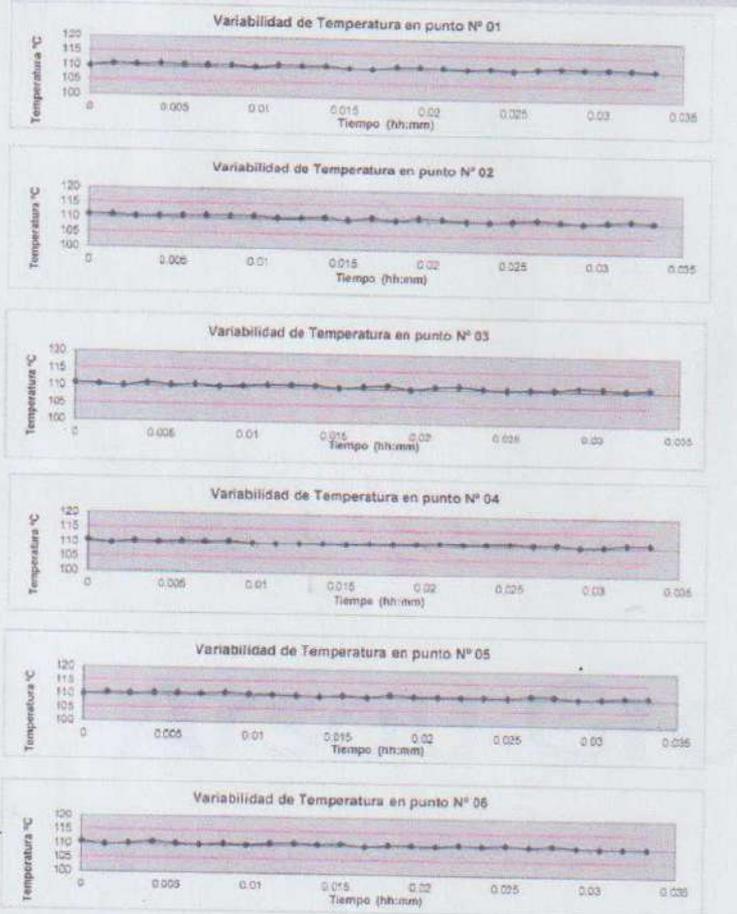
**ARSOU GROUP S.A.C.**

Ing. Hugo Luis Arvelo Carlica  
**METROLOGÍA**

**ARSOU GROUP S.A.C.**

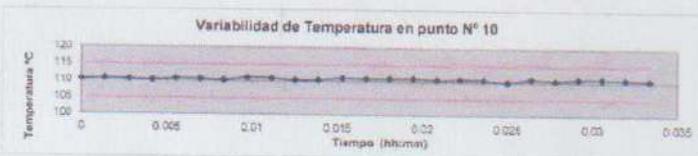
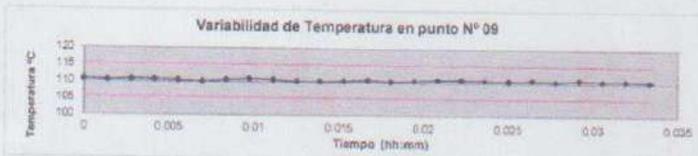
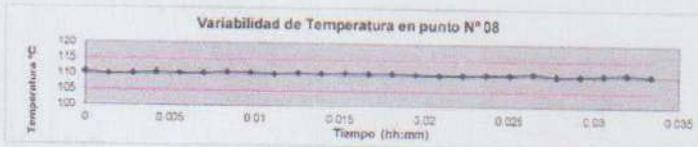
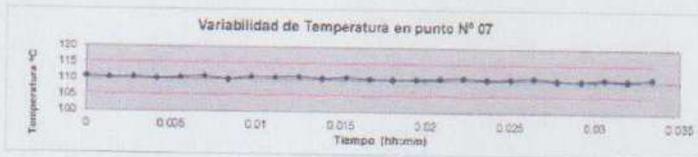
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Tel: +51 496 8887 / + 51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

GRÁFICO



ARSOU GROUP S.A.C.  
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 496-8887 / + 51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

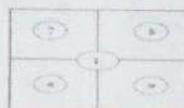
ARSOU GROUP S.A.C.  
*Ing. Hugo Luis Alavalo Carrión*  
METROLOGÍA



DISTRIBUCIÓN DE LA TEMPERATURA EN EL ESPACIO



NIVEL SUPERIOR



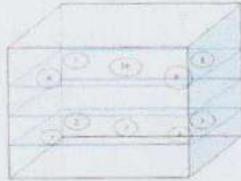
NIVEL INFERIOR



**ARSOU GROUP S.A.E**  
*Hugo Luis Arevalo Carrico*  
METROLOGÍA



GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN DE SENSORES DE TEMPERATURA



PANEL FRONTAL DEL EQUIPO

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura  $k=2$ .
3. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C  
Ing. Hugo Luis Aravala Caralca  
METROLOGÍA



Fecha de emisión 2021/07/19

Solicitante **LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO- CHICLAYO E.I.R.L.**

Dirección **AV. AUGUSTO B. LEGUIA NRO. 287 P.J. SIMÓN BOLIVAR LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO**

Instrumento de medición **HORNO DE LABORATORIO**

Identificación 0455-075-2021

Marca MEMMERT

Modelo NO INDICA

Serie 830.680

Cámara 50 Litros

Ventilación NATURAL

Pirómetro DIGITAL

Procedencia PERÚ

Lugar de calibración **LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO- CHICLAYO E.I.R.L.**

Fecha de calibración 2021/07/19

Método/Procedimiento de calibración  
- SNM – PC-018 2da Ed. 2009 – Procedimiento para la calibración de medios isotermos con aire como medio termostático. INACAL.  
- ASTM D 2216, MTC E 108 – Método de ensayo para determinar el contenido de humedad del suelo.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recibir sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.





**Arso Group**  
Laboratorio de Metrología

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° 0454-075-2021

Página 1 de 3

Fecha de emisión 2021/07/19

Solicitante **LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO- CHICLAYO E.I.R.L.**

Dirección AV. AUGUSTO B. LEGUIA NRO. 287 P.I. SIMON BOLIVAR LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO

Instrumento de medición **PRENSA HIDRAULICA PARA CONCRETO**

Identificación 0454-075-2021

Marca C&M

Modelo PM20

Serie 202002

Capacidad 100,000 kgf

Indicador FORNEY

Serie NO INDICA

Bomba ELECTRICA

Procedencia USA

Lugar de calibración **LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO- CHICLAYO E.I.R.L.**

Fecha de calibración 2021/07/19

**Método/Procedimiento de calibración**

El procedimiento toma como referencia a la norma ISO 7500-1 "Metallic materials - Verification of static uniaxial testing machines". Se aplicaron dos series de carga al Sistema Digital mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

**Ing. Hugo Luis Arzulo Carnica**  
METROLOGÍA

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



**Patrones e Instrumentos auxiliares**

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de PUICP	Celda de Carga de 100 TN	INF-LE 175-21.

**Condiciones ambientales durante la calibración**

Temperatura Ambiental	Inicial: 18,3 °C	Final: 18,0 °C
Humedad Relativa	Inicial: 87 %hr	Final: 87 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

**Resultados**

**TABLA N° 01**  
**CALIBRACION DE PRENSA HIDRAULICA PARA CONCRETO**

SISTEMA DIGITAL "A" kg	SERIES DE VERIFICACIÓN PATRON ( Kg)				PROMEDIO "B" kg	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE (1) kg	SERIE (2) kg	ERROR %	ERROR (2) %			
10000	9999.4	9999.8	-0.01	0	9999.6	-0.004	0.00
20000	19994.5	19987.9	-0.03	-0.06	19991.2	-0.04	0.02
30000	29998.7	29997.9	0	-0.01	29998.3	-0.01	0.00
40000	40001.1	39998.4	0	0	39999.8	0.00	0.00
50000	49997.1	49894.1	-0.01	-0.21	49945.6	-0.11	0.15
60000	59985.5	59971.5	-0.02	-0.05	59978.5	-0.04	0.02
70000	69985.1	69985.4	-0.02	-0.02	69985.3	-0.02	0.00
80000	79974.9	79994.4	-0.03	-0.01	79984.7	-0.02	0.02

**NOTAS SOBRE CALIBRACION**

- 1.- La Calibración se hizo según el Método C de la norma ISO 7500-1
- 2.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:  

$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = Error(2) - Error(1)$$
- 3.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el +/- 1.0 %



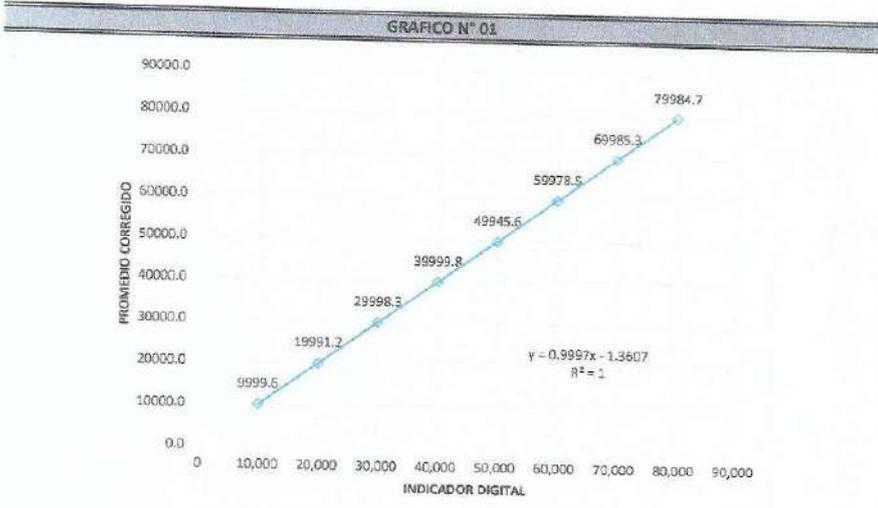
ARSOU GROUP S.A.C.  
 Ing. Hugo Luis Arzavalo Carnica  
 METROLOGÍA

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
 Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
 ventas@arsougroup.com  
 www.arsougroup.com



Gráfica (Coeficiente de correlación y Ecuación de Ajuste)



Ecuación de ajuste:  
Donde:  $y = 0.9997x - 1.3607$   
Coeficiente Correlación  $R^2 = 1$

X : Lectura de la pantalla (kg)  
Y : fuerza promedio (kg)

**Observaciones**

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un
3. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGIA



**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

**Anexo VII:** Instrumentos de validación estadística con criterio de jueces expertos.

**INSTRUMENTOS DE VALIDACION ESTADISTICA  
CON CRITERIO JUECES EXPERTOS Y  
CRITERIO MUESTRA PILOTO**

f'c=200 kg/m <sup>2</sup>				
	Compresión	Flexión	Permeabilidad	Densidad y Contenido de Vacíos
JUEZ 1	1	1	1	1
JUEZ 2	1	0	1	1
JUEZ 3	1	1	1	1
JUEZ 4	1	1	1	1
JUEZ 5	1	1	1	1

$$V = \frac{S}{n(C-1)}$$

S = Suma de la valoración de todos los expertos por ítems o preguntas  
 n = N° de expertos que participaron en el estudio  
 C = Numero de niveles de la escala de valorización utilizada

	Compresión	Flexión	Permeabilidad	Densidad y Contenido de Vacíos
(S)	5	4	5	5
(n)	5			
(c)	2			
V de Aiken por preg =	1	0.8	1	1

	Claridad
V de Aiken por criterio	0.925

f'c=200 kg/m <sup>2</sup>				
	Compresión	Flexión	Permeabilidad	Densidad y Contenido de Vacíos
JUEZ 1	1	1	1	1
JUEZ 2	1	0	1	1
JUEZ 3	1	1	1	1
JUEZ 4	1	1	1	1
JUEZ 5	1	1	1	1

	Compresión	Flexión	Permeabilidad	Densidad y Contenido de Vacíos
(S)	5	4	5	5
(n)	5			
(c)	2			
V de Aiken por preg =	1	0.8	1	1

	Contexto
V de Aiken por criterio	0.9

f'c=200 kg/m2				
	Compresión	Flexión	Permeabilidad	Densidad y Contenido de Vacíos
JUEZ 1	1	1	1	1
JUEZ 2	1	1	1	1
JUEZ 3	1	1	1	1
JUEZ 4	1	1	1	1
JUEZ 5	1	1	1	1

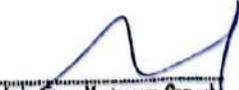
	Compresión	Flexión	Permeabilidad	Densidad y Contenido de Vacíos
(S)	5	5	5	5
(n)	5			
(c)	2			
V de Aiken por preg =	1	1	1	1

Congruencia	
V de Aiken por criterio	0.95

f'c=200 kg/m2				
	Compresión	Flexión	Permeabilidad	Densidad y Contenido de Vacíos
JUEZ 1	1	1	1	1
JUEZ 2	0	1	1	1
JUEZ 3	1	1	1	1
JUEZ 4	1	1	1	1
JUEZ 5	1	1	1	1

	Compresión	Flexión	Permeabilidad	Densidad y Contenido de Vacíos
(S)	4	5	5	5
(n)	5			
(c)	2			
V de Aiken por preg =	0.8	1	1	1

Dominio del constructo	
V de Aiken por criterio	0.95

  
 Luis Arturo Montenegro Cancho  
 LIG. ESTADÍSTICA  
 M.G. INVESTIGACIÓN  
 DR. EDUCACIÓN  
 COESPE 202

**VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO SOBRE ELABORACIÓN  
DE ADOQUIN DE CONCRETO PERMEABLE PARA FACILITAR EL DRENAJE  
DE AGUAS PLUVIALES EN LA REGIÓN DE LAMBAYEQUE**

**Estadísticas de fiabilidad**

Alfa de Cronbach	N de elementos
.896	8

Fc	Correlación total de elementos corregida	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
	-.448	.923
	-.794	.921
200 Kg/cm <sup>2</sup>	.483	.908
Densidad y contenidos	.992	.857
Varios		

**ANOVA**

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter sujetos	48447,844	3	16149,281		
Intra sujetos					
Entre elementos	55659,719	7	7951,388	4,726	.003
Residuo	35331,906	21	1682,472		
Total	90991,625	28	3249,701		
Total	139439,469	31	4498,047		

En las tablas se observa que, el instrumento es sobre Elaboración de Adoquín de Concreto Permeable para Facilitar el Drenaje de Aguas Pluviales en la Región de Lambayeque es válido (correlaciones de Pearson superan al valor de 0.30 y el valor de la prueba del análisis de varianza es altamente significativo  $p < 0.01$ ) y confiable (el valor de consistencia alfa de Cronbach es mayor a 0.80).

  
 Luis Arturo Manzanera Camacho  
 ING. ESTADÍSTICA  
 MSc. INVESTIGACIÓN  
 GEN. EDUCACIÓN  
 SUCAPB 2nd

## Anexo VIII: Juicio de 5 Ingenieros expertos colegiados.



Colegiatura N° 61874

### Ficha de validación según AIKEN

#### I. Datos generales

Apellidos y nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
Segundo Francisco Barboza Cabrera	Ingeniero Civil	Prueba de comprensión, flexión, Permeabilidad, Densidad y Contenido de Vacíos	Cornejo Ramos Rosario Dolores

#### Título de la Investigación:

ELABORACIÓN DE ADOQUIN DE CONCRETO PERMEABLE PARA FACILITAR EL DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES EN LA REGIÓN DE LAMBAYEQUE

#### II. Aspectos de validación de cada ítem

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

ÍTEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
1	A	Correcto
2	A	Correcto
3	A	Correcto
4	A	Correcto

#### III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento

Dimensiones/Ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
$f'c=200 \text{ kg/m}^2$								
1 Compresión	X		X		X		X	
2 Flexión	X		X		X		X	
3 Permeabilidad	X		X		X		X	
4 Densidad y Contenido de Vacíos	X		X		X		X	

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable ( X ) Aplicable después de corregir ( ) No aplicable ( )  
 Apellidos y nombres del juez validador: Segundo Francisco Barboza Cabrera  
 Especialidad: Ing. Civil

CV&G CONSTRUCTORES Y CONSULTORES E.I.R.L.  
 CVA S.A. ING. SEGUNDO FRANCISCO BARBOZA CABRERA  
 ING. RESPONSABLE DE OBRA  
 CIP. 61874

**Colegatura N° 160202**

**Ficha de validación según AIKEN**

**I. Datos generales**

Apellidos y nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
Julio Cesar Barboza Diaz	Ingeniero Civil	Prueba de comprensión, flexión, Permeabilidad, Densidad y Contenido de Vacíos	Cornejo Ramos Rosario Dolores

**Título de la Investigación:**

ELABORACIÓN DE ADOQUIN DE CONCRETO PERMEABLE PARA FACILITAR EL DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES EN LA REGIÓN DE LAMBAYEQUE

**II. Aspectos de validación de cada ítem**

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

ITEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
1	A	Correcto
2	A	Correcto
3	A	Correcto
4	A	Correcto

**III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento**

Dimensiones/Ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
$f'c=200 \text{ kg/m}^2$								
1 Compresión	X		X		X			X
2 Flexión		X		X	X		X	
3 Permeabilidad	X		X		X		X	
4 Densidad y Contenido de Vacíos	X		X		X		X	

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable ( X ) Aplicable después de corregir ( ) No aplicable ( )  
Apellidos y nombres del juez validador: Julio Cesar Barboza Diaz

Especialidad: Ing. Civil

  
Julio Cesar Barboza Diaz  
INGENIERO CIVIL  
CIP 160203

**Colegiatura N° 192260**

**Ficha de validación según AIKEN**

**I. Datos generales**

Apellidos y nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
Juan Francisco Barboza Diaz	Ingeniero Civil	Prueba de comprensión, flexión, Permeabilidad, Densidad y Contenido de Vacíos	Cornejo Ramos Rosario Dolores

**Título de la Investigación:**

ELABORACIÓN DE ADOQUIN DE CONCRETO PERMEABLE PARA FACILITAR EL DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES EN LA REGIÓN DE LAMBAYEQUE

**II. Aspectos de validación de cada ítem**

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

ITEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
1	A	Correcto
2	A	Correcto
3	A	Correcto
4	A	Correcto

**III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento**

Dimensiones/ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
$f'c=200 \text{ kg/m}^2$								
1 Compresión	X		X		X			X
2 Flexión	X		X		X		X	
3 Permeabilidad	X		X		X		X	
4 Densidad y Contenido de Vacíos	X		X		X		X	

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable ( X ) Aplicable después de corregir ( ) No aplicable ( )

Apellidos y nombres del juez validador: Juan Francisco Barboza Diaz

Especialidad: Ing. Civil

CONSORCIO LOMAS PERU  
JUAN FRANCISCO BARBOZA DIAZ  
ING CIVIL CIP 192260  
ESPECIALISTA EN MEDIO  
AMBIENTE Y SEGURIDAD

**Colegiatura N° 309105**

**Ficha de validación según AIKEN**

**I. Datos generales**

Apellidos y nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
Leon Perez Max Yober	Ingeniero Civil	Prueba de comprensión, flexión, Permeabilidad, Densidad y Contenido de Vacíos	Cornejo Ramos Rosario Dolores

**Título de la Investigación:**

ELABORACIÓN DE ADOQUIN DE CONCRETO PERMEABLE PARA FACILITAR EL DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES EN LA REGIÓN DE LAMBAYEQUE

**II. Aspectos de validación de cada ítem**

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

ITEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
1	A	Correcto
2	A	Correcto
3	A	Correcto
4	A	Correcto

**III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento**

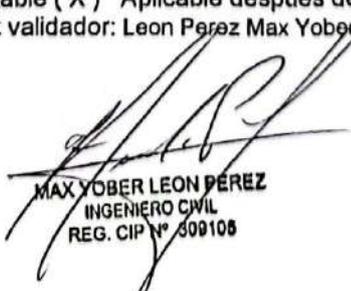
Dimensiones/Ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
$f_c=200 \text{ kg/m}^2$								
1 Compresión	X		X		X		X	
2 Flexión	X		X		X		X	
3 Permeabilidad	X		X		X		X	
4 Densidad y Contenido de Vacíos	X		X		X		X	

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable ( X ) Aplicable después de corregir ( ) No aplicable ( )

Apellidos y nombres del juez validador: Leon Perez Max Yober

Especialidad: Ing. Civil

  
MAX YOBER LEON PEREZ  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 309105

**Colegiatura N° 278739**

**Ficha de validación según AIKEN**

**I. Datos generales**

Apellidos y nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
Vilchez Becerra Jorge Luis	Ingeniero Civil	Prueba de comprensión, flexión, Permeabilidad, Densidad y Contenido de Vacíos	Cornejo Ramos Rosario Dolores
<b>Título de la Investigación:</b>			
ELABORACIÓN DE ADOQUIN DE CONCRETO PERMEABLE PARA FACILITAR EL DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES EN LA REGIÓN DE LAMBAYEQUE			

**II. Aspectos de validación de cada ítem**

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

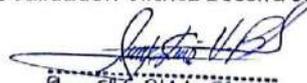
ÍTEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
1	A	Correcto
2	A	Correcto
3	A	Correcto
4	A	Correcto

**III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento**

Dimensiones/Ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
$f'c=200 \text{ kg/m}^2$								
1 Compresión	X		X		X		X	
2 Flexión	X		X		X		X	
3 Permeabilidad	X		X		X		X	
4 Densidad y Contenido de Vacíos	X		X		X		X	

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable ( X ) Aplicable después de corregir ( ) No aplicable ( )  
 Apellidos y nombres del juez validador: Vilchez Becerra Jorge Luis  
 Especialidad: Ing. Civil

  
 Jorge Luis Vilchez Becerra  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. N° 278739



## HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

# SikaCem® Plastificante

Aditivo plastificante y reductor de agua para morteros y hormigones

### DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

SikaCem® Plastificante es un aditivo líquido para elaborar morteros y hormigones fluidos. Reduce agua del concreto incrementando la resistencia; NO CONTIENE CLORUROS, de modo que no corroe los metales.

### USOS

SikaCem® Plastificante es recomendable para:

- Estructuras en general canales, diques, estructuras de fundación, columnas, vigas, tanques elementos prefabricados, losas, etc.)
- Cualquier tipo de estructura, cuando se desee aumentar las resistencias mecánicas o dar mayor fluidez al hormigón.

### CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

#### En el hormigón fresco:

- Mejora la trabajabilidad del hormigón (plastifica), facilitando su colocación y compactación.
- Permite una reducción en la cantidad de agua de amasado en un 15% aproximadamente, lo que se manifiesta en un aumento de las resistencias mecánicas del hormigón endurecido.
- Aumento de la cohesión interna en el hormigón fresco, tendiendo a evitar la segregación de los áridos.
- Disminuye la exudación.

#### En el hormigón endurecido:

- Posibilita un incremento de las resistencias mecánicas a la compresión del orden de más del 15%.
- Reduce la contracción.
- Aumenta la adherencia al acero.

### CERTIFICADOS / NORMAS

SikaCem® Plastificante cumple con la Norma ASTM C 494, tipo A y Tipo D

### INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

<b>Base Química</b>	Mezcla de lignosulfonatos y polímeros orgánicos.
<b>Empaques</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Envase PET x 4 L</li> <li>• Balde x 20 L</li> </ul>
<b>Apariencia / Color</b>	Líquido marrón oscuro
<b>Vida Útil</b>	1 año
<b>Condiciones de Almacenamiento</b>	En sus envases de origen, bien cerrados y no deteriorados, en lugares frescos y secos, a temperaturas entre + 5°C y + 30°C. Protegido del congelamiento, del calor excesivo y de la radiación solar directa.
<b>Densidad</b>	1.20 +/- 0.02

### INFORMACIÓN TÉCNICA

**Guía de Vaciado de Concreto** Mezclar los materiales componentes del hormigón o mortero con parte del

Hoja De Datos Del Producto  
SikaCem® Plastificante  
Junio 2001, Versión 01.00  
02130301.1000000820

agua de mezclado, incorpore el contenido del DoyPack de SikaCem® Plastificante al pastón y complete con la menor cantidad de agua hasta lograr la fluidez requerida.

Para asegurar la homogeneidad del hormigón o mortero, se recomienda mezclar durante 3 minutos adicionales luego de incorporar todos los materiales componentes a la mezcladora.

Para mejorar el desempeño de morteros y hormigones se recomienda mantener la dosificación y proporción de los materiales componentes, Utilizar la menor cantidad de agua de mezclado hasta alcanzar la fluidez necesaria para la obra.

Cuidar que se cumplan las correctas condiciones de elaboración, colocación, compactación y curado.

La sobre-dosificación de SikaCem® Plastificante puede causar retardo de fragüe.

El desempeño de los aditivos pueden variar si se modifican los materiales componentes o sus cantidades.

## INFORMACIÓN DE APLICACIÓN

### Dosificación Recomendada

- Como plastificante: 250 mL por bolsa de cemento de 42.5 Kg.
- Como superplastificante: hasta 500 mL por bolsa de cemento de 42.5 Kg.

## NOTAS

Todos los datos técnicos recogidos en esta hoja técnica se basan en ensayos de laboratorio. Las medidas de los datos actuales pueden variar por circunstancias fuera de nuestro control.

## LIMITACIONES

Temperatura Ambiente +5°C mín. / +30°C máx.

## ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD

Para información y asesoría referente al transporte, manejo, almacenamiento y disposición de productos químicos, los usuarios deben consultar la Hoja de Seguridad del Material actual, la cual contiene información médica, ecológica, toxicológica y otras relacionadas con la seguridad.

## RESTRICCIONES LOCALES

Nótese que el desempeño del producto puede variar dependiendo de cada país. Por favor, consulte la hoja técnica local correspondiente para la exacta descripción de los campos de aplicación del producto.

La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados. Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A.C. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A.C. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web [www.sika.com.pe](http://www.sika.com.pe). La presente edición anula y reemplaza la edición anterior, misma que deberá ser destruida.

## NOTAS LEGALES

**Sika Perú**  
Habitación Industrial  
El Locomo Nr. "B" Lote B  
Lurin, Lima  
Tel: (511) 618-8060

**Hoja De Datos Del Producto**  
SikaCem® Plastificante  
Junio 2023, Versión 01.02  
021.90201.1000000829

SikaCemPlastificante-es-PE-(06-2021)-1-2.pdf



## Anexo X: Especificación de Aditivo Z - IR.



El mejor amigo del concreto

Av. Los Filaretes N° 675 Urb. La Campiña, Chorrillos Lima - Perú  
(01) 2523058 950 093 271 / 994 268 534 / 998 128 514 / 996 330 130

Ficha Técnica - Edición 20 - Versión 02.20 - MGT

Plastificantes / Superplastificantes / Reductores de agua

### Z Fluidizante IR

**Descripción:** Es un aditivo líquido Superplastificante de segunda generación, reductor de agua e impermeabilizante. Confiere al concreto una consistencia super- fluida y alta trabajabilidad. No contiene cloruros. Cumple con las normas ASTM C 494 Tipo "A" y "F".

#### Ventajas

- Mayor trabajabilidad del concreto.
- Reduce la permeabilidad y disminuye la tendencia a la fisuración, así como a la contracción.
- Produce excelentes acabados.
- Se acomoda mejor el concreto al fierro corrugado.
- Resistente a ácidos, alcalis, sulfatos.
- Reduce la segregación y sangrado

#### Usos

- Se caracteriza por su alto poder dispersante que permite una perfecta distribución de las partículas de cemento del concreto, provocando una hidratación completa, obteniendo así la máxima eficiencia del cemento. Se usa principalmente para: Estructuras pretensadas, postensadas, prefabricadas, de diseño especial, concreto impermeable, tanques, cisternas, canales, piscinas, etc.

#### Aplicación

- **Como súperplastificante:** Agregue Z FLUIDIZANTE IR al concreto ya mezclado, en este caso debe ampliarse el tiempo de mezclado 30 segundos por cada metro cubico de concreto.
- **Como reductor de agua de alto rango:** Agregue Z FLUIDIZANTE IR en el 10% de agua de la mezcla durante la preparación del concreto.
- **Como impermeabilizante:** Del 0.8% a 1 % del peso del cemento.

E-mail: [ventas@aditivos.com.pe](mailto:ventas@aditivos.com.pe) | [cotizacion@aditivos.com.pe](http://cotizacion@aditivos.com.pe) | web site: [www.aditivos.com.pe](http://www.aditivos.com.pe)

San Borja: Av. San Luis 3051. Telf: (01) 715 5744 / 981 288 454 | Callao: Av. Elmer Faucett 1631. Telf: (01) 715- 5770 / 998 128 493

Chiclayo: Calle Los Tumbos 505. Urb. San Eduardo. Telf: (074) 223 718 / 994 278 778 | Pucallpa: Jr. Coronel Portillo 744. Telf: (061) 573 591 / 998 128 495

Piura: Av. Bolognesi 311. Int. 3. Telf: (073) 321 480 / 972 001 351 | Sullana: Av. José de Lama 344. Telf: (073) 509 408 / 923 055 398

Cuzco: Av. Tomasa Tito Condemayta 1032 - Wanchaq. Telf: (084) 257 111 / 994 268 292

Arequipa: Calle Paucarpata 323A - Cercado. Telf: (054) 203 388 / 994 044 894 | Trujillo: Av. América Sur 818. Urb. Palermo Telf.: (044) 425 548 - 998 127 657



#### Precauciones

- La dosis optima se debe determinar mediante los ensayos con los materiales y las condiciones de obra.
- Los datos proporcionados en cuanto a la dosificación fueron elaborados en nuestros laboratorios.

---

#### Datos Técnicos

- Densidad	:	1.12 ± 0.03 g/cm <sup>3</sup> .
- pH	:	8.80 ± 0.4
- Color	:	Café Oscuro
- Solidos	:	24.1 ± 2.3
- Aspecto	:	liquido

---

#### Presentaciones

- 1 galón, 5 galones y 55 galones
- 

#### Almacenamiento

- Almacenar en lugar fresco, seco y ventilado, bajo techo, en su envase original sellado.
  - Mantener sellado mientras no se esté usando.
  - Garantía un año desde su fecha de fabricación.
- 

#### Seguridad

En caso de contacto con la piel, lave la zona afectada inmediatamente con agua y jabón, si persisten molestias de irritación, acuda al médico. En caso de contacto con los ojos lávelos enseguida con agua abundante durante 15 minutos y acuda al médico. En caso de ingestión no provoque el vómito y solicite ayuda médica. Para mayor información y en caso de derrames consulte la hoja de seguridad.

E-mail: [ventas@zaditivos.com.pe](mailto:ventas@zaditivos.com.pe) | [cotizacion@zaditivos.com.pe](mailto:cotizacion@zaditivos.com.pe) | web site: [www.zaditivos.com.pe](http://www.zaditivos.com.pe)

San Borja: Av. San Luis 3051. Telf: (01) 715 5744 / 981 288 456 | Callao: Av. Elmer Faucett 1631. Telf: (01) 715-5770 / 998 128 493

Chiclayo: Calle Los Tumbos 505. Urb. San Eduardo. Telf: (074) 223 718 / 994 278 778. | Pucallpa: Jr. Coronel Portillo 744. Telf: (061) 573 591 / 998 128 495

Piura: Av. Bolognesi 311. Int. 3. Telf: (073) 321 480 / 972 001 351 | Sullana: Av. José de Lama 344. Telf: (073) 509 408 / 923 055 398

Cuzco: Av. Tomasa Tito Condemayta 1032 - Wanchaq. Telf: (084) 257 111 / 994 268 292

Arequipa: Calle Paucarpata 323A - Cercado. Telf: (054) 203 388 / 994 044 894 | Trujillo: Av. América Sur 818. Urb. Palermo Telf: (044) 425 548 - 998 127 657