

**UNIVERSIDAD DE HUANUCO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL**



**TESIS**

---

**“Análisis del agregado y relación agua/cemento para la óptima elaboración de concreto permeable con aditivo superplastificante utilizando materias primas de la cantera Wuanuko Mix – Huánuco”**

---

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

**AUTOR: Santiago Simón, Robinson Edgar**

**ASESOR: Vásquez Salcedo, Juan Augusto**

**HUÁNUCO - PERÚ**

**2023**

# U

### TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis ( X )
- Trabajo de Suficiencia Profesional ( )
- Trabajo de Investigación ( )
- Trabajo Académico ( )

**LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:** Transporte  
**AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN** (2020)

### CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

**Área:** Ingeniería, Tecnología

**Sub área:** Ingeniería Civil

**Disciplina:** Ingeniería Civil

### DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título

Profesional de Ingeniero Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

- Propio ( X )
- UDH ( )
- Fondos Concursables ( )

# D

### DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 73588896

### DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 43324371

Grado/Título: Maestro en diseño y construcción de obras viales

Código ORCID: 0000-0002-0321-6662

### DATOS DE LOS JURADOS:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Boyanovich Ordoñez, Lili Tatiana	Maestra en gestión pública	41948561	0000-0003-1751-1336
2	Choquevilca Chinguel, Josue	Ingeniero cvil	22486989	0000-0002-1663-3262
3	Villanueva Quijano, Jose Luis	Ingeniero civil	22513478	0000-0002-8421-9549

# H

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO

(A) CIVIL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 16:30 horas del día **lunes 13 de diciembre de 2023**, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron los **Jurados Calificadores** integrado por los docentes:

❖ MG. LILI TATIANA BOYANOVICH ORDOÑEZ	PRESIDENTE
❖ ING. JOSUE CHOQUEVILCA CHINGUEL	SECRETARIO
❖ ING. JOSE LUIS VILLANUEVA QUIJANO	VOCAL

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN N° 3062 -2023-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: **"ANÁLISIS DEL AGREGADO Y RELACIÓN AGUA/CEMENTO PARA LA ÓPTIMA ELABORACIÓN DE CONCRETO PERMEABLE CON ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE UTILIZANDO MATERIAS PRIMAS DE LA CANTERA WUANUKO MIX – HUÁNUCO"**, presentado por el (la) Bachiller. **Bach. Robinson Edgar SANTIAGO SIMON**, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) *Aprobado* por *Unanimidad* con el calificativo cuantitativo de *16* y cualitativo de *Bueno* (Art. 47).

Siendo las *17:45* horas del día 18 del mes de diciembre del año 2023, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.



MG. LILI TATIANA BOYANOVICH ORDOÑEZ  
ORCID: 0000-0003-1751-1336  
Presidente



ING. JOSUE CHOQUEVILCA CHINGUEL  
ORCID: 0000-0002-1663-3262  
Secretario



ING. JOSE LUIS VILLANUEVA QUIJANO  
ORCID: 0000-0002-8421-9549  
Vocal



**UNIVERSIDAD DE HUANUCO**  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL

**CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD**

Yo, Juan Augusto Vásquez Salcedo, asesor del PA de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería y designado mediante documento: **RESOLUCIÓN N° 537-2023-D-FI-UDH** del estudiante **SANTIAGO SIMÓN, Robinsón Edgar**, de la investigación titulada: **“ANÁLISIS DEL AGREGADO Y RELACIÓN AGUA/CEMENTO PARA LA ÓPTIMA ELABORACIÓN DE CONCRETO PERMEABLE CON ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE UTILIZANDO MATERIAS PRIMAS DE LA CANTERA WUANUKO MIX – HUÁNUCO”**

Puedo constar que la misma tiene un índice de similitud del **24%** verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 28 de Diciembre de 2023


Vasquez Salcedo Juan Augusto  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 147143

Mg. Juan Augusto Vasquez Salcedo  
DNI:43324371  
ORCID N°: 0000-0002-0321-6662  
ASESOR DE TESIS



# Análisis del Agregado y Relación Agua/Cemento para la Óptima Elaboración de Concreto Permeable con Aditivo Superplastificante Utilizando Materias Primas de la Cantera Wuanuko Mix – Huánuco

## INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>24%</b>	<b>24%</b>	<b>2%</b>	<b>11%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>repositorioacademico.upc.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>3%</b>
<b>2</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>3%</b>
<b>3</b>	<b>repositorio.udh.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>4</b>	<b>repositorio.unheval.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>www.scribd.com</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>Submitted to Pontificia Universidad Catolica del Peru</b> Trabajo del estudiante	<b>1%</b>
<b>7</b>	<b>qdoc.tips</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>


Vasquez Salcedo Juan Augusto  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 147143

Mg. Juan Augusto Vasquez Salcedo  
DNI:43324371  
ORCID N°: 0000-0002-0321-6662  
ASESOR DE TESIS

## **DEDICATORIA**

A mi querida madre, Eusebia Simón, cuya dedicación y apoyo incondicional han sido mi fuente constante de inspiración. Tu amor y sacrificio me han guiado a lo largo de este camino académico, y esta tesis es un reflejo de tu apoyo.

A mi padre, Edgar Santiago, quien me ha enseñado el valor del trabajo y la importancia del esfuerzo y la perseverancia. Tus acciones y consejos han sido de motivación para ser un hombre de bien.

A mi adorada hermana, Gabriela Santiago, compañera de risas, tristezas, travesuras y muchas anécdotas más. Tu presencia y ayuda me han dado fuerzas para seguir adelante.

A los tres, les dedico este logro con todo mi amor. Su confianza y apoyo son el motor de mis éxitos. Gracias por estar siempre a mi lado.

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, agradezco a mis asesores de tesis, Mg. Juan A. Vásquez y Mg. Early Tangoa, por su orientación experta y apoyo constante durante todo el proceso de investigación. Sus valiosos consejos y retroalimentación fueron fundamentales para dar forma a este trabajo.

A la Arq. Gabriela Santiago, le dedico un agradecimiento especial por su apoyo, comprensión para seguir en este camino de mucho sacrificio que fue la culminación de este proyecto.

Al Ing. Marco A. Tejada, quien tuvo un papel crucial como encargado del Laboratorio N°01 de Materiales en la UNI, le agradezco por brindarme su conocimiento y consejo en la elaboración y ensayo de mis probetas. Su experiencia fue de gran ayuda para lograr resultados precisos.

A la Lic. Adm. Leslie S. Bravo, su impulso y colaboración fue fundamental para la culminación de este proyecto de investigación.

A la empresa Wuanuko Mix EIRL, extiendo mi agradecimiento por permitirme utilizar sus instalaciones y su laboratorio para llevar a cabo los ensayos necesarios. Su colaboración fue esencial para el éxito de esta investigación.

Finalmente, agradezco a todos aquellos que pusieron su granito de arena para que de una forma u otra contribuyeron con esta investigación. Su colaboración y amistad son invaluable.

# ÍNDICE

DEDICATORIA .....	II
AGRADECIMIENTO .....	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XI
RESUMEN.....	XIII
ABSTRACT.....	XIV
INTRODUCCIÓN.....	XV
CAPÍTULO I.....	17
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	17
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	17
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	18
1.2.1. PROBLEMA GENERAL.....	18
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	18
1.3. OBJETIVOS.....	18
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	18
1.3.2. OBJETIVO ESPECÍFICOS.....	18
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
1.4.1. JUSTIFICACIÓN DE INGENIERÍA.....	19
1.4.2. JUSTIFICACIÓN SOCIAL Y ECONÓMICA.....	20
1.4.3. JUSTIFICACIÓN INSTITUCIONAL.....	21
1.4.4. JUSTIFICACIÓN AMBIENTAL.....	21
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	22
1.5.1 DELIMITACIÓN DE LA MUESTRA.....	24
1.5.2 VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	24
CAPÍTULO II.....	26
MARCO TEÓRICO.....	26
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	26

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	26
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES .....	28
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES .....	29
2.2. BASES TEÓRICAS O MARCO CONCEPTUAL .....	33
2.2.1. HISTORIA DEL CONCRETO PERMEABLE .....	33
2.2.2. CONCRETO PERMEABLE .....	34
2.2.3. PROPIEDADES DEL CONCRETO PERMEABLE .....	35
2.2.4. PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PERMEABLE	39
2.2.5. PRUEBA PARA EL CONCRETO PERMEABLE .....	45
2.2.6. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL CONCRETO PERMEABLE	53
2.2.7. MARCO NORMATIVO DEL CONCRETO PERMEABLE .....	56
2.2.8. MARCO LEGAL.....	58
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES .....	60
2.4. SISTEMA DE HIPÓTESIS .....	67
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL .....	67
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECIFICAS.....	67
2.5. VARIABLES.....	67
2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE .....	67
2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE .....	67
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	67
CAPÍTULO III.....	69
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	69
3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	69
3.2. ENFOQUE .....	69
3.3. DISEÑO METODOLÓGICO.....	69
3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA .....	70
3.4.1. POBLACIÓN .....	70
3.4.2. MUESTRA.....	70
3.5. RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS.....	73
3.5.1. TÉCNICA PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS .....	73
3.5.2. PRESENTACIÓN DE DATOS.....	111
3.5.3. TÉCNICAS PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS.....	111

CAPÍTULO IV.....	113
RESULTADOS.....	113
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS.....	113
4.1.1. PROCESAMIENTO DE DATOS PARA AGREGADO GRUESO.....	113
4.1.3. PROCESAMIENTO DE DATOS PARA DISEÑO DE MEZCLA.....	124
4.1.4. PROCESAMIENTO DE DATOS PARA ASENTAMIENTO DE CONCRETO.....	126
4.1.5. PROCESAMIENTO DE DATOS PARA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.....	127
4.1.6. PROCESAMIENTO DE DATOS PARA PERMEABILIDAD.....	135
4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS.....	137
4.2.1. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS GENERAL.....	137
4.2.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS ESPECÍFICA.....	137
4.2.3. PRUEBA DE HIPÓTESIS.....	141
CAPÍTULO V.....	145
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	145
CONCLUSIONES.....	148
RECOMENDACIONES.....	149
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	150
ANEXOS.....	154



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Distribución de Muestras para Ensayos de Laboratorio.....	22
Tabla 2 Valores Efectivos de b/bo .....	41
Tabla 3 Requisitos de Moldeado por Varillado .....	42
Tabla 4 Clases de mezclas según su asentamiento .....	46
Tabla 5 Tolerancias de Tiempo para Realizar el Ensayo de Resistencia ....	50
Tabla 6 Granulometría de Arena.....	61
Tabla 7 Requisitos de Granulometría para Agregados Grueso. ....	62
Tabla 8 Operacionalización de Variables.....	68
Tabla 9 Ensayos de Laboratorio con 0% de Agregado Fino .....	71
Tabla 10 Ensayos de Laboratorio con 10% de Agregado Fino. ....	72
Tabla 11 Propiedades del cemento para todos los diseños de mezcla .....	80
Tabla 12 Propiedades del aditivo para todos los diseños de mezcla.....	81
Tabla 13 Propiedades del A. grueso para el Diseño de Mezcla 01, 02, 03, 10, 11, 12.....	81
Tabla 14 Propiedades del Agua.....	81
Tabla 15 Parámetro de resistencia de compresión (F'c).....	81
Tabla 16 Resumen de los materiales para 1m <sup>3</sup> - Diseño de Mezcla N°01...	86
Tabla 17 Resumen de los materiales para 1m <sup>3</sup> - Diseño de Mezcla N°02...	86
Tabla 18 Resumen de los materiales para 1m <sup>3</sup> - Diseño de Mezcla N°03...	86
Tabla 19 Masa de los materiales para 1 probeta - Diseño de Mezcla N°01	87
Tabla 20 Masa de los materiales para 1 probeta - Diseño de Mezcla N°02.	87
Tabla 21 Masa de los materiales para 1 probeta - Diseño de Mezcla N°03.	87
Tabla 22 Masa de los materiales para 4 probetas – D. de Mezcla N°01 .....	88
Tabla 23 Masa de los materiales para 4 probetas – D. de Mezcla N°02 .....	88
Tabla 24 Masa de los materiales para 4 probetas – D. de Mezcla N°03 .....	88
Tabla 25 Propiedades del A. grueso para el Diseño de Mezcla 04, 05, 06, 13, 14, 15.....	88
Tabla 26 Datos de Entrada para Diseño de Mezcla N°04.....	89
Tabla 27 Resumen de los materiales para 1m <sup>3</sup> - Diseño de Mezcla N°04...	89
Tabla 28 Cantidad de materiales para Diseño de Mezcla N°04.....	89
Tabla 29 Datos de entrada para Diseño de Mezcla N°05 .....	89
Tabla 30 Resumen de los materiales para 1m <sup>3</sup> - Diseño de Mezcla N°05...	90

Tabla 31 Cantidad de materiales para Diseño de Mezcla N°05.....	90
Tabla 32 Datos de entrada para Diseño de Mezcla N°06 .....	90
Tabla 33 Resumen de los materiales para 1m <sup>3</sup> - Diseño de Mezcla N°06...	90
Tabla 34 Cantidad de materiales para Diseño de Mezcla N°06.....	91
Tabla 35 Propiedades del A. grueso para el Diseño de Mezcla 07, 08, 09, 16, 17, 18.....	91
Tabla 36 Datos de entrada para Diseño de Mezcla N°07 .....	91
Tabla 37 Resumen de los materiales para 1m <sup>3</sup> - Diseño de Mezcla N°07...	91
Tabla 38 Cantidad de materiales para Diseño de Mezcla N°07.....	92
Tabla 39 Datos de entrada para Diseño de Mezcla N°08 .....	92
Tabla 40 Resumen de los materiales para 1m <sup>3</sup> - Diseño de Mezcla N°08...	92
Tabla 41 Cantidad de materiales para Diseño de Mezcla N°08.....	92
Tabla 42 Datos de entrada para Diseño de Mezcla N°09 .....	93
Tabla 43 Resumen de los materiales para 1m <sup>3</sup> - Diseño de Mezcla N°09...	93
Tabla 44 Cantidad de materiales para Diseño de Mezcla N°09.....	93
Tabla 45 Propiedades del A. Fino para el Diseño de Mezcla N°10 al N°18.	93
Tabla 46 Datos de entrada para Diseño de Mezcla N°10 .....	95
Tabla 47 Resumen de los materiales para 1m <sup>3</sup> - Diseño de Mezcla N°10...	95
Tabla 48 Cantidad de materiales para Diseño de Mezcla N°10.....	96
Tabla 49 Datos de entrada para Diseño de Mezcla N°11 .....	96
Tabla 50 Resumen de los materiales para 1m <sup>3</sup> - Diseño de Mezcla N°11...	96
Tabla 51 Cantidad de materiales para Diseño de Mezcla N°11.....	96
Tabla 52 Datos de entrada para Diseño de Mezcla N°12 .....	97
Tabla 53 Resumen de los materiales para 1m <sup>3</sup> - Diseño de Mezcla N°12...	97
Tabla 54 Cantidad de materiales para Diseño de Mezcla N°12.....	97
Tabla 55 Datos de entrada para Diseño de Mezcla N°13 .....	97
Tabla 56 Resumen de los materiales para 1m <sup>3</sup> - Diseño de Mezcla N°13...	98
Tabla 57 Cantidad de materiales para Diseño de Mezcla N°13.....	98
Tabla 58 Datos de entrada para Diseño de Mezcla N°14 .....	98
Tabla 59 Resumen de los materiales para 1m <sup>3</sup> - Diseño de Mezcla N°14...	98
Tabla 60 Cantidad de materiales para Diseño de Mezcla N°14.....	99
Tabla 61 Datos de entrada para Diseño de Mezcla N°15 .....	99
Tabla 62 Resumen de los materiales para 1m <sup>3</sup> - Diseño de Mezcla N°15...	99
Tabla 63 Cantidad de materiales para Diseño de Mezcla N°15.....	99

Tabla 64 Datos de entrada para Diseño de Mezcla N°16 .....	100
Tabla 65 Resumen de los materiales para 1m <sup>3</sup> - Diseño de Mezcla N°16.	100
Tabla 66 Cantidad de materiales para Diseño de Mezcla N°16.....	100
Tabla 67 Datos de entrada para Diseño de Mezcla N°17 .....	100
Tabla 68 Resumen de los materiales para 1m <sup>3</sup> - Diseño de Mezcla N°17.	100
Tabla 69 Cantidad de materiales para Diseño de Mezcla N°17.....	101
Tabla 70 Datos de entrada para Diseño de Mezcla N°18 .....	101
Tabla 71 Resumen de los materiales para 1m <sup>3</sup> - Diseño de Mezcla N°18.	101
Tabla 72 Cantidad de materiales para Diseño de Mezcla N°18.....	101
Tabla 73 Análisis Granulométrico de agregado grueso - 3/4" .....	113
Tabla 74 Análisis Granulométrico de agregado grueso – 1/2" .....	114
Tabla 75 Análisis Granulométrico de agregado grueso – 3/8" .....	115
Tabla 76 Contenido de Humedad de Agregado Grueso – 3/4" .....	116
Tabla 77 Contenido de Humedad de Agregado Grueso – 1/2" .....	116
Tabla 78 Contenido de Humedad de Agregado Grueso – 3/8" .....	116
Tabla 79 Densidad de Agregado Grueso – 3/4" .....	117
Tabla 80 Densidad de Agregado Grueso – 1/2" .....	117
Tabla 81 Densidad de Agregado Grueso – 3/8" .....	118
Tabla 82 Adsorción de Agregado Grueso – 3/4" .....	118
Tabla 83 Adsorción de Agregado Grueso – 1/2" .....	119
Tabla 84 Absorción de Agregado Grueso – 3/8" .....	119
Tabla 85 Peso Unitario Suelto y Compactado de A. Grueso – 3/4" .....	120
Tabla 86 Peso Unitario Suelto y Compactado de A. Grueso – 1/2" .....	120
Tabla 87 Peso Unitario Suelto y Compactado de A. Grueso – 3/8" .....	120
Tabla 88 Análisis Granulométrico de Agregado Fino.....	121
Tabla 89 Contenido de Humedad de Agregado Fino.....	122
Tabla 90 Densidad de Agregado Fino .....	123
Tabla 91 Absorción de Agregado Fino.....	123
Tabla 92 Peso Unitario Suelto y Compactado de Agregado Fino.....	124
Tabla 93 Resumen de Cantidad de Materiales para los Diseños de Mezcla en 1m <sup>3</sup> .....	125
Tabla 94 Asentamiento de Concreto en los Diseños de Mezcla.....	126
Tabla 95 Resultados de Ensayo a la Compresión del D. de Mezcla N°01.	127
Tabla 96 Resultados de Ensayo de Compresión del D. de Mezcla N°02 ..	127

Tabla 97 Resultados de Ensayo de Compresión del D. de Mezcla N°03 ..	127
Tabla 98 Resultados de Ensayo de Compresión del D. de Mezcla N°04 ..	128
Tabla 99 Resultados de Ensayo de Compresión del D. de Mezcla N°05 ..	128
Tabla 100 Resultados de Ensayo de Compresión del D. de Mezcla N°06.	128
Tabla 101 Resultados de Ensayo de Compresión del D. de Mezcla N°07	128
Tabla 102 Resultados de Ensayo de Compresión del D. de Mezcla N°08	129
Tabla 103 Resultados de Ensayo de Compresión del D. de Mezcla N°09	129
Tabla 104 Resultados de Ensayo de Compresión del D. de Mezcla N°10	130
Tabla 105 Resultados de Ensayo de Compresión del D. de Mezcla N°11	130
Tabla 106 Resultados de Ensayo de Compresión del D. de Mezcla N°12	131
Tabla 107 Resultados de Ensayo de Compresión del D. de Mezcla N°13	131
Tabla 108 Resultados de Ensayo de Compresión del D. de Mezcla N°14	131
Tabla 109 Resultados de Ensayo de Compresión del D. de Mezcla N°15	131
Tabla 110 Resultados de Ensayo de Compresión del D. de Mezcla N°16	132
Tabla 111 Resultados de Ensayo de Compresión del D. de Mezcla N°17	132
Tabla 112 Resultados de Ensayo de Compresión del D. de Mezcla N°18	132
Tabla 113 Resumen de Resultados de Resistencia a la Compresión .....	134
Tabla 114 Código de muestras para permeabilidad .....	135
Tabla 115 Coeficiente de Permeabilidad para el Diseño de Mezcla N°07 .	135
Tabla 116 Coeficiente de Permeabilidad para el Diseño de Mezcla N°10 .	135
Tabla 117 Coeficiente de Permeabilidad para el Diseño de Mezcla N°16 .	135
Tabla 118 Coeficiente de Permeabilidad para el Diseño de Mezcla N°18 .	136
Tabla 119 Resumen de los Coeficientes de Permeabilidad Promedio .....	136
Tabla 120 Resumen de las propiedades físicas del agregado .....	138
Tabla 121 Resumen de Cantidad de Materiales en los Distintos Diseños de Mezcla Elaborados para 1m <sup>3</sup> .....	138
Tabla 122 Resultados de Resistencia a la Compresión Mayores a 210kg/cm <sup>2</sup> .....	139
Tabla 123 Coeficiente de Permeabilidad Promedio para 0% A. Fino .....	140
Tabla 124 Coeficiente de Permeabilidad Promedio para 10% A. Fino .....	140
Tabla 125 Media y Desviación Estándar en la resistencia de compresión	141
Tabla 126 Media y Desviación Estándar para la permeabilidad del concreto .....	142

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Concreto permeable decorativo para los Juegos Olímpicos .....	34
Figura 2 Comparación entre concreto permeable y concreto Hidráulico .....	35
Figura 3 Tiempo de inicio y fin de fraguado en diferentes temperaturas .....	38
Figura 4 Variación de la Resistencia con la Edad.....	40
Figura 5 Resistencia a Compresión Versus Contenido de Vacíos.....	41
Figura 6 Posición del espécimen de prueba .....	44
Figura 7 Molde para el Ensayo de Asentamiento .....	45
Figura 8 Esquema de los Modelos de Fractura Típicos.....	51
Figura 9 Trituradora de rocas (TMN 1", 3/4", 1/2", 3/8", Confitillo).....	61
Figura 10 Cemento Andino Premium Tipo I.....	63
Figura 11 Asentamiento de Concreto Fresco.....	66
Figura 12 Tamices para Realizar el Análisis Granulométrico.....	75
Figura 13 Secado del Agregado Fino en Cocina Industrial.....	75
Figura 14 Molde de Forma de Cono Truncado y Pisón. ....	79
Figura 15 Picnómetro con Agregado Fino. ....	79
Figura 16 Agregado grueso y fino para el Concreto Permeable .....	102
Figura 17 Determinación de la Masa para la Preparación .....	102
Figura 18 Capa Fina de mortero 5mm en las probetas.....	103
Figura 19 Preparación de Concreto permeable con Equipo (Trompo 1ft <sup>3</sup> )	104
Figura 20 Extracción de la Mezcladora y Vertido en los Moldes.....	104
Figura 21 Molde de PVC para 4 Especímenes.....	104
Figura 22 Desencofrado y Apilado de Especímenes .....	105
Figura 23 Curado de Especímenes - Cubierto en Plástico LDPE.....	105
Figura 24 Molde de Cono de Abrams y Varilla Metálica .....	106
Figura 25 Colocación de platillos en ambos extremos de espécimen.....	107
Figura 26 Espécimen Dentro de la Prensa Hidráulica .....	108
Figura 27 Corte de Espécimen con Amoladora de Banco .....	108
Figura 28 Embalaje de Especímenes para Traslado .....	109
Figura 29 Espécimen con Cinta de Plástico .....	109
Figura 30 Permeámetro Adecuado para el Ensayo .....	110
Figura 31 Diagrama de permeámetro de carga variable.....	111
Figura 32 Curva Granulométrica del Agregado Grueso - 3/4". ....	113

Figura 33 Curva Granulométrica del Agregado Grueso – 1/2" .....	114
Figura 34 Curva Granulométrica del Agregado Grueso – 3/8" .....	115
Figura 35 Curva Granulométrica del Agregado Fino.....	122
Figura 36 Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> ) versus Diseños de Mezcla sin A. fino.....	129
Figura 37 Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> ) versus Granulometría de A. gruesos y 0% A fino .....	130
Figura 38 Resistencia a Comprensión versus Diseños de Mezcla 10% A. fino.....	133
Figura 39 Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> ) versus Granulometría de A. gruesos y 10% A fino .....	133
Figura 40 Resistencia a Comprensión versus Relación Agua/Cemento.....	134
Figura 41 Comparativa de Coeficientes de Permeabilidad Promedio.....	136
Figura 42 T de Student para la Resistencia a la Comprensión .....	143
Figura 43 T de Student para el Coeficiente de Permeabilidad.....	144



## RESUMEN

La presente investigación se centra en los desafíos que enfrenta el distrito de Amarilis y zonas urbanas aledañas en relación con su pavimentación y su impacto ambiental. Esta investigación se enfoca en determinar una dosificación óptima para el concreto permeable con aditivo superplastificante. Se llevaron a cabo pruebas específicas como ensayo de la resistencia a compresión y ensayo de permeabilidad en laboratorios para certificar los ensayos y los datos obtenidos.

El problema principal de esta investigación se centra en encontrar la gradación de agregado y la relación agua/cemento óptimas para lograr un concreto permeable con aditivo superplastificante que cumpla con los requisitos de resistencia a la compresión y permeabilidad especificados en la norma ACI 522R-10. Además, se abordan problemas específicos, como la dosificación para alcanzar una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup> y el coeficiente de permeabilidad requerido (0.14 a 1.22 cm/s) para los cuales se elaboró 18 diseños de mezclas distintas donde las variaciones fueron en agregados gruesos (3/4", 1/2", 3/8"), agregado fino (0%,10%), relación a/c (0.30, 0.35, 0.40). Los resultados más favorables indican que el concreto permeable con un 10% de finos mostró resistencias a la compresión más altas (máximo de 227.48 kg/cm<sup>2</sup> a 28 días). El concreto sin finos (0%) tuvo resistencias más bajas (máximo de 211.40 kg/cm<sup>2</sup> a 28 días), pero ambos cumplen con los estándares del ACI 522 R (28 kg/cm<sup>2</sup> a 280 kg/cm<sup>2</sup>). En cuanto a la permeabilidad, todos sobrepasaron los rangos de la ACI 522R-10 con valor promedio de coeficiente de permeabilidad (2.31 cm/s a 28 días).

En conclusión, esta investigación logró con éxito sus objetivos al determinar la gradación de agregado y la relación agua/cemento óptimas para el concreto permeable con aditivo superplastificante, manteniendo las propiedades permeables y superando la resistencia requerida. Además, se confirmó que el concreto cumple con los valores de permeabilidad especificados en la norma ACI 522R-10.

**Palabras clave:** agregado fino, agregado grueso, relación agua/cemento, resistencia a la compresión, coeficiente de permeabilidad.

## ABSTRACT

This research focuses on the challenges faced by the Amarilis district and surrounding urban areas in relation to its paving and its environmental impact. This research focuses on determining an optimal dosage for permeable concrete with a superplasticizer additive. Specific tests such as compressive strength testing and permeability testing were carried out in laboratories to certify the tests and data obtained.

The main problem of this research focuses on finding the optimal aggregate gradation and water/cement ratio to achieve a permeable concrete with a superplasticizing additive that meets the compression resistance and permeability requirements specified in the ACI 522R-10 standard. In addition, specific problems are addressed, such as the dosage to achieve a resistance of 210 kg/cm<sup>2</sup> and the required permeability coefficient (0.14 to 1.22 cm/s) for which 18 different mixture designs were prepared where the variations were in coarse aggregates. (3/4", 1/2", 3/8"), fine aggregate (0%, 10%), w/c ratio (0.30, 0.35, 0.40). The most favorable results indicate that permeable concrete with a 10% of fines showed higher compressive strengths (maximum of 227.48 kg/cm<sup>2</sup> at 28 days). Concrete without fines (0%) had lower resistances (maximum of 211.40 kg/cm<sup>2</sup> at 28 days), but both met with the standards of ACI 522 R (28 kg/cm<sup>2</sup> to 280 kg/cm<sup>2</sup>). Regarding permeability, all exceeded the ranges of ACI 522R-10 with average value of permeability coefficient (2.31 cm/s at 28 days).

In conclusion, this research successfully achieved its objectives by determining the optimal aggregate gradation and water/cement ratio for permeable concrete with superplasticizing additive, maintaining permeable properties and exceeding the required strength. In addition, it was confirmed that the concrete meets the permeability values specified in the ACI 522R-10 standard.

**Keyword:** fine aggregate, coarse aggregate, water/cement ratio, compressive strength, permeability coefficient.

## INTRODUCCIÓN

En el distrito de Amarilis, la pavimentación ha sido una medida ampliamente adoptada para mejorar la infraestructura vial. Sin embargo, esta iniciativa ha generado desafíos significativos relacionados con la acumulación de charcos de agua de lluvia (estancamiento superficial) y las inundaciones, particularmente en las áreas altas del distrito. Estos problemas no solo han afectado la durabilidad de los pavimentos flexibles y rígidos existentes, sino que también han generado preocupaciones ambientales y de gestión del agua.

A pesar de estos desafíos, se ha prestado poca atención a alternativas de pavimentación más sostenibles y amigables con el medio ambiente en el contexto local. La investigación existente sobre la elaboración y el uso de concreto permeable, una solución que combina resistencia con permeabilidad, es limitada y no ha sido ampliamente aplicada en condiciones in situ.

Este estudio se enfoca en abordar estas problemáticas al investigar la viabilidad y la formulación óptima de concreto permeable con la adición de un aditivo superplastificante. Nuestro objetivo es determinar la gradación de agregado y la relación agua/cemento que garantice que el concreto permeable cumpla con los rigurosos estándares de resistencia y permeabilidad especificados en la norma ACI 522R-10.

Para lograr este objetivo, examinaremos minuciosamente las propiedades del concreto permeable con aditivo superplastificante en estados frescos y endurecidos. Además, buscaremos identificar la dosificación precisa del concreto permeable con aditivo que permita alcanzar una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>, manteniendo al mismo tiempo las propiedades permeables requeridas. Por último, determinaremos el coeficiente de permeabilidad necesario para que el concreto sea considerado permeable según las normativas establecidas.

Este estudio se basa en un enfoque cuantitativo y adopta un diseño de investigación experimental puro con series cronológicas sin repetición. A pesar de los desafíos y limitaciones inherentes a la investigación, buscamos

proporcionar soluciones concretas y viables para mejorar la pavimentación en el distrito de Amarilis, contribuyendo así al desarrollo sostenible y la gestión efectiva del agua en el sector vial.

En las siguientes secciones, presentaremos en detalle la metodología de investigación, los hallazgos clave y las recomendaciones resultantes de este estudio que busca impulsar el uso de concreto permeable como una alternativa viable y amigable con el medio ambiente en la pavimentación de Amarilis.

# CAPÍTULO I

## PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En el distrito de Amarilis se viene pavimentando de forma masiva tanto de tipo rígido como flexible sin tener en consideraciones otros tipos de pavimentación que sea más amigable con el medio ambiente, está presente investigación tendrá las siguientes problemáticas: Charcos de aguas de lluvia, esto se forma a partir de la falta de alcantarillado en las zonas altas del distrito, a partir de esto se genera inundaciones en muchos jirones y avenidas, dañando así la capa de base del pavimento flexible como también del pavimento rígido que están ejecutadas dentro del distrito de Amarilis.

Si bien contamos con poca información sobre la elaboración del concreto permeable en condiciones normales, ejecutados en in situ; el problema se presenta en el transporte del concreto a zonas lejanas donde no se cuenta con una planta concretera para la elaboración masiva de este tipo, siendo el principal problema el proceso de fraguado acelerado del concreto permeable, ya que requiere de poca cantidad de agua en su proceso de preparación.

La nulidad o reducción de material fino en el concreto es lo que le da su característica de ser permeable. Sin embargo, esta característica también afecta negativamente las resistencias alcanzadas, las cuales son inferiores a las de los concretos hidráulicos convencionales. Por lo tanto, la cantidad de agua en la mezcla se convierte en un factor crítico y delicado en el proceso de mezcla. Es esencial supervisar cuidadosamente la mezcla y determinar cuándo es necesario agregar más agua o, por el contrario, cuándo se ha agregado en exceso (Porrás, 2017).

A partir de estos problemas mencionados líneas arriba y teniendo pocas fuentes de información en el desarrollo de las investigaciones realizadas dentro de nuestro medio y la falta de conocimiento en el proceso técnico, para la elaboración de este tipo de concreto que genera empleo de mano de obra calificada.

Por lo tanto, esta investigación nos permitirá determinar una dosificación óptima para la elaboración del concreto permeable con aditivo superplastificante, por consiguiente, se hizo pruebas específicas en el laboratorio, certificando los ensayos y datos que se obtendrán.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. PROBLEMA GENERAL**

¿Qué gradación de agregado y relación de agua/cemento es la óptima para la elaboración del concreto permeable con aditivo superplastificante, para que esta cumpla con los requisitos de resistencia y permeabilidad especificados?

### **1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

- ✓ ¿Qué propiedades debe tener el concreto permeable con el aditivo superplastificante?
- ✓ ¿Cuál será la dosificación del concreto permeable con aditivo superplastificante para obtener una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>?
- ✓ ¿Qué Coeficiente de permeabilidad deberá tener para que el concreto se considere permeable?

## **1.3. OBJETIVOS**

### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Determinar la gradación de agregado y la relación agua/cemento para que el concreto permeable con aditivo superplastificante sea óptimo, que cumpla con los requisitos de resistencia y permeabilidad especificados.

### **1.3.2. OBJETIVO ESPECÍFICOS**

- ✓ Analizar las propiedades del concreto permeable con aditivo superplastificante en los estados fresco y endurecido.



- ✓ Determinar la dosificación del concreto permeable con aditivo superplastificante que logre una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>, manteniendo las propiedades permeables requeridas.
- ✓ Determinar el coeficiente de permeabilidad para que el concreto sea considerado permeable, de acuerdo con las normativas y estándares establecidos.

#### **1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

La justificación implica explicar las razones detrás y el propósito de la investigación que se va a llevar a cabo. En este sentido, presentaremos los motivos por el cual estamos realizando el siguiente estudio, los cuales se dividen en cuatro tipos de justificaciones: ingeniería, social y económica, institucional y ambiental.

##### **1.4.1. JUSTIFICACIÓN DE INGENIERÍA**

La investigación sobre concreto permeable es importante en ingeniería por varias razones. En primer lugar, el concreto permeable es una solución sostenible para problemas de manejo de agua en áreas urbanas. Permite que el agua fluya a través de su superficie y se infiltre en el suelo subyacente, reduzca el riesgo de inundaciones y la necesidad de grandes sistemas de drenaje.

El concreto permeable es un tipo de concreto que permite el paso del agua a través de sus poros, lo que lo hace útil en una variedad de aplicaciones, incluyendo la construcción de carreteras, estacionamientos, aceras y patios. Sin embargo, la investigación sobre este tema sigue siendo limitada, lo que hace que sea importante continuar explorando sus propiedades y aplicaciones potenciales.

Sin embargo, también hay algunos desafíos asociados con el uso del concreto permeable, como la necesidad de una adecuada preparación del terreno, una correcta selección de los materiales pétreos y una adecuada planificación del mantenimiento y limpieza. Estos desafíos deben ser abordados a través de investigaciones técnicas y de ingeniería.

La capacidad del concreto permeable para absorber el agua de lluvia puede reducir la cantidad de agua que ingresa a los sistemas de alcantarillado pluvial, lo que puede ayudar a prevenir el desbordamiento de los mismos durante lluvias intensas. El concreto permeable también puede mejorar la calidad del agua subterránea y reducir la carga de las redes de drenaje pluvial.

Por lo tanto, una investigación sobre concreto permeable puede contribuir significativamente al desarrollo de soluciones más sostenibles y resistentes en la construcción de infraestructura y edificios urbanos, y puede tener un impacto positivo en el bienestar de la población.

Por último, un proyecto de investigación sobre el concreto permeable puede ayudar a desarrollar nuevas tecnologías y técnicas de construcción, lo que puede mejorar la eficiencia y la sostenibilidad de la industria de la construcción en general.

En resumen, hay varias razones por las cuales un proyecto de investigación sobre el concreto permeable está justificado desde una perspectiva de ingeniería, incluyendo su capacidad para solucionar problemas ambientales asociados con la urbanización, su potencial para obtener créditos de construcción ecológica, y su capacidad para mejorar la eficiencia y la sostenibilidad de la industria de la construcción.

#### **1.4.2. JUSTIFICACIÓN SOCIAL Y ECONÓMICA**

Esta investigación tiene una implicancia social para la población de Amarilis y aledaños, parte de ello los beneficiarios tendrán una mejor circulación de peatones y vehículos en épocas de lluvia, reduciendo posibles inundaciones, estancamientos de agua y contaminación del medio ambiente al mezclarse las aguas residuales y pluviales causados significativamente en las intersecciones del Jr. 28 de Agosto y Jr. Micaela Bastidas, como también entre el Jr. Micaela Bastidas y el Mal. Los Incas entre otras. Lo cual mejora la transitabilidad de los vehículos y peatones que ocupan.

El concreto permeable es más económico debido a que dentro de la construcción de la plataforma no lleva cunetas, beneficiando así el

costo total de los proyectos viales que a futuro se puedan ejecutar teniendo en cuenta este tipo de concreto.

#### **1.4.3. JUSTIFICACIÓN INSTITUCIONAL**

Esta investigación es importante para las instituciones y para las empresas que proveen concreto premezclado a diferentes puntos de la ciudad y/o proyectos públicos y privados con el fin de proporcionar una alternativa de solución a posibles estancamientos de agua pluviales e inundaciones en la plataforma de las vías de transporte.

#### **1.4.4. JUSTIFICACIÓN AMBIENTAL**

El concreto permeable permite que el agua de lluvia se filtre a través de sus poros y se infiltre en el suelo subyacente, en lugar de correr por la superficie y causar inundaciones. Esto puede ayudar a reducir la erosión del suelo y prevenir la contaminación de los cuerpos de agua cercanos.

El agua que se filtra a través del concreto permeable puede ser purificada por los medios naturales que se encuentran en el suelo, como los microorganismos y las plantas. Esto puede ayudar a mejorar la calidad del agua subterránea, que a menudo se ve afectada por la contaminación en áreas urbanas.

Este tipo de concreto puede contribuir a solucionar algunos de los problemas ambientales asociados con la urbanización, tales como la escorrentía de agua de lluvia y la contaminación de cuerpos de agua.

Otra razón para llevar a cabo una investigación sobre el concreto permeable es que su uso puede contribuir a la obtención de créditos de construcción ecológica, lo que puede ser mejora para empresas que buscan demostrar su compromiso con la sostenibilidad y el medio ambiente.

El agua que se filtra a través del concreto permeable puede ser purificada por los medios naturales que se encuentran en el suelo, como los microorganismos y las plantas. Ayudando a mejorar la calidad del

agua subterránea y reducir la escorrentía superficial. Esto puede ser especialmente útil en zonas urbanas con alta densidad de tráfico y de construcción, donde la contaminación del agua es un problema importante.

La utilización de concreto permeable en la construcción de pavimentos y aceras puede reducir el efecto de isla de calor en las áreas urbanas. Esto se debe a que el concreto permeable permite que el agua se filtre a través de él, lo que ayuda a enfriar la superficie.

## 1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación desarrollada se limita por las siguientes causas:

- ✓ El tamaño de la muestra para esta investigación, estuvo de acuerdo a cada Diseño de Mezcla la cual se procedió a la elaboración de 4 probetas cilíndricas y fueron ensayados para medir la resistencia de concreto la cual posterior a los resultados obtenidos, seleccionaremos los 4 mejores resultados de todos los diseños de mezcla, para realizar 2 probetas representativas de cada una de ellas, para medir la infiltración mediante ensayo de permeabilidad que se realizó en la Universidad de Ingeniería (UNI).

**Tabla 1**

*Distribución de Muestras para Ensayos de Laboratorio*

Diseño de Mezcla	A/C	Características de los Materiales para la Elaboración de Concreto Permeable				Ensayos Independientes	Ensayos Dependientes
		Granulometría de A. Fino	Tipo de Cemento	Tipo de Aditivo	Granulometría de A. Grueso	Ensayo de Compresión	Ensayo de Permeabilidad
Diseño 01	0.30					4 und	
Diseño 02	0.35				3/4"	4 und	
Diseño 03	0.40					4 und	Según los 4 mejores resultados de ensayo a compresión, se ensayará 02 probetas de cada diseño de la mezcla elegido.
Diseño 04	0.30	Ensayo con 0% de Agregado Fino	Cemento Andino Tipo I	Aditivo Superplastificante		4 und	
Diseño 05	0.35				1/2"	4 und	
Diseño 06	0.40					4 und	
Diseño 07	0.30					4 und	
Diseño 08	0.35					4 und	
Diseño 09	0.40				3/8"	4 und	
						4 und	

Diseño 10	0.30					4 und
Diseño 11	0.35				3/4"	4 und
Diseño 12	0.40					4 und
Diseño 13	0.30	Ensayo con 5% de Agregado Fino	Cemento Andino Tipo I	Aditivo Superplastificante		4 und
Diseño 14	0.35				1/2"	4 und
Diseño 15	0.40					4 und
Diseño 16	0.30					4 und
Diseño 17	0.35				3/8"	4 und
Diseño 18	0.40					4 und

- ✓ Se está considerando únicamente la cantera de “Wuanuko Mix” que está ubicado en Centro Poblado de Andabamba, para la presente investigación la cual se hará pruebas de laboratorio en cuanto a sus materias primas, como los agregados gruesos y finos para posteriormente ser usado en cada una del Diseño de Mezclas.
- ✓ Por temas económicos se realizó ensayos de permeabilidad a muestras representativas que contengan un resultado favorable a los ensayos de compresión, ya que el costo de estos ensayos es muy elevado para poder realizarlo en cada Diseño de Mezcla.
- ✓ Los ensayos se realizaron en los laboratorios de la concretera Wuanuko Mix (ensayos a la compresión), y en el laboratorio N°1 de ensayos de materiales “Ing. Manuel Gonzales De La Coteria” – UNI (determinando el coeficiente de permeabilidad).
- ✓ Los datos fueron obtenidos mediante instrumentos debidamente calibrados y con certificación vigente en cada equipo por profesionales del laboratorio de Materiales Wuanuko Mix y en el laboratorio N°1 de ensayos de materiales “Ing. Manuel Gonzales De La Coteria”- UNI.
- ✓ Los datos obtenidos en laboratorios de resistencia de materiales y en campo, los ensayos físicos en su mayoría fueron realizados en laboratorios por un profesional competente para esas clases de ensayos, para su posterior utilización de datos en campo.
- ✓ Se realizó 4 probetas por día por cada Diseño de Mezcla, pasado las 24 horas se sacó del molde y se empezó a curar las probetas envolviendo con polietileno (baja densidad) – PEBD para asemejar así el curado que se da del concreto permeable puesto en obra (Insitu).

- ✓ Se evaluó el concreto permeable con los parámetros de la norma ACI 522R, 2010 donde nos indica los procesos de elaboración (Diseño de Mezcla), la resistencia a compresión (2.8 a 28 MPa) y la permeabilidad que está en un rango de (0.14 a 1.22 cm/s).

### **1.5.1 DELIMITACIÓN DE LA MUESTRA**

La delimitación se estableció de acuerdo a los límites de la investigación en espacio y tiempo.

Es necesario realizar una delimitación en términos temporales y espaciales con el fin de ubicar nuestro problema en un contexto específico y coherente (Sabino, 1986).

#### **1.5.1.1 DELIMITACIÓN ESPACIAL**

Se hace mención al área espacial en la que se llevó a cabo en nuestra investigación. En esta investigación, hemos establecido una delimitación espacial que abarca el área urbana del distrito de Amarilis, provincia de Huánuco, en el departamento de Huánuco, donde todavía hay muchos jirones, avenidas y calles sin pavimentar aun, como lo es Malecón Los Incas por el concreto permeable puede ser una alternativa de gran aporte para la pavimentación.

#### **1.5.1.2 DELIMITACIÓN TEMPORAL**

Se refiere a un lapso específico que abarca los años 2021 y 2022, ya que cada uno de los ensayos se llevó a cabo exclusivamente durante ese lapso de tiempo temporal.

### **1.5.2 VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN**

Para llevar a cabo esta investigación, se consideró los siguientes:

- ✓ Se hizo uso de la información proporcionada por la ingeniera Jessica Denisse Cervantes Ramos en su estudio sobre “estudio de las propiedades mecánicas e hidráulicas del concreto poroso: resistencia a la compresión y permeabilidad” Esta fuente de información se utilizó como punto de referencia para los parámetros



empleados en la producción de concreto permeable y sus diversas características.

- ✓ Se tuvo acceso a las instalaciones de la cantera Wuanuko Mix para llevar a cabo estudios preliminares de los agregados y para la elaboración de las muestras de nuestras probetas. Esto resultó fundamental para obtener resultados que contribuyeron a la formulación del concreto permeable.
- ✓ Posteriormente se hizo uso del laboratorio de materiales N°01 Wuanuko Mix Llevando a cabo en su interior las pruebas necesarias para concluir el proceso de investigación actual.
- ✓ Esta investigación es de índole económica, en el cual el costo del concreto permeable es mucho más barato en comparación con el concreto hidráulico convencional que se usa para pavimentar, y también es de índole social ya que ayudara a una mejor circulación de vehículos menores y peatones en épocas de lluvias.
- ✓ La investigación cuenta con una viabilidad técnica aceptable, ya que los ensayos se hicieron en los respectivos laboratorios son los encargados de dar y evaluar la resistencia final de cada espécimen a ensayar y su respectiva permeabilidad, determinando si es apta o no para que este se considere como un concreto permeable siendo así el más óptimo para el uso de proyectos de pavimentación dentro del entorno del distrito de Amarilis y alrededores. Los resultados de esta investigación similar, junto con su análisis, serán útiles para investigaciones futuras y podrán ayudar en diversos sectores de nuestra localidad que enfrenten problemáticas a las del distrito de Amarilis. El Diseño de Mezcla óptimo, utilizando unas materias primas de la cantera Wuanuko Mix y Aditivo específico, representa una contribución tecnológica significativa y se llevará a cabo una escala real para su uso en muchas calles del sector, drenando así el agua superficial de las calles e imposibilitando pequeños charcos de agua e inundaciones.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

##### 2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Según Caballero et al. (2019), en su tesis titulada “Diseño de una Mezcla de Concreto Poroso que Cumpla con la Normatividad Vigente En lo Concerniente a la Resistencia” Presentada A La Universidad Cooperativa De Colombia, llega a las siguientes conclusiones:

- Analizando los resultados obtenidos en el laboratorio para el diseño de mezclas de concreto poroso con y sin agregados finos, se puede concluir que la porosidad diseñada afecta directamente la resistencia a compresión y flexión del concreto. Mientras mayor sea la porosidad de diseño, menor será la cantidad de material cementoso responsable de llenar los huecos que se producen entre las partículas del agregado, menor cohesión se creará, lo que se reflejará en la separación temprana de las partículas cuando se aplique tensión al sólido. material. partículas.
- Para evitar estos inconvenientes, el parámetro máximo es 15% de porosidad del hormigón para hormigones sin áridos finos. El agregado fino se puede utilizar para diseñar hormigón celular con una porosidad de hasta el 25%, ya que el contenido de material fino en la mezcla significa que se forman huecos más pequeños y el material cementoso llenará los poros más pequeños en el porcentaje de vacíos.
- En cuanto al uso de este tipo de concreto según la resistencia a la compresión lograda, se puede utilizar en pavimentos duros sin sistemas de filtración de agua existentes, debido a que las propiedades de este concreto son adecuadas para esfuerzos de compresión. Es importante recordar que no se debe utilizar en vías con mucho tránsito, ya que esto puede afectar su vida útil. Es bien sabido que el hormigón por sí solo no resiste eficazmente los

esfuerzos de flexión, por lo que no se recomienda su uso en ningún miembro sometido a dichos esfuerzos.

Según Chaparro, (2021) en su tesis titulada “Comportamiento a la Compresión y Flexión de un Pavimento en Concreto Poroso con Adición de Fibras Sintéticas” Presentada A La Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia para optar el título de Ingeniero Civil, llega a las siguientes conclusiones:

- En este estudio, se desarrolló un poroso concreto que incorpora fibras sintéticas TUF-STRAND, y se llevaron a cabo evaluaciones de sus propiedades mecánicas e hidráulicas. Se compararon dos métodos de diseño y, a partir de los resultados de resistencia a la compresión, se determinó que el método más adecuado para esta investigación es el proporcionado por la PCA. Se analizó el comportamiento utilizando dos tamaños de agregado grueso y dos fuentes diferentes, concluyendo que el tamaño de agregado grueso de 3/8” (9.5 mm) demostró una mejor resistencia a la compresión. Además, se observará que la eficiencia del concreto permeable se ve más influenciada por la fuente del agregado que por su tamaño, lo que sugiere que la fuente aluvial es la más apropiada. Se llevó a cabo la caracterización de los materiales normativamente siguiendo las pertinentes y se estima el óptimo porcentaje de agregado fino que mejora la resistencia a la compresión y la flexión de los especímenes sin comprometer el diseño sostenible del concreto permeable, el cual resultó ser del 5. % de contenido de agregado fino en relación al contenido de agregado grueso. En cuanto al contenido de fibras sintéticas, se exploró el comportamiento de ocho mezclas diferentes al variar el porcentaje de fibras, concluyendo que un porcentaje del 7% con respecto al volumen total de la mezcla aporta resistencia al concreto sin afectar los valores de infiltración y porosidad. De esta manera, se logró definir la mezcla óptima para un concreto permeable con la inclusión de fibras sintéticas.
- La inclusión de un pequeño porcentaje de arena en el concreto permeable resulta en un aumento del rendimiento, como se refleja

en los valores de resistencia. El grupo de mezclas que incorpora arena exhibió un comportamiento superior, sin que esto afectará la conectividad del sistema de poros.

### **2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES**

Según la investigación desarrollada de Amorós y Bendezú (2019), en su tesis 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>” Presentada a la Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas para optar el título de Ingeniero Civil, llega a las siguientes conclusiones:

Determinar la mezcla ideal para el Concreto Permeable con una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>:

- Se desarrolló el diseño de una mezcla de concreto permeable y se hizo cilindros de prueba que se sometieron a pruebas en laboratorio.
- Se elaboró la formulación de una mezcla de concreto permeable y se aplicó en un prototipo de pavimento, demostrando su eficacia como una alternativa viable para pavimentación.
- Se calculará la composición óptima para que el concreto permeable alcance una resistencia de 283,06 kg/cm<sup>2</sup>. Esta formulación incluyó una relación agua/cemento de 0.38, un porcentaje de vacíos del 13%, un 1.5% de aditivo superplastificante (Z RR PLAST-971), 161.1 kg de arena y 1449.93 kg de piedra por cada 1m<sup>3</sup> de mezcla.
- Se evaluaron las propiedades de resistencia a la compresión, módulo de rotura y permeabilidad en el concreto una vez que había endurecido. La resistencia a la compresión medida en las muestras de laboratorio fue de 280,5 kg/cm<sup>2</sup>.
- La permeabilidad, medida en la mezcla elaborada en el laboratorio, resultó ser de 0,0161 m/s.
- El cálculo del módulo de rotura arrojó un valor de 43,22 kg/cm<sup>2</sup>.

La investigación de Tarifeño (2019), en su tesis titulada “Evaluación de las Propiedades del Concreto Permeable en Pavimentos Especiales,

Lambayeque 2018” Presentada a la Universidad Señor de Sipán para optar el título de Ingeniero Civil, llega a las siguientes conclusiones:

- Los diseños desarrollados en este estudio incorporan las características esenciales y fundamentales para este tipo de concreto diseñado, logrando los objetivos deseados, como una resistencia a la compresión promedio de  $f'c=193.33$  kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, una resistencia a la flexión de  $f'c=67,76$  kg/cm<sup>2</sup>, una absorción de 10,88 mm/s y una tasa de infiltración promedio de 0,61 cm/s.
- Se notó que, al producir este tipo de material, es óptimo mantener la relación agua/cemento en un rango de 0.35 a 0.38 para obtener resultados más favorables. Si esta relación es menor, el material puede volverse frágil, y si se incrementa, puede dar lugar a que el componente cementante se escurra y forme una película impermeable en la parte inferior.
- Para alcanzar niveles de resistencia superiores, se requiere la adición de una mayor cantidad de agregados finos, ya que estos se adhieren de manera más efectiva, mejorando la maleabilidad y la resistencia del material resultante.
- La mezcla de concreto diseñada se manipuló con un porcentaje de vacíos del 10%, logrando así una resistencia  $f'c$  de 193.33 kg/cm<sup>2</sup>.
- El coeficiente de permeabilidad de este material desarrollado varía en un intervalo que va desde 1.4 mm/s hasta 12.2 mm/s, y los valores obtenidos en las pruebas se encontraron dentro del rango aceptable según la normativa aplicable a este tipo de material. El valor promedio obtenido en esta investigación fue de 10,88 mm/s.
- Los niveles de vacíos en esta mezcla se fundamentan en tres factores clave: la intensidad de compactación, la uniformidad de los agregados y la inclusión o exclusión de arena.

### **2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES**

Según la autora Altamirano (2019), en su tesis titulada “Elaboración del Concreto Permeable para Transito Liviano Usando Agregados de la Cantera de Santa María del Valle “La Despensa” Huánuco - 2019”

Presentada a la Universidad De Huánuco para optar el título de Ingeniera Civil, llega a las siguientes conclusiones:

- Se consideran que la incorporación de los agregados de la cantera "Santa María del Valle La Despensa", tanto los finos (arena gruesa) como los gruesos, tiene un efecto beneficioso en el concreto permeable diseñado para tráfico ligero. Se obtuvieron los mejores resultados de resistencia a la compresión con una mezcla que contiene un 20% de finos, y la mejor permeabilidad se logró con una mezcla que no contenía finos 0%.
- Los valores de las propiedades mecánicas de los agregados de la cantera "Santa María del Valle", para el agregado fino, se tiene un módulo de fineza de 3.59, un peso específico de 2.64 g/cm<sup>3</sup>, una absorción de 1.11%, peso unitario compactado P.U.C de 1678 kg/m<sup>3</sup>, peso unitario suelto P.U.S. de 1693 kg/m<sup>3</sup>, y un contenido de humedad del 0,38%. En cuanto al agregado grueso, se registra un módulo de fineza de 3.15, un peso específico de 2.7 g/cm<sup>3</sup>, una absorción de 0.64%, PUS de 1693 kg/m<sup>3</sup>, P.U.C. de 1805 kg/m<sup>3</sup> y un contenido de humedad del 0.30. %. Estos datos sirvieron para los dos diseños de mezcla para el concreto permeable.
- Para el diseño de mezcla sin agregado fino (0%), la resistencia a la compresión se establece en 81.41 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días, 86.95 kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días y 91.87 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, manteniéndose dentro del rango recomendado por el ACI 522R (de 28 kg/cm<sup>2</sup> a 280 kg/cm<sup>2</sup>). El coeficiente de permeabilidad promedio para este diseño es de 1,59 cm/s, lo cual también se encuentra dentro del rango especificado por el ACI 522R-10 (de 0,14 cm/s a 1,22 cm/s).
- Para el diseño de mezcla con un 20% de agregado fino, la resistencia a la compresión con valores de 139.62 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días, 157.88 kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días y 163.61 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, igualmente dentro del rango establecido por el ACI 522R. El coeficiente de permeabilidad promedio para este diseño es de 0,26 cm/s, manteniéndose también dentro de los parámetros recomendados por el ACI 522R-10.

- Cabe mencionar que a pesar de que las sondas están diseñadas para soportar una presión de compresión de 175 kg/cm<sup>2</sup>, ninguna de ellas logró alcanzar esta resistencia prevista. No obstante, es importante destacar que se mantuvieron dentro del rango especificado en la norma ACI 522R-10.
- El Asentamiento en el material permeable fue de 0,5 cm en la mezcla sin finos y de 0,2 cm en la mezcla que contenía un 20% de finos.

Asimismo, Gamarra (2019), en su tesis titulada “Estudio Comparativo de la Permeabilidad y la Resistencia a la Compresión del Concreto Poroso con el Uso De Agregado Fino y Aditivo Plastificante – Huánuco 2019” Presentada a la Universidad Nacional Hermilio Valdizán para optar el título de Ingeniero Civil, llega a las siguientes conclusiones:

- La hipótesis nula N° 1 se confirma, ya que se constata que el concreto poroso, cuando se incorpora agregado fino, reduce su permeabilidad en un 50%, sin que ello implique un aumento en su resistencia a la compresión en comparación con el concreto sin agregado fino. Esto se ha verificado mediante una hipótesis que compara dos medios, utilizando una distribución T de Student con 28 grados de libertad.
- La hipótesis nula N° 2 se confirma, Dado que se verificó que la incorporación de un aditivo plastificante no conduce a una reducción en la permeabilidad, sino más bien resulta en un coeficiente de permeabilidad promedio de 1.194 cm/s, lo cual representa un valor significativamente alto según las recomendaciones del ACI 522R-10 que establece un rango entre 0.14 cm/s y 1.22 cm/s como adecuado. Además, se constató que su resistencia a la compresión no aumenta en comparación con el concreto sin aditivo plastificante, ya que se obtuvieron promedios de 184.26 kg/cm<sup>2</sup> y 182,21 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. Después de comparar ambos medios utilizando la distribución T de Student, se calcula que son estadísticamente iguales.

- La hipótesis nula N° 3 es confirmada, ya que se evidencia que hay diferencias significativas en la permeabilidad y resistencia a la compresión entre el concreto poroso con agregado fino y el concreto con aditivo plastificante. El primero reduce de manera considerable la permeabilidad, alcanzando un valor promedio de 0.615 cm/s, mientras que el uso de aditivo plastificante no afecta la permeabilidad y registra un promedio de 1.194 cm/s, aproximadamente el doble que el primer caso. En cuanto a la resistencia a la compresión, aunque sus medias son distintos, estadísticamente ambos grupos logran niveles de resistencia similares.
- En el concreto permeable en su estado endurecido, la densidad y el contenido de vacíos muestran una relación inversamente proporcional. Esto se hace evidente en las mezclas con agregado fino, donde se observa claramente que, a un menor contenido de vacíos real, que fue de 19,47%, corresponde una mayor densidad, alcanzando los 2013,33 kg/m<sup>3</sup>.

Recientemente Rivera (2021), en su tesis titulada "Diseño de Concreto Permeable Para Su Aplicación en Pavimentos como Sistema De Drenaje en la Ciudad de Huánuco - 2020" Presentada a la Universidad Nacional Hermilio Valdizán para optar el título de Ingeniero Civil, llega a las siguientes conclusiones:

- La norma ACI 522R establece que, para la producción de concreto permeable, es aconsejable que su resistencia oscilante entre 70 y 280 kg/cm<sup>2</sup>, con un rango de contenido de vacíos de 15% a 35%, lo que resultaría en una permeabilidad de 0,11 a 1,22 cm/s. Nuestros ensayos arrojaron que, utilizando un diseño de mezcla con una relación agua/cemento (a/c) de 0,35, logramos un porcentaje de vacíos del 16%, una resistencia a la compresión de 215.55 kg/cm<sup>2</sup> y una permeabilidad de 0,87 cm/s, lo que se encuentra dentro de los parámetros recomendados por el ACI 522R.



- Al llevar a cabo los ensayos requeridos, que se rigen por las pautas de la NTP y el ACI 522R, y que recomiendan un tamaño de agregado que varía entre 3/4" y 3/8" para una mejor resistencia, se pudo determinar que en la cantera de Figueroa-Pillcomarca se obtuvieron las siguientes propiedades del agregado: un tamaño máximo nominal de 3/4", un peso específico de 2.63 gr/cm<sup>3</sup>, un peso unitario compactado de 1.44 gr/cm<sup>3</sup>, un porcentaje de absorción del 0.78%, y un tamaño promedio del agregado de 1/2". Con estos resultados, se ajustó el diseño de acuerdo a las propiedades observadas en este material, manteniéndose dentro de los rangos de tamaño máximo nominal establecidos por la norma, lo que valida la segunda dosis específica.
- Según las directrices de la norma ACI 522R, se establecen límites recomendados para asegurar un óptimo desempeño del concreto permeable, considerando una variación de velocidad de infiltración entre 0.110 y 1.220 cm/s. Esto implica la necesidad de ajustar el porcentaje de vacíos dentro del rango de 15% a 35%. Nuestros resultados de diseño han dado como resultado la mezcla M-05, la cual exhibe una capacidad de filtración de agua de 0.87 cm/s y un porcentaje de vacíos del 16%. Esto confirma que el diseño M -05 cumple con las recomendaciones estipuladas por la norma ACI-522R, asegurando así su adecuado funcionamiento.

## **2.2. BASES TEÓRICAS O MARCO CONCEPTUAL**

### **2.2.1. HISTORIA DEL CONCRETO PERMEABLE**

Si bien no se sabe con exactitud el inicio de la utilización de concreto permeable se tiene antecedentes que el concreto tradicional fue evolucionando al pasar los años. Se tiene datos desde el siglo XIX, donde el concreto tiene poca presencia de finos o un concreto de granulometría discontinua.

Uno de los primeros registros históricos lo hace conocer la (ACI 522R-10, 2010) la cual se tiene como referencia la construyeron dos casas en el reino unido.

En 1930, la Asociación de Vivienda Especial de Escocia adoptó el uso de materiales en la construcción de viviendas. Luego de la Segunda Guerra Mundial, cuando gran parte de Europa estaba en ruinas, había escasez de mano de obra calificada y materiales, y una urgente necesidad de viviendas, el concreto permeable emergió como una solución crucial que contribuyó de manera significativa a la producción de nuevas viviendas en países como el Reino Unido, Alemania, Holanda, Francia, Bélgica, Escocia y Hungría. Estas viviendas de dos pisos, conocidas como las "Wimpey Houses", se destacaron por su eficiencia en la construcción y su excelente aislamiento.

**Figura 1**

*Concreto permeable decorativo para los Juegos Olímpicos*



*Nota.* Adaptada de Concrete Decor Journal. Vol.10, No.2, 2010.

## **2.2.2. CONCRETO PERMEABLE**

El concreto permeable es un material de estructura porosa que se forma mediante la mezcla de cemento Portland, agregado grueso, una cantidad mínima o nula de finos, aditivos y agua. Esta combinación de componentes da como resultado un material endurecido con poros interconectados, cuyas dimensiones oscilan entre 2 y 8 mm, permitiendo así el paso del agua. El porcentaje de vacíos en su composición puede variar entre un 18 y un 35 por ciento, y sus resistencias a la compresión también se encuentran en el rango de 2.8 a 28 MPa. La velocidad de drenaje de este material está influenciada por la densidad de la mezcla y el tamaño de los agregados, pero en términos generales, suele

encontrarse dentro del intervalo que va desde 81 a 730 L/min/m<sup>2</sup> (0.14 a 1.22), (ACI-522R, 2010).

El concreto permeable es un tipo especial de concreto caracterizado por su alta porosidad, diseñado para su utilización en superficies de concreto que permiten que el agua, ya sea de la lluvia u otras fuentes, pase a través de él. Esto reduce la escorrentía superficial en un área y recargar los niveles de agua subterránea. La elevada porosidad se logra mediante la presencia de una cantidad significativa de espacios vacíos interconectados. Tradicionalmente, se utiliza concreto permeable en áreas como estacionamientos, zonas de poco tráfico, pasos peatonales. Esta aplicación es fundamental en el contexto de la construcción sostenible (National Ready Mixed Concrete Association, 2015).

La virtud principal del concreto poroso es captar el agua de lluvia e introducirlo a través de él, pasando por el subsuelo, alimentando así los mantos acuíferos.

#### **Figura 2**

*Comparación entre concreto permeable y concreto Hidráulico*



*Nota.* Adaptada de *alternativas de sustentables* (p.1), por construcción y tecnología en concreto.

### **2.2.3. PROPIEDADES DEL CONCRETO PERMEABLE**

- **Propiedad de concreto fresco.** Se denomina concreto fresco al inicio del mezclado de los materiales tales como piedra chancada, cemento portland, aditivos, y arena en pequeñas cantidades o nula. Su condición es flexible y maleable, lo que le

permite tomar la forma del molde en el que se coloca, sin comprometer sus cualidades de facilidad de manipulación.

**A. Revenimiento y peso unitario.** El revenimiento de este tipo de concreto es cero; sin embargo, en el caso del concreto permeable, cuyo rango de revenimiento generalmente oscila entre 20 y 50 mm, la prueba de revenimiento, conforme a la norma ASTM C143, no se utiliza como parte del proceso de control de calidad, a diferencia del concreto convencional. Debido a que la mezcla tiende a ser demasiado rígida, lo que hace que la medición del revenimiento no sea aplicable en la mayoría de los casos.

El peso unitario del concreto permeable equivale aproximadamente al 70% del peso unitario del concreto convencional, y se calcula siguiendo las pautas establecidas en la norma ASTM C1688.

Para calcular el peso por unidad, necesitamos determinar la masa neta del concreto restando la masa de la medida.

Donde:

T = densidad teórica del hormigón calculada sobre una base de aire libre, Kg/m<sup>3</sup> [lb / ft<sup>3</sup>].

M<sub>s</sub> = masa total de todos los materiales triturados, kg [lb].

V<sub>s</sub> = suma de los volúmenes absolutos de los componentes en el Lote, m<sup>3</sup> [ft<sup>3</sup>].

$$T = \frac{M_s}{V_s}$$

D = densidad (peso unitario) del hormigón kg/m<sup>3</sup> [lb / ft<sup>3</sup>].

M<sub>m</sub> = masa de la medida, kg [lb].

M<sub>c</sub> = masa de la medida llena de hormigón, kg [lb].

V<sub>m</sub> = volumen de la medida, m<sup>3</sup> [ft<sup>3</sup>].

$$D = \frac{M_c - M_m}{V_m}$$

U = porcentaje de vacíos en el hormigón fresco permeable, incluido el arrastre y huecos de aire atrapados en la pasta de cemento.

$$U = \frac{T - D}{T} \times 100\%$$

Nota. Formulas adaptadas de Método de prueba estándar para densidad y contenido de huecos de permeable recién mezclado, por ASTM C1688, 2023).

**B. Tiempo de Fraguado.** El tiempo de fraguado se reduce en el concreto permeable, por lo que en algunos casos se deben usar aditivos químicos para permitir la adecuada colocación. En su colocación insitu del concreto permeable se recomienda; evitar pérdidas excesivas de humedad el tiempo transcurrido entre el inicio del descargue del material de un camión mezclador su compactación y el inicio del curado no debe superar los 20 minutos.

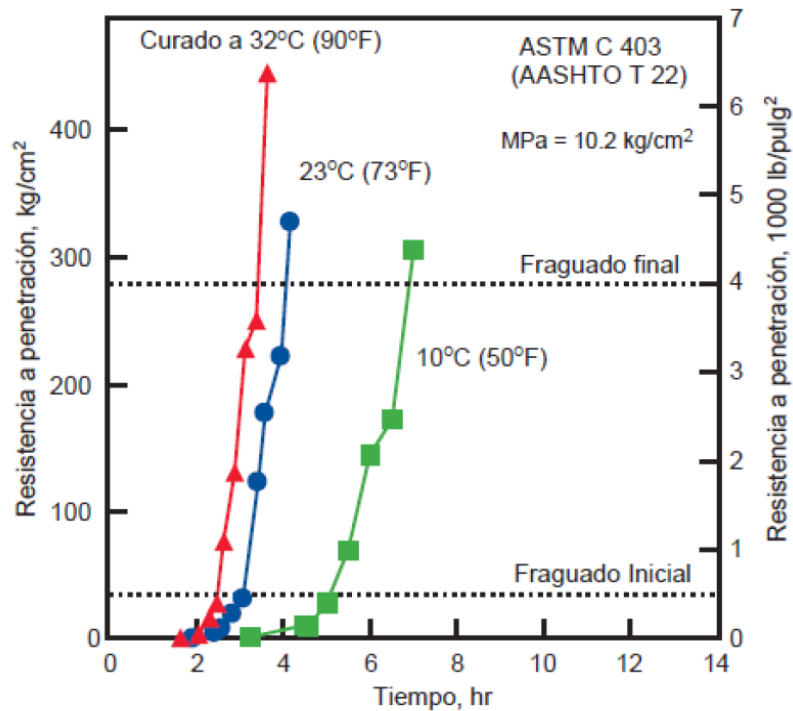
**C. Hidratación y Endurecimiento.** El conocimiento sobre la cantidad de calor liberado durante el proceso de hidratación del cemento es esencial para la planificación de proyectos de construcción. Durante el invierno, este calor de hidratación actúa como papel protector contra los daños causados por temperaturas extremadamente bajas en el concreto. No obstante, en estructuras voluminosas como las presas, el exceso de calor puede dar lugar a temperaturas desiguales no deseadas.

La comprensión de la velocidad de reacción entre el cemento y el agua es un aspecto importante, ya que determina el tiempo necesario para el fraguado y el endurecimiento del concreto. Es fundamental que la reacción

inicial sea lo suficientemente lenta para permitir el transporte y la colocación adecuada del concreto. Después de la colocación y el acabado del concreto, se busca obtener un endurecimiento rápido y efectivo, y para lograrlo, se agrega yeso al molino de cemento durante la etapa de molienda del clínker, cumple la función de regular el proceso de fraguado inicial del cemento Portland. Además, otros factores, como la finura del cemento, la incorporación de aditivos, la cantidad de agua utilizada y la temperatura de los materiales en el momento de la mezcla, también ejercen influencia en la velocidad de hidratación. La Figura 03 ofrece una representación de las propiedades de fraguado en diversas temperaturas para las mezclas de concreto (Barahona et al., 2013).

**Figura 3**

*Tiempo de inicio y fin de fraguado en diferentes temperaturas*



*Nota.* Adaptado de la tesis (Barahona et al., 2013).

- **Propiedades de Concreto Endurecido.** Después que el concreto pasa de su estado plástico y comience a fraguar, el

concreto empieza a ganar resistencias iniciales y estas propiedades son:

**A. Porosidad.** Estos espacios vacíos interconectados se unen entre sí, formando lo que se conoce como porosidad. En muchas ocasiones, estos poros generan fracturas extremadamente delgadas dentro del material de concreto, lo que resulta en una disminución de su resistencia.

La estructura de la porosidad en el concreto ejerce una influencia significativa en su comportamiento. Concretamente, la porosidad determina en qué medida sustancias agresivas pueden penetrar en la masa y provocar daños. Los niveles de intrusión están vinculados con la permeabilidad del concreto. En términos En general, la permeabilidad depende de cómo se distribuye la porosidad total. A su vez, la porosidad está relacionada con la reacción inicial del cemento, las composiciones minerales, las partículas de agregados, la proporción de agua-sólidos y diversas condiciones de curado, entre otros factores (López, 2004).

La porosidad se refiere a la evaluación de los espacios vacíos que existen entre los agregados. Para que un concreto se considere permeable, es necesario que el contenido de vacíos supere el 15%.

**B. Permeabilidad.** La porosidad, de manera similar, está influenciada por las características de los materiales, la relación en la mezcla y los procedimientos de colocación y compactación. Un exceso de compactación disminuirá la permeabilidad al cerrar los poros que son esenciales para permitir la filtración del agua.

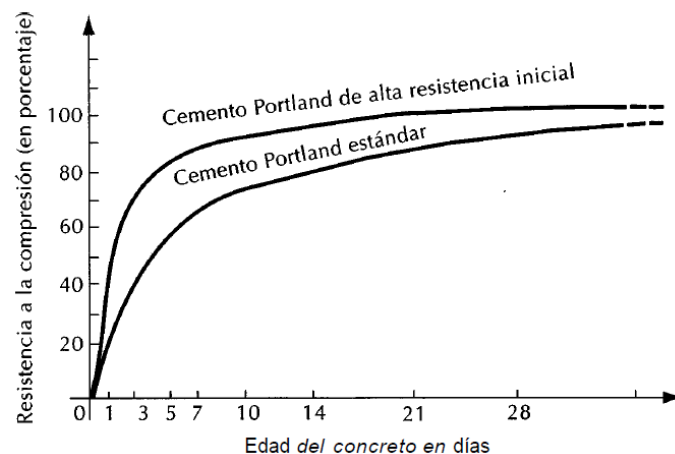
#### **2.2.4. PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PERMEABLE**

**- Resistencia a la Compresión.** La resistencia a la compresión hace referencia a la máxima capacidad que tienen las muestras de concreto para resistir cargas aplicadas en dirección

axial y se suele expresar en unidades como kilogramos por centímetro cuadrado ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ), megapascales (MPa) o libras por pulgada cuadrado ( $\text{lb}/\text{pulg}^2$ ) a una edad de 28 días. Un megapascal equivale a la fuerza de un newton por milímetro cuadrado ( $\text{N}/\text{mm}^2$ ) o  $10,2 \text{ kg-f}/\text{cm}^2$ . Aunque las pruebas de resistencia a otras edades pueden realizarse, es fundamental conocer la relación entre la resistencia a los 28 días y la resistencia a edades diferentes. Por lo general, se estima que la resistencia a los 3 días es aproximadamente el 35% al 40%, a los 7 días alrededor del 60% al 65%, a los 14 días cerca del 80% al 85%, ya los 28 días oscila entre el 100% y el 110% (ver Figura 04), Según los autores (Barahona, 2013).

**Figura 4**

*Variación de la Resistencia con la Edad*



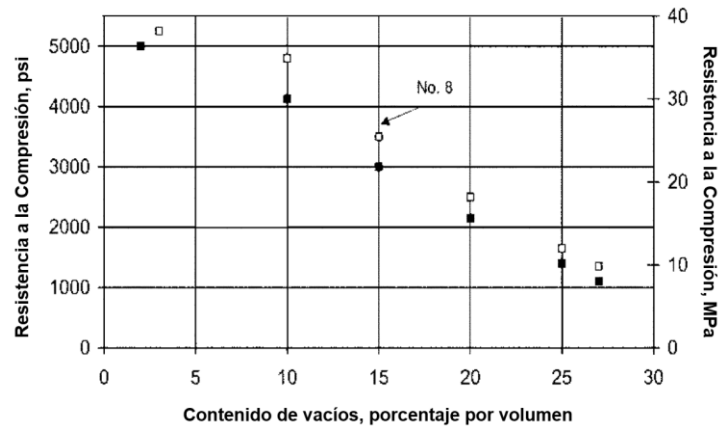
*Nota.* Adaptada de *Aspectos fundamentales del concreto reforzado*, por (González y Fernández, 2005).

Generalmente, la resistencia a la compresión se sitúa en un rango de 17 MPa, aunque es factible alcanzar valores de resistencia de hasta 28 MPa. La resistencia a la compresión se ve influenciada por los materiales empleados, el nivel de compactación y la presencia de espacios vacíos. La (Fig. 5) representa la relación entre la resistencia a la compresión y la cantidad de espacios vacíos para dos diferentes tamaños de agregado, uno de 19.0 mm y otro de 9.5 mm (ASTM C33, No. 67, y 8).



**Figura 5**

*Resistencia a Compresión Versus Contenido de Vacíos*



Nota. Adaptada de *Proporción de mezclas de concreto permeable*, por (ACI 522R, Capítulo 6).

**Tabla 2**

*Valores Efectivos de b/bo*

Porcentaje de agregados finos	<i>b/bo</i>	
	ASTM C33/C33M Size No. 8	ASTM C33/C33M Size No. 9
0	0.99	0.99
10	0.93	0.93
20	0.85	0.86

Nota. Adaptada de *Proporción de mezclas de concreto permeable*, por (ACI 522R, Capítulo 6).

El equipo necesario para la elaboración de los especímenes son los siguientes:

- Un molde de acero, hierro forjado u otro material que no sea absorbente y que no reaccione con el cemento, antes de poder el concreto dentro del molde este tiene que estar ligeramente cubierto con aceite mineral.
- Una Varilla de acero de forma circular con un diámetro de 5/8" (equivalente a 16 mm), que es recto y mide aproximadamente 24 pulgadas (unos 600 mm) de largo, con uno de sus extremos terminados en una forma semiesférica redondeada.
- Se requiere un vibrador con una frecuencia mínima de 7000 vibraciones por minuto (150 Hz) durante su funcionamiento en el concreto. El diámetro del vibrador no debe ser superior a una cuarta parte del diámetro del molde cilíndrico o una cuarta parte del interior del molde de la viga. Además, es necesario

contar con un mazo que tenga una cabeza de hule o cuero y un peso de alrededor de  $1.25 \pm 0.50$  lb ( $0.6 \pm 0.2$  Kg).

- Un contenedor metálico para tomar muestras y mezclar, o una carretilla limpia con una superficie no absorbente y una capacidad suficiente para mezclar una muestra completa utilizando una pala.

**Tabla 3**

*Requisitos de Moldeado por Varillado*

Tipo y Tamaño del Espécimen	Número de Capas de Aproximadamente Igual Profundidad	Número de golpes de Varilla por Capa
Cilíndricos:		
Diámetro, in. [mm]		
4 [100]	2	25
6 [150]	3	25
9 [225]	4	50
Vigas:		
Ancho, in. [mm]		
6 [150] a 8 [200]	2	vea 9.3
>8 [200]	3 o más de igual profundidad, cada una sin exceder 6 in. [150 mm].	vea 9.3

Nota. Adaptado de *Preparación y Curado de Especímenes de Ensayo de Concreto en la Obra*, por (ASTM C31).

El procedimiento para la elaboración de testigos de concreto con el método del varillado que es el más usado en los laboratorios e in situ, se explicara paso a paso lo siguiente:

- ✓ Situar el molde sobre una superficie plana, sólida, nivelada y sin vibraciones.
- ✓ Obtenga una muestra representativa conforme a las pautas establecidas en la Norma ASTM C 172.
- ✓ Verter el concreto dentro del molde, moviendo la cuchara alrededor del borde del mismo para garantizar una distribución uniforme del concreto y reducir al mínimo la segregación mientras se realiza la descarga.
- ✓ Rellenar el molde en tres estratos de igual volumen. En la última capa, agregue suficiente concreto para que el molde esté completamente lleno después de la compactación. Ajustar cualquier exceso o insuficiencia de concreto utilizando una porción de la mezcla y completar el número de golpes restantes.

- ✓ Compactar cada estrato realizando 25 inserciones con la varilla que tiene una punta semiesférica, asegurando una distribución uniforme de las inserciones.
- ✓ Compactar el estrato inferior en su totalidad. Compactar los estratos segundo y tercero, hundiendo la varilla 1 pulgada (25 mm) en el estrato anterior.
- ✓ Después de compactar cada estrato, golpee suavemente los costados del molde de 10 a 15 veces con un mazo para eliminar posibles burbujas de aire atrapadas. En el caso de moldes de un solo uso que pueden dañarse con el mazo, se puede emplear la mano abierta.
- ✓ Es importante mantener una vibración constante durante todo el procedimiento. La duración de la vibración dependerá de la manejabilidad del concreto y la eficacia del vibrador. Asegúrese de vibrar hasta lograr una superficie uniforme. Antes de iniciar la vibración, coloque cada capa de concreto en el molde.
- ✓ Nivelar cualquier exceso de concreto con la varilla de compactación y, si es necesario, darle un acabado con una llana o una cuchara. Evite realizar múltiples pasadas para lograr una superficie lisa y plana con el menor número posible de pasos.
- ✓ Utilizar el método adecuado para mantener las condiciones de humedad y temperatura especificadas.

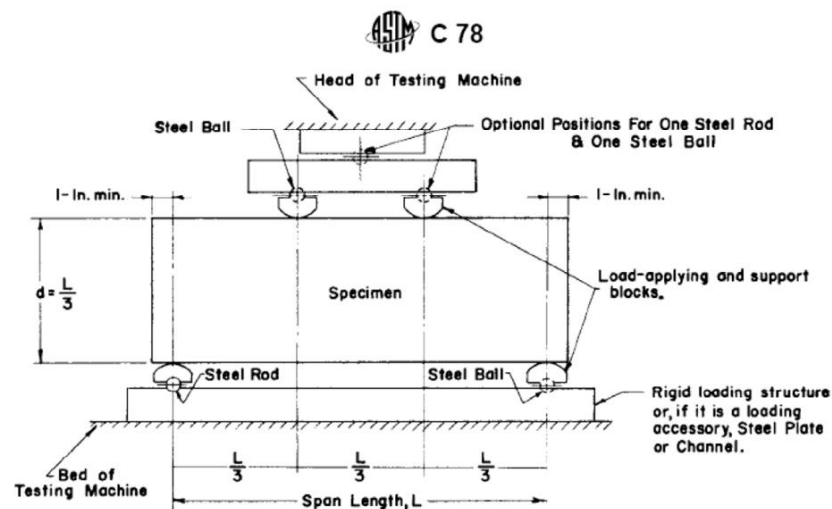
- **Resistencia a Flexión.** La resistencia a la flexión se refiere a la capacidad del concreto para resistir tensiones de tracción. Esta capacidad se evalúa midiendo la resistencia a la falla por momento en vigas o lasas de concreto que no cuentan con refuerzo adicional. Estas mediciones se llevan a cabo en vigas de concreto que tienen una sección transversal de 6 x 6 pulgadas (150 x 150 mm) y una longitud de al menos tres veces el grosor. La resistencia a la flexión se cuantifica como el Módulo de Rotura (MR) en libras por pulgada cuadrado (MPa) y se determina mediante procedimientos de

prueba establecidos en las normas ASTM C78 (carga en los puntos tercios) o ASTM C293 (carga en el punto medio). El valor del Módulo de Rotura suele oscilar entre el 10% y el 20 % de la resistencia a la compresión, dependiendo de diversos factores, como el tipo de agregado grueso empleado, sus dimensiones y el volumen utilizado. Sin embargo, para obtener una evaluación precisa con los materiales específicos, es necesario llevar a cabo pruebas de laboratorio específicas para los materiales y el diseño de la mezcla en cuestión. Cabe destacar que el Módulo de Rotura determinado mediante la viga cargada en los puntos tercios tiende a ser inferior al Módulo de Rotura determinado mediante la viga cargada en el punto medio, a veces con una diferencia de hasta un 15% (National Ready Mixed Concrete Association, 2015).

La resistencia a la flexión oscila entre 1 y 3.8 MPa, y su determinación puede ser bastante variable. Es común medir la resistencia a la compresión y utilizar relaciones empíricas para estimar la resistencia a la flexión. En el caso del concreto permeable, la contracción por secado tiende a ocurrir más temprano, pero su magnitud es menor, alrededor de la mitad de lo que se observa en el concreto convencional.

**Figura 6**

*Posición del espécimen de prueba*



*Nota. Adaptada de Método de prueba estándar para Resistencia a la flexión del hormigón, por (ASTM C78).*

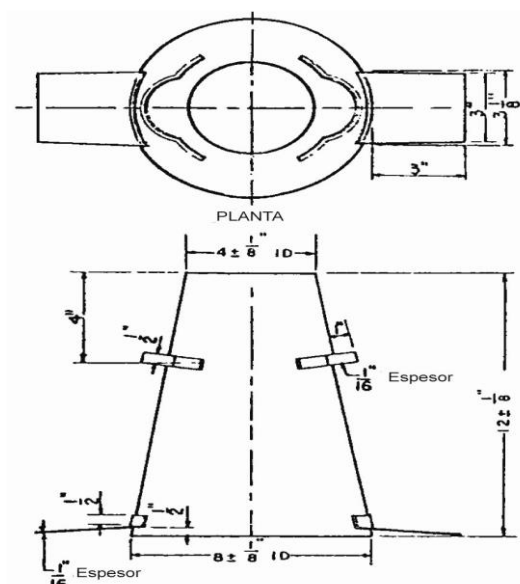
## 2.2.5. PRUEBA PARA EL CONCRETO PERMEABLE

- **Ensayos de asentamiento de concreto de cemento hidráulico.** Este tipo de ensayo nos determina la depresión (SLUMP) del concreto; es usado mayormente en campo y también se puede usar en laboratorios, generalmente en la obtención de muestras de grandes volúmenes de concreto con el fin de verificar su trabajabilidad insitu o en el caso de que estudie el concreto.

Para medir el asentamiento del concreto, se obtiene una muestra recién preparada de concreto y se introduce en un molde con una configuración similar a la de un cono truncado. Luego, se compacta la muestra utilizando varillas. A continuación, se levanta el molde y se permite que el concreto se desplaza hacia abajo dentro del molde. La diferencia en la distancia vertical entre la posición inicial y la posición final del centro de la superficie superior del concreto se mide y se registra como el asentamiento del concreto. (ASTM C-143, p. 2).

**Figura 7**

*Molde para el Ensayo de Asentamiento*



Nota. Adaptado de *Método de Ensayo Normalizado para Asentamiento de Concreto de Cemento Hidráulica* (ASTM C-143,2020).

El molde para la creación del espécimen de prueba debe estar hecho de metal que no sea fácilmente susceptible al deterioro causado por la pasta de cemento. El metal no debe tener un

espesor menor a 0.060 pulgadas (1.5 mm), y si se fabrica utilizando El proceso de embutido por rotación, no debe haber ninguna zona del molde con un espesor inferior a 0.045 pulgadas (1.15 mm). La forma del molde debe ser similar a la de la superficie lateral de un tronco de cono, con una base de 8. pulgadas (200 mm) de diámetro, una parte superior de 4 pulgadas (100 mm) de diámetro y una altura de 12 pulgadas (300 mm). Las dimensiones individuales de los diámetros y la altura deben estar dentro de  $\pm 1/8$  de pulgada (3 mm) de las dimensiones especificadas. La base y el extremo superior del molde deben permanecer abiertos y mantenerse paralelos entre sí, formando un ángulo recto con respecto al eje del cono. El molde debe estar equipado con soportes para los pies y asas, similar a las que se ilustran en la Fig. 03. Además, este será aceptable siempre que las grapas estén dispuestas de tal manera que el molde se pueda liberar por completo sin moverlo, y que la base sea lo suficientemente grande como para contener todo el concreto asentado en una prueba aceptable. (ASTM C-143, p.2).

**Tabla 4**

*Clases de mezclas según su asentamiento*

CONSISTENCIA	SLUMP	TRABAJABILIDAD	METODO DE COMPARACIÓN
Seca	0" a 2"	poco trabajable	Vibración normal
Plástica	3" a 4"	trabajable	Vibración Ligera Chuseado
Fluida	> 5"	muy trabajable	Chuseado

*Nota.* Adaptado de Tecnología de Concreto (pág. 49), por (Abanto, 2009), Capítulo VI.

- **Ensayo de resistencia a la flexión.** Los diseñadores de pavimentos emplean una teoría que se basa en la resistencia a la flexión. Por lo tanto, en algunos casos, es posible que sea necesario realizar un diseño de la mezcla en el laboratorio basado en pruebas de resistencia a la flexión. Alternativamente, se puede optar por seleccionar un contenido de material cementante basado en la experiencia previa para alcanzar el Módulo de Rotura

deseado. El Módulo de Rotura también se utiliza en el control de campo y en la aceptación de pavimentos. En el caso del concreto estructural, las pruebas de flexión son utilizadas con menor frecuencia. Algunas agencias y empresas que no emplean la resistencia a la flexión como criterio principal para el control de campo han encontrado que utilizar la resistencia a la compresión es una alternativa conveniente y confiable para evaluar la calidad del concreto suministrado. (National Ready Mixed Concrete Association,2006).

El Módulo de Rotura generalmente representa un valor que oscila entre el 10% y el 20% de la resistencia a la compresión, dependiendo del tipo, las dimensiones y el volumen del agregado grueso utilizado. No obstante, para obtener una compensación precisa con los materiales Específicos, es necesario realizar pruebas de laboratorio diseñadas específicamente para los materiales y la composición de la mezcla en cuestión. determinado cuando se aplica carga en el punto medio, en algunas ocasiones hasta un 15% más bajo (Nrmca, 2006).

El ensayo de resistencia a flexión resulta valioso, ya que los diseñadores de pavimentos aplican una teoría que se basa en esta propiedad. En consecuencia, es posible que se requiera realizar el diseño de la mezcla en el laboratorio tomando como referencia los resultados de los ensayos de resistencia a flexión, o que se opte por seleccionar la proporción de material cementante calculada en experiencias previas para alcanzar el Módulo de Rotura deseada. Además, el Módulo de Rotura también se emplea en el control de calidad y aceptación de los pavimentos en el campo. Aquellas Agencias y Empresas que no utilizan la resistencia a flexión como criterio de control en el campo, por lo general, han encontrado conveniente y confiable utilizar la resistencia a compresión como indicador de la calidad del concreto suministrado (Nrmca, 2006).

Evite que las superficies de la viga se sequen en ningún momento.

Para proyectos con un buen control, la desviación estándar de las resistencias a flexión del concreto, hasta 800 libras por pulgada cuadrada (5.5 MPa), generalmente oscila entre 40 y 80 libras por pulgada cuadrada (0.3 a 0.6 MPa).

Los valores de desviación estándar que superan las 100 libras por pulgada cuadrada (0,7 MPa) pueden indicar problemas en los ensayos.

En casos en los que se haya establecido una medición en el laboratorio entre la resistencia a la flexión y la resistencia a compresión, se pueden utilizar los valores de resistencia a compresión de los testigos, siguiendo la norma ASTM C42, para verificar su concordancia con el valor deseado.

Realizar cortes en vigas de una losa con el fin de llevar a cabo ensayos de flexión no es una práctica, ya que el proceso de aserrado tiende a disminuir significativamente la resistencia a flexión medida y, por lo tanto, no se recomienda llevar a cabo.

En ocasiones, se recurre a la evaluación de la resistencia a tracción indirecta de testigos según la norma ASTM C496, pero es importante destacar que la interpretación de los resultados de estos ensayos tiene limitaciones significativas.

La tasa de carga se calcula con:

$$r = \frac{Sbd^2}{L}$$

r = Tasa de carga.

S = Tasa de aumento de tensión en la fibra extrema.

b = Ancho promedio de muestra.

d = Profundidad media de muestra.

L = Longitud de tramo.

En lo que respecta al cálculo del Módulo de Rotura, cuando la falla del prisma ocurre en la porción central, se realiza el cálculo utilizando:

$$R = \frac{PL}{bd^2}$$



R = Modulo de rotura.

P = Carga máxima aplicada por la máquina de ensayo.

L = Distancia entre apoyos.

b = Ancho promedio de la probeta en la fractura.

d = Altura del espécimen en el lugar de la fractura.

Si la viga falla en una ubicación más allá del tercio central y el porcentaje de fallas en esta zona no supera el 5% (se excluirá la viga), se realiza el cálculo utilizando la siguiente fórmula:

$$R = \frac{3Pa}{bd^2}$$

$\alpha$  = Distancia promedio entre la línea de la fractura y el soporte más cercano medido en la superficie de la viga sometida a tensión.

- **Ensayo estándar para compresión de especímenes de cilindro de concreto.** Para llevar a cabo este tipo de ensayo, se sigue la Norma ASTM C-39, la cual describe el procedimiento de aplicar una carga de compresión axial a las muestras que han sido previamente preparadas y curadas durante el tiempo adecuado para poder ser sometidas a pruebas en el laboratorio. Los detalles sobre estos requisitos se encuentran especificados en la norma ASTM C-31.

Cuando se preparan y curan las muestras de acuerdo con las pautas establecidas en la norma, los resultados del ensayo de resistencia pueden emplearse para los siguientes fines:

- Evalúe la resistencia aceptable de las muestras.
- Verifique la idoneidad de las proporciones de la mezcla para lograr una resistencia específica.
- Control de calidad.

Si las muestras se preparan y curan en el lugar de construcción según lo estipulado en esta norma, los datos de resistencia del concreto pueden ser utilizados con los siguientes objetivos:

- Determinar si una estructura puede ser puesta en servicio.

- Compare los resultados obtenidos de las muestras curadas de acuerdo con el estándar con los resultados de los métodos utilizados en el sitio de construcción.
- Evaluar el adecuado curado y protección del concreto en la estructura.

Consideraciones que se debe de tener antes de ensayar los testigos de concreto.

- a máquina de ensayos debe ser sometida a una calibración de acuerdo con la norma ASTM E4 cada 13 meses o si existen dudas acerca de su precisión o exactitud.
- Asegúrese de que el eje axial del espécimen sea perpendicular y que los extremos planos no se desvíen más de 0,5 grados (equivalente a 1 mm por cada 100 mm de longitud).
- Medir la longitud del espécimen con una precisión de 1 mm en tres ubicaciones espaciadas alrededor de su circunferencia.
- Si no es necesario determinar la densidad y si la relación entre la longitud y el diámetro ( $L/R$ )  $< 1.8$  o  $>2.2$ , entonces la longitud se medirá con una precisión de 0.05 veces el diámetro ( $0.05D$ ).

Iniciar el ensayo inmediatamente después de retirar el espécimen de la cámara de curado, manteniendo sus condiciones de humedad.

**Tabla 5**

*Tolerancias de Tiempo para Realizar el Ensayo de Resistencia*

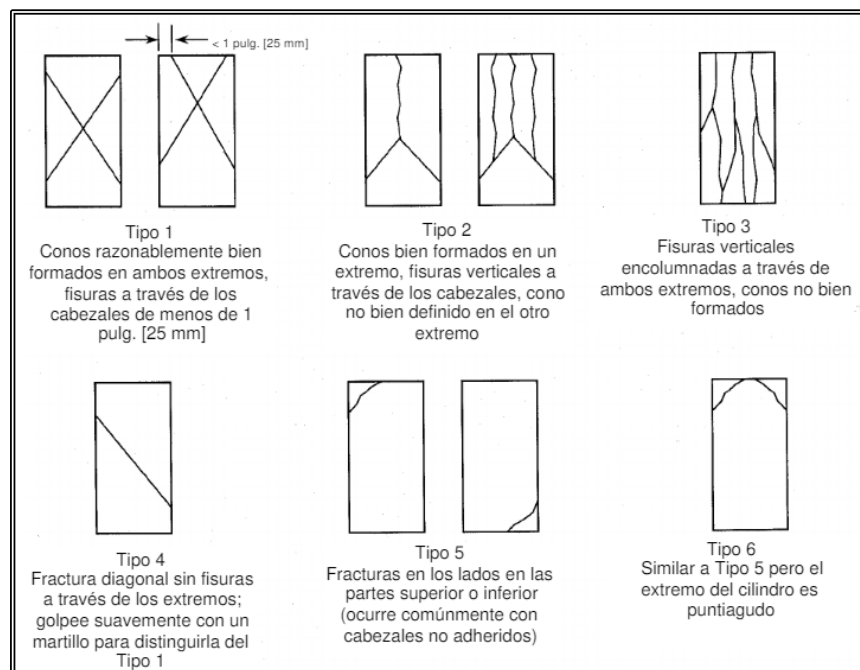
EDAD	TOLERANCIA PERMISIBLE DE TIEMPO DE ENSAYO
24H00	$\pm 0.5$ h ó 2.1 %
3 días	2 h ó 2.8 %
7 días	6 h ó 3.6 %
28 días	20 h ó 3.0 %
90 días	2 días ó 2.2 %

*Nota.* Adaptado de Método de Ensayo a la Compresión de probetas de concreto, por (NTP 339.034, 2008).

- Limpie las superficies de los soportes inferior y superior de la prensa, luego coloque el espécimen en el bloque de soporte y alinee los ejes con el centro del bloque de empuje superior.
- Asegúrese de que el indicador de carga se encuentre en la posición de cero.
- Mueva de forma gradual el bloque de soporte inferior para que el espécimen entre en contacto con los platos de compresión de la prensa.
- Aplique una carga de manera continua a una velocidad dentro del rango de  $0.25 \pm 0.05$  MPa/s.
- En el transcurso del ensayo, gire la válvula de inyección de aceite para asegurar que la velocidad de aplicación de la carga se mantenga constante durante la segunda parte de la fase de carga.
- Tome nota del tipo de fractura y la apariencia del concreto durante el proceso.

**Figura 8**

*Esquema de los Modelos de Fractura Típicos*

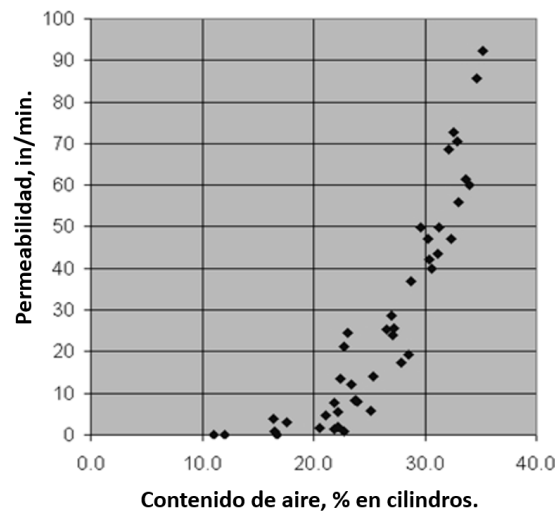


*Nota.* Adaptado de *Método de Ensayo Estándar para Esfuerzo de Compresión en Especímenes Cilíndricos de Concreto*, por (ASTM C39, 2021).

- **Prueba de permeabilidad para concreto permeable.** Las pruebas han indicado que se necesita una porosidad mínima de alrededor del 15% para que la percolación sea notable. En el caso de una porosidad que se encuentra en el rango del 20% al 25%, la Figura 09 ilustra la relación entre la cantidad de aire atrapado y la velocidad de filtración en una mezcla de concreto permeable. A medida que aumenta la cantidad de aire atrapado, la tasa de percolación también aumenta, lo que a su vez provoca una disminución en la resistencia a la compresión. tanto, el desafío en la formulación de mezclas de concreto permeable consiste en alcanzar un equilibrio adecuado entre una tasa de percolación aceptable y una resistencia a la compresión aceptable. (Instituto Americano de Concreto (ACI), 2006).

**Figura 09**

*Permeabilidad vs contenido de aire %*



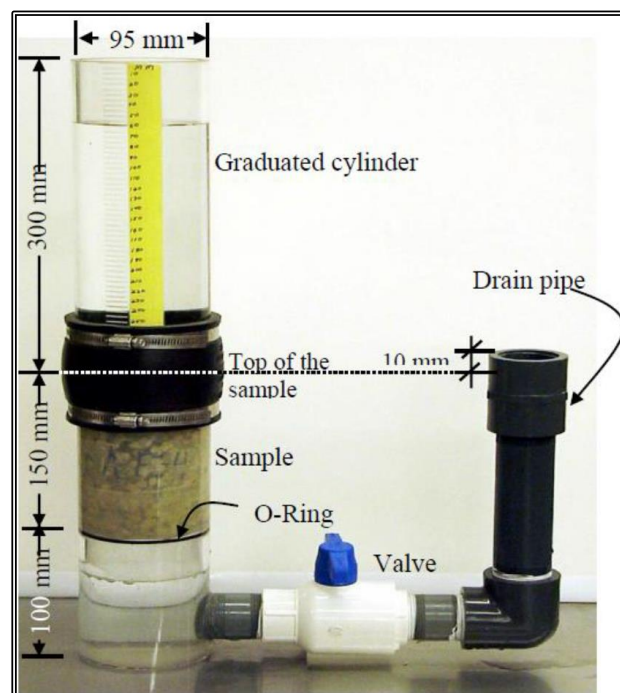
*Nota.* Adaptado de la Norma ACI 522R-10, Capítulo 5, 2006.

La permeabilidad del hormigón permeable puede evaluarse utilizando un sencillo permeámetro de cabeza descendente, cuyo funcionamiento se ilustra en la Fig 10. En este procedimiento, se coloca la muestra dentro de una membrana de látex para evitar que el agua se escape a lo largo de los bordes de la misma. El cilindro se llena de agua para, y se realiza un preacondicionamiento, permitir que el agua fluya a través de la tubería hasta que el nivel en el cilindro graduado alcance la misma altura que la parte superior de la tubería de drenaje. Esto se realiza con el fin de

minimizar la presencia de burbujas de aire en la muestra. Una vez que la muestra esté adecuadamente saturada, se procede a medir la permeabilidad. Para ello, se cierra la válvula en el cilindro graduado, se llena con agua y luego se abre la válvula. Se registre el tiempo en segundos ( $t$ ) necesario para que el agua caiga desde una altura inicial ( $h_1$ ) hasta una altura final ( $h_2$ ). Cabe mencionar que el equipo se encuentra previamente calibrado para la altura inicial específica. (Instituto Americano de Concreto (ACI), 2006).

**Figura 10**

*Permeámetro simple cabeza descendente de carga variable*



*Nota.* Adaptado de la Norma ACI 522R-10, Capítulo 5, 2006.

## 2.2.6. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL CONCRETO PERMEABLE

Revisando muchas fuentes bibliográficas se recopiló una serie de beneficios y desventajas que tiene la utilización del concreto permeable, los cuales son los siguientes:

### - Ventajas

- Se eliminan los charcos de agua de lluvia.
- Se logra una disminución significativa en la temperatura de las superficies.
- Posibilidad de la reducción o incluso la eliminación de sistemas de drenaje pluvial.

- La superficie se mantiene completamente plana sin necesidad de inclinación.
- Los cimientos y métodos de construcción resultan más económicos que los utilizados en pisos y pavimentos convencionales, lo que reduce el costo por m<sup>2</sup> instalado en comparación con el concreto hidráulico.
- Una de las razones fundamentales para promover el empleo de pavimentos permeables radica en la capacidad de aprovechar las aguas pluviales nuevamente en aplicaciones no destinadas al consumo humano (García Haba, 2011).
- Una ventaja ambiental adicional se relaciona con la capacidad de estos pavimentos para retener la humedad en el suelo durante más tiempo, lo que beneficia a las áreas verdes y facilita la recarga de los mantos freáticos.
- Este tipo de pavimento contribuye a la reducción del riesgo de inundaciones, ya que permite una liberación gradual del agua. Asimismo, favorece la captación y uso eficiente del agua de lluvia, evitando su contaminación al mezclarse con aguas residuales y reduciendo el transporte de residuos, lo que disminuye el peligro de obstrucción de desagües.
- La ausencia de partículas finas en estos pavimentos altera la forma en que se transmiten las cargas, a diferencia de los pavimentos convencionales que lo hacen de manera uniforme. En los pavimentos sin partículas finas, las cargas se transmiten a través de puntos de contacto, lo que resulta en una distribución más aleatoria de las cargas sobre una superficie mucho mayor.
- Debido a su estructura con un 15% al 30% de vacíos, estos pavimentos no generan "islas de calor" como el asfalto y el concreto hidráulico.

#### **- Desventajas**

- El concreto permeable es altamente afectado por la compactación del suelo, lo que podría disminuir su habilidad

para absorber agua. Por consiguiente, un diseño inadecuado, una ejecución deficiente o un mantenimiento insuficiente o nulo pueden ocasionar una disminución en la confiabilidad del sistema.

- Debido a su estructura porosa, existe la posibilidad de que se produzca la penetración de contaminantes en estos pavimentos. Si no se retienen, absorben o reducen adecuadamente, estos contaminantes pueden continuar su transporte a través del suelo y contaminar las aguas subterráneas. Por esta razón, se debe evitar instalar pavimentos permeables en áreas ya contaminadas para prevenir problemas como la colmatación (causada por sólidos suspendidos en el agua de lluvia o transportados por el aire, así como partículas que se adhieren a los neumáticos de los vehículos) y la degradación (debida a ciclos de congelación y descongelación) (García, 2011).
- Según (Ferguson, 2005) la resistencia a la compresión del concreto permeable es de alrededor de 2000 lb/pulg<sup>2</sup> (psi) o incluso superior, en contraste con el pavimento convencional de concreto, que suele tener una resistencia de al menos 3500 psi o más. Esto se convierte en una desventaja significativa de este material.
- Debido a su menor resistencia en comparación con el pavimento de concreto convencional, es aconsejable limitar la instalación de pavimento poroso a áreas con tráfico ligero, como se menciona en Saucedo Vidal en 2012. También, es importante evitar su uso en lugares propensos a una alta acumulación de sedimentos o con pendientes superiores al 5° (García, 2011).

La instalación del pavimento permeable es un proceso que demanda tiempo y esfuerzo, y requiere supervisión continua durante todas las etapas de construcción. Además, su mantenimiento implica tareas desafiantes, como la reposición, que involucra el fresado, la

limpieza y el alisado de la superficie de manera meticulosa (Rodríguez, 2008).

### **2.2.7. MARCO NORMATIVO DEL CONCRETO PERMEABLE**

En la actualidad el Perú no cuenta con normas específicas que regulan la elaboración y propiedades del concreto permeable por la poca demanda y/o información de esta. Por este motivo se toma en consideración las normas del concreto convencional que nos servirá de guía para la elaboración y un correcto curado del concreto permeable.

La Norma Técnica Peruana (NTP) nos da conocer las características y ensayos necesarios para la obtención de un buen agregado, geosintéticos y concreto convencional, la cual está basada en la Norma American Society For Testing And Materials (Astm).

- **Marco normativo internacional.** En países como estados Unidos y México ya cuentan con Normas referidos al concreto permeable tales normas son la ASTM y American Concrete Institute (ACI). En estos países el concreto permeable tiene ciertas modificaciones en sus características, el empleo de aditivos como polipropileno o fibras.

- **American Society for Testing and Materials (ASTM).** Es una de las mayores organizaciones a nivel mundial en el desarrollo y publicación de normativas, donde voluntarios trabajan en la creación de nuevas normas que abarcan una amplia variedad de productos, materiales y servicios. Existen más de 12,000 acuerdos voluntarios de estándares de aplicación global.

La idea de Charles Dudley de establecer el grupo el 29 de febrero de 1898 como la división estadounidense de la Asociación Internacional de Pruebas y Materiales (IATM) condujo al establecimiento de la organización. Fue creado mediante un programa que adoptó los principios del Acuerdo sobre Obstáculos Técnicos al Comercio de la Organización Mundial del Comercio. El proceso de estandarización de ASTM es abierto y transparente; lo que permite a los profesionales, científicos, estudiosos, así como



personas del gobierno participen directamente, y como iguales, en una decisión global consensuada. Sus instalaciones actualmente se encuentran en Pennsylvania, Estados Unidos, al noroeste de la ciudad de Filadelfia.

En relación al Concreto Permeable, en el año 2009, la ASTM aprobó normativas para evaluar la tasa de infiltración en pavimentos de concreto permeable. Este proceso implica el uso de un anillo de infiltración que se coloca temporalmente en la superficie del pavimento permeable. Luego, después de prehumedecer la ubicación de prueba y agregar una cantidad específica de agua al anillo, se registra el tiempo que lleva para que el agua se infiltre en el pavimento (Barahona et al., 2013).

- **American Concrete Institute (ACI).** Se trata de una entidad sin ánimo de lucro dedicada a la educación técnica y la formulación de estándares, normativas y técnicas para el concreto reforzado. Su establecimiento data de 1904, y su sede principal se encuentra ubicada en Farmington Hills, Michigan, Estados Unidos.

A comienzos del Siglo XX, no se contaban con estándares para la producción de concreto, lo que generó una percepción negativa sobre su utilidad en la construcción. En la edición de septiembre de 1904 de la revista Municipal Engineering, Charles C. Brown propuso la idea de establecer una organización que regulará y estandarizará las prácticas en la industria.

El funcionamiento de la ACI se basa en su Reglamento, que es aprobado por sus miembros en general. Según sus disposiciones, los miembros eligen a uno de los 18 miembros para liderar la Junta de Dirección, encargada de la gestión integral del Instituto, incluyendo la formulación de políticas para promover los objetivos de la ACI. La Junta de la ACI se reúne periódicamente para abordar asuntos como el presupuesto, revisar o adoptar políticas, planificar actividades a nivel local y tratar otros asuntos administrativos.

## 2.2.8. MARCO LEGAL

- **Introducción al marco legal.** En este último siglo el planeta tierra ha sido afectado drásticamente por los diferentes tipos de contaminación que generamos los seres humanos en su mayoría, por este motivo muchos países tienen en su actualidad leyes que protegen al medio ambiente y la conservación de ecosistemas se tiene énfasis en la calidad ambiental, el consumo humano de agua, el control de emisiones, el vertimiento de aguas residuales entre otros.

Entre las leyes que se tiene en el Perú, tenemos como referencia el (Ministerio del Ambiente, 2005) Ley General del Ambiente N° 28611 y el (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, 2009) Ley de Recursos Hídricos – Ley N° 29338).

- **Artículo 74.- De la Responsabilidad General.** Todo titular de operaciones es responsable por las emisiones, efluentes, descargas y demás impactos negativos que se generen sobre el ambiente, la salud y los recursos naturales, como consecuencia de sus actividades. Esta responsabilidad incluye los riesgos y daños ambientales que se generen por acción u omisión. (Ministerio del Ambiente, 2005).
- **Artículo 113.- De la Calidad Ambiental**
  - 113.1 Toda persona natural o jurídica, pública o privada, tiene el deber de contribuir a prevenir, controlar y recuperar la calidad del ambiente y de sus componentes.
  - 113.2 Son objetivos de la gestión ambiental en materia de calidad ambiental:
    - c. Restaurar áreas o regiones que han sufrido degradación o daños debido a la contaminación ambiental.
    - d. Evitar, gestionar y reducir los riesgos y perjuicios medioambientales asociados a la introducción, empleo, comercio y consumo de bienes, productos, servicios o especies de especies. plantas y animales.
    - e. Identificar y regular los factores que amenazan la calidad del entorno y sus componentes.

g. Fomentar la promoción de la investigación científica y tecnológica, la transferencia de conocimientos y recursos, la difusión de casos de éxito, y otros métodos. destinados a mejorar la calidad del medio ambiente (Ministerio del Ambiente, 2005).

- **Artículo 120.- De la protección de la calidad de las aguas.** El Estado, a través de las entidades señaladas en la Ley, está a cargo de la protección de la calidad del recurso hídrico del país.

El Estado promueve el tratamiento de las aguas residuales con fines de su reutilización, considerando como premisa la obtención de la calidad necesaria para su reusó, sin afectar la salud humana, el ambiente o las actividades en las que se reutilizarán (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, 2009).

- **Artículo 231º.- De la recarga de acuíferos.** La recarga artificial de acuíferos se refiere a la restauración y, en ocasiones, al incremento del volumen natural de los acuíferos mediante la intervención humana, la cual puede llevarse a cabo a través de perforaciones, pozos excavados o la introducción de agua en el subsuelo. mediante infraestructura hidráulica (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, 2009).
- **Artículo 249º.- De la finalidad del uso conjunto de agua superficial y subterránea**

La Autoridad Nacional del Agua promoverá la utilización conjunta de aguas superficiales y subterráneas como una estrategia para equilibrar el uso de estas fuentes hídricas, asegurando así la conservación y el mantenimiento del equilibrio en el sistema acuífero.

Esta entidad llevará a cabo estudios hidrogeológicos, supervisará la explotación de los acuíferos y para recargar los acuíferos. Además, establecerá regulaciones para prevenir la sobreexplotación de los mismos y liderará la planificación y ejecución de proyectos que permitan el uso conjunto del agua

superficial y subterránea (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, 2009).

### **2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES**

#### **A. Agregados**

Los agregados finos y horribles suelen representar entre el 60% y el 75% del volumen del concreto (equivalente al 70% al 85% en peso), y tienen un impacto significativo en las propiedades del concreto en estado fresco o endurecido, en las proporciones de la mezcla y en su costo. Los agregados finos generalmente consisten en arena natural o piedra triturada, con la mayoría de sus partículas midiendo menos de 5 mm.

A diferencia de la arena, la uniformidad en el tamaño de partículas del agregado grueso no tiene un efecto tan pronunciado en la facilidad de manejo de las mezclas de concreto. Esto brinda cierta flexibilidad para ajustar la distribución de tamaños de partículas del agregado grueso, incluso fuera de los límites granulométricos establecidos.

#### **B. Agregado fino**

El agregado fino puede ser arena natural, arena manufacturada, o una combinación de ambas.

Es esencial que los componentes finos cumplan con determinadas normativas para garantizar su óptimo rendimiento en aplicaciones ingenieriles. Es necesario que estén compuestos por partículas resistentes, limpias, robustas y libres de sustancias químicas absorbidas, así como de recubrimientos de arcilla. u otros materiales finos que puedan influir negativamente en la hidratación y adherencia de la pasta de cemento (ASTM C33, 2023).

Se define como la parte que atraviesa el tamiz de 4.75 mm (N° 4). Esta fracción puede provenir de fuentes como arenas naturales o de la trituración de rocas, gravas o escorias siderúrgicas. Sin embargo, la proporción de arena triturada no debe exceder el 30% del total del agregado fino.

**Tabla 6**

*Granulometría de Arena*

TAMAÑO DE LA MALLA	PORCENTAJE QUE PASA EN PESO
9.52 mm (3/8")	100
4.75 mm (No.4)	95 a 100
2.36 mm (No.8)	80 a 100
1.18 mm (No.16)	50 a 85
0.60 mm (No.30)	25 a 60
0.30 mm (No.50)	5 a 30
0.15 mm (No.100)	0 a 10

*Nota.* Adaptada de *Especificación estándar para Agregados de Concreto*, por (ASTM C33, 2023).

### **C. Agregado grueso**

El agregado grueso estará compuesto por grava, gravilla, piedra triturada, escoria de alto horno enfriada al aire, o concreto de cemento hidráulico, o una mezcla de estos materiales (ASTM C33, 2023).

El término agregado grueso se refiere a la fracción del agregado que se retiene en el tamiz de 4.75 mm (N° 4). Este tipo de agregado debe obtenerse a través de la trituración de rocas o gravas, o mediante una combinación de ambas. Sus componentes deben ser sólidos, resistentes y duraderos, sin la presencia excesiva de partículas planas, alargadas, blandas o que se desintegren fácilmente. Además, debe estar libre de polvo, terrones de arcilla u otras sustancias no deseadas que puedan afectar la calidad de la mezcla de concreto. (Fig. 10) (Concreto Supermix, 2017).

**Figura 9**

*Trituradora de rocas (TMN 1", 3/4", 1/2", 3/8", Confitillo)*



Los agregados de aspecto desagradable deben cumplir con los criterios establecidos en la Tabla 7 correspondientes al tamaño especificado.

**Tabla 7**

*Requisitos de Granulometría para Agregados Grueso*

HUSO	TAMAÑO MAXIMO MONINAL	PORCENTAJE QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS													
		100 mm (4 in.)	90 mm (3 1/2 in.)	75 mm (3 in.)	63 mm (2 1/2 in.)	50 mm (2 in.)	37.5 mm (1 1/2 in.)	25 mm (1 in.)	19 mm (3/4 in.)	12.5 mm (1/2 in.)	9.5 mm (3/8 in.)	4.75 mm (N° 4)	2.36 mm (N° 8)	1.18 mm (N° 16)	300 µm (N° 50)
1	90 mm a 37.5 mm (3 1/2 a 1 1/2 in.)	100	90 a 100	-	25 a 60	-	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-	
2	63 mm a 37.5 mm (2 1/2 a 1 1/2 in.)	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-	
3	50 mm a 25 mm (2 a 1 in.)	-	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	
357	37.5 mm a 4.75 mm (2 in. a N° 4.)	-	-	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	-	0 a 5	-	-	
4	37.5 mm a 9 mm (1 1/2 in. a 3/4 in.)	-	-	-	-	100	95 a 100	20 a 55	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	
467	37.5 mm a 4.75 mm (1 1/2 a N° 4.)	-	-	-	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	0 a 5	-	-	
5	25 mm a 12.5mm (1 a 1/2 in.)	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-	-	
56	25 mm a 9.5mm (1 a 3/8 in.)	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	-	-	
57	25 mm a 4.75mm (1 in. a N° 4.)	-	-	-	-	-	100	95 a 100	-	25 a 60	-	0 a 10	0 a 5	-	
6	19 mm a 9.5 mm (3/4 a 3/8 in.)	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	-	-	
67	19 mm a 4.75mm (3/4 in. a N° 4)	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	-	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	
7	12.5 mm a 4.75mm (1/2 in. a N° 4)	-	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	-	
8	9.5 mm a 2.56mm (3/8 in. a N° 8)	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	
89	9.5 mm a 1.18 mm (3/8 in. a N° 16)	-	-	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9	4.75 mm a 1.18 mm (N° 4 a N° 16)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

*Nota. Adaptada de Especificación estándar para Agregados de Concreto, por (ASTM C33, 2023)*

#### D. Cemento portland

El cemento Portland es un aglutinante hidráulico cuya característica fundamental radica en su capacidad para generar estructuras sólidas y perdurables al mezclarse con áridos y agua. Estas tres propiedades (resistente, moldeable y duradera) Esto amplía considerablemente las posibilidades de utilizar los productos derivados del cemento en la construcción de edificios y obras públicas (Sanjuán y Chinchón, 2014).

Finalmente, se emplea una mezcla artificial de caliza y arcilla, cuya distribución de tamaño de partículas oscila entre 0 y 150  $\mu\text{m}$  y se ha homogeneizado cuidadosamente. Esta mezcla presenta una proporción de arcilla que se acerca al 20% y se dosifica de manera precisa con el objetivo de lograr una combinación prácticamente completa del CaO en cada instancia. Luego, se somete a un proceso de calcinación a temperaturas de clinkerización que oscilan entre los 1400°C y 1350°C (73), permitiendo la incorporación específica del CaO en Como resultado de este proceso, se genera aproximadamente un tercio del peso total en forma de fase líquida, y tras un proceso de enfriamiento, se obtiene el Clinker de cemento Portland constituido por silicatos y aluminatos, con una presencia reducida de aproximadamente el 1% de CaO (F. Gomá, 1979).

**Figura 10**

*Cemento Andino Premium Tipo I*



## **E. Agua**

Los estándares de calidad del agua aplicables al concreto permeable son similares a los requerimientos del concreto tradicional. En el caso del concreto permeable, se debe suministrar con una proporción de agua a cemento (a/c) relativamente baja, que oscila entre 0,30 y 0,40, ya que un exceso de agua podría resultar en la pérdida de la pasta y la subsiguiente obstrucción del sistema de poros. Por lo tanto, es esencial que se realice una estrecha supervisión de la adición de agua durante el proceso de construcción (Candelas, 2010).

La norma ASTM C1602, titulada 'Especificación estándar para el agua de amasado empleada en la producción de concreto hidráulico', establece los requisitos que deben cumplir el agua destinada a la preparación de concreto hidráulico. Si se tiene dudas acerca de la calidad del agua, se deberá remitir una muestra al laboratorio para realizar pruebas; en caso de falta de tiempo, se puede comparar la resistencia y durabilidad de muestras de concreto elaborado con dicha agua con las de muestras de control fabricadas con agua de conocida calidad satisfactoria.

## **F. Aditivos**

Los aditivos deben cumplir con los estándares establecidos en la norma ASTM C-494. Los aditivos reductores de agua de alto rango se emplean según la relación agua/cemento. Por otro lado, los aditivos retardantes se utilizan para estabilizar y regular el proceso de hidratación del cemento. A menudo, se prefieren los aditivos retardantes en mezclas de consistencia rígida, como el concreto permeable, especialmente en condiciones climáticas cálidas. Estos aditivos retardantes pueden también actuar como lubricantes para facilitar la descarga del concreto desde una mezcladora, mejorando así su manipulación y las características de rendimiento en el lugar de aplicación.

En el concreto permeable, al igual que en el concreto convencional, se emplean aditivos químicos para conseguir características particulares. Dado que el concreto permeable tiende a fraguar rápidamente, es necesario el uso de aditivos retardadores y estabilizadores de la hidratación (Candelas, 2010).



El desarrollo de la investigación se hará uso de aditivo superplastificante, que nos servirá para la reducción de agua en él y así poder tener una mejor resistencia final.

### **G. Aditivos Superplastificantes**

Los más recientes avances en aditivos para el concreto, conocidos como superplastificantes o superfluidificantes, han surgido en los últimos 10 años como una innovación notable. Su empleo permite lograr una excepcional fluidez en concretos secos, sin que se produzca asentamiento, al mismo tiempo que previene la separación y la exudación. La impresionante facilidad de manipulación que estos aditivos brindan se puede aprovechar para realizar reducciones sustanciales en la proporción agua/cemento, lo que, a su vez, posibilita alcanzar altas resistencias (Sencico, 2011).

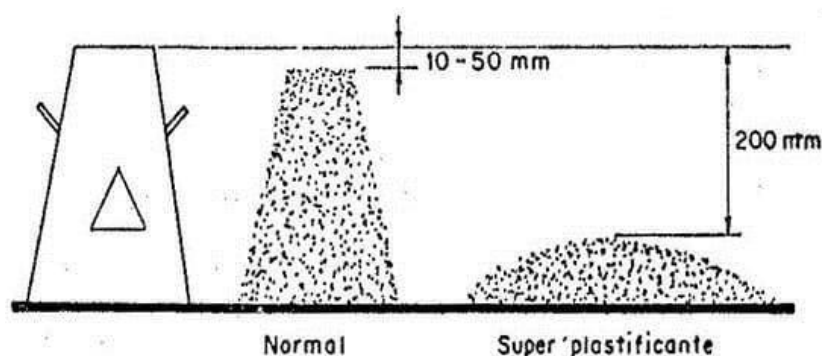
Los superplastificantes también se incorporan cuando se introducen cenizas puzolánicas en la mezcla, con el objetivo de lograr hormigones de alta resistencia o hormigones reforzados con fibras. Generalmente, el porcentaje de superplastificante o plastificante agregado a la mezcla es del 2%. No obstante, Es importante considerar que la mayoría de los superplastificantes disponibles en el mercado están en forma de soluciones acuosas, lo que significa que al agregarlos a la mezcla, también se está introduciendo un cierto porcentaje de agua lo cual no es recomendable. (Canal Construcción, 2019).

El ASTM ha designado los superplastificantes bajo la categoría de "reductores de agua de alto rango". Dentro de esta categoría, se han estandarizado dos variantes: uno considerado como el estándar o tipo F, y otro que posee propiedades de retardo en el fraguado, conocido como tipo G. Estas especificaciones están incluidas en la normativa general que rige todos los tipos de aditivos según la norma ASTM C494 (Sencico, 2011).

Para la presente investigación usaremos el aditivo superplastificante Ecoplast WG-5000 con una dosificación de 0.50% a 0.60% según diseño de mezcla. Según recomendado en la ficha técnica.

**Figura 11**

*Asentamiento de Concreto Fresco*



*Nota.* Adaptado de *Aditivos superplastificantes*, (Sencico, 2011).

## **H. Diseños de Mezclas**

En la Sección 6.7 se describe un proceso proporcional que detalla cómo generar lotes de prueba inicial para concreto permeable. El método b/bo se basa en principios de volumen absoluto. Sin importar la forma en que se obtenga el lote de prueba, es fundamental Evalúe las propiedades tanto en estado fresco como endurecido antes de su aplicación en el uso previsto, (ACI, 2010).

Como parte de esta investigación se utilizaron el procedimiento de los cálculos para el diseño de mezcla del ACI 522R-10 y de los autores (Amoros y Bendezu, 2019).

## **I. Relación de Agua/Cemento**

En esta relación agua/cemento, la importancia del agua es de suma relevancia, ya que su interacción con el cemento está estrechamente vinculada a numerosas características del producto final que se obtendrá. Generalmente, al aumentar la cantidad de agua, se incrementa la fluidez de la mezcla, lo que resulta en una mayor facilidad para trabajar con ella y en una mayor maleabilidad, lo que beneficia en gran medida a los trabajadores.

Es uno de los parámetros más importantes de la tecnología del concreto, pues influye considerablemente en la resistencia final del mismo (Cruz y Medina, 2019, pág. 47).

## **2.4. SISTEMA DE HIPÓTESIS**

### **2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL**

La gradación de agregado y la relación agua/cemento permitirá una óptima elaboración de concreto permeable con aditivo superplastificante que cumple con los requisitos de resistencia y permeabilidad especificados.

### **2.4.2. HIPÓTESIS ESPECIFICAS**

- Habrá diferencias significativas en las propiedades entre diferentes combinaciones de gradación de agregado y relación agua/cemento, en los estados fresco y endurecido.
- Se encontrará una dosificación del concreto permeable con aditivo superplastificante que logre una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup> manteniendo las propiedades permeables requeridas.
- El coeficiente de permeabilidad del concreto cumple con las normativas y estándares establecidos, lo que lo hace considerado como un concreto permeable.

## **2.5. VARIABLES**

### **2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE**

Elaboración del Concreto Permeable con aditivo superplastificante.

### **2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE**

Clasificación de Agregado y Relación de Agua/Cemento (A/C).

## 2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

**Tabla 8**

*Operacionalización de Variables*

<b>Variables</b>	<b>Tipo de Variable</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Instrumentos</b>	<b>Medición</b>	<b>Escala de medición</b>
Graduación de Agregado y Relación Agua/Cemento (A/C)	Independiente Cuantitativo (continua)	Rango de Agregados	Clasificación estándar para tamaños de agregado ASTM D 448 y C 33 y ACI 522R-10(Ensayo de granulometría)	$3/8" \leq A.G. \leq 3/4"$	Intervalar
		Optima relación entre agua/cemento	De acuerdo con la ACI 522R-10	$0.30 \leq A/C \leq 0.40$	Intervalar
Elaboración del concreto permeable aditivo superplastificante	Dependiente Cuantitativo (continua)	Proporción en peso de los materiales	Resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas (Prensa Hidráulica)	$F'c \geq 210 \text{ kg/cm}^2$	Intervalar
			Prueba de permeabilidad (Permeámetro de carga variable) según ACI 522R-10	$0.14 \text{ cm/s} \leq k \leq 1.22 \text{ cm/s}$	Intervalar

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN**

El nivel de la investigación se basó en “Entender la conexión o nivel de relación que pueda existir entre dos o más ideas, grupos o factores en una muestra específica o en un contexto determinado. En algunas ocasiones, se limita el análisis a la relación entre dos variables. En los estudios de evaluación, para evaluar la intensidad de la conexión entre dos o más variables, primero se registra cada una de ellas y luego se procede a medir, analizar y definir sus relaciones. Estas correlaciones se basan en hipótesis que son sometidas a pruebas. Lo cual se desarrollará según la clasificación que indica el texto “Metodología de investigación” del autor” (Hernández et al., 2014, pág. 93), por lo tanto, lo clasificaremos como una investigación relacional.

#### **3.2. ENFOQUE**

##### **Cuantitativo**

“El enfoque cuantitativo, como mencionamos anteriormente, es un conjunto de procesos que sigue un método secuencial y de verificación. Cada fase se desarrolla en sucesión y no es posible omitir ningún paso. El orden es estricto, aunque, por supuesto, podemos ajustar o redefinir alguna de las etapas si es necesario” (Hernández et al., 2014, pág. 141).

Este estudio se basó en un enfoque cuantitativo que implica la realización de pruebas de hipótesis, la aplicación de teorías y el análisis de los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio.

#### **3.3. DISEÑO METODOLÓGICO**

Estos diseños pueden involucrar una o varias variables que se controlan de manera independiente, así como una o más variables que se miden como resultado. Además, es común que se emplee evaluaciones previas y posteriores al tratamiento experimental para examinar cómo evolucionan los grupos antes y Después de la intervención. Sin embargo, no todos los diseños

experimentales completamente controlados incluyen evaluaciones previas, aunque sí resulta esencial llevar a cabo evaluaciones posteriores para determinar los efectos de las condiciones experimentales (Hernández et al., 2014, pág. 141).

Por lo tanto, esta investigación adopto un enfoque completamente experimental, con series temporales no repetidas, lo que implica la realización de múltiples mediciones posteriores a lo largo del tiempo. Esto se debe a la naturaleza gradual con la que la variable independiente se manifiesta durante el curso de la investigación.

### **3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA**

#### **3.4.1. POBLACIÓN**

La población se refiere al total de elementos (unidades de análisis) que forman parte del ámbito espacial donde se lleva a cabo la investigación. (Carrasco, 2005, pág. 236).

En este estudio, se tomó en cuenta una población compuesta por un total de 80 muestras, y el propósito principal fue identificar los valores que mejor representen los resultados del análisis para desarrollar un diseño óptimo de concreto permeable con aditivo superplastificante.

#### **3.4.2. MUESTRA**

La muestra consiste en una porción o elemento representativo de la población, y sus características fundamentales son ser imparciales y proporcionar una representación precisa de la población en su conjunto. (Carrasco, 2005, pág. 237).

En esta investigación se tomaron 12 muestras para cada gradación (3/4", 1/2", 3/8") del agregado grueso con 0% de agregados finos y 12 muestras para cada gradación (3/4", 1/2", 3/8") del agregado grueso con 10% de agregados finos, de los cuales se tendrán 72 probetas para el ensayo de resistencia a la compresión a los 7, 14, 21 y 28 días y 8 probetas restantes que se realizaron para el estudio de permeabilidad solo a los 28 días. (ver tabla 08 y 09).

**Tabla 9**

*Ensayos de Laboratorio con 0% de Agregado Fino*

ENSAYO SIN DE AGREGADO FINO									
Tipo de Cemento	Tipo de Aditivo	Granulometría de A. Grueso	a/c	Edad	Resistencia a Compresión	Total de Muestra			
Cemento Andino Tipo I	Aditivo Superplastificante	3/4"	0.30	7	1	4			
				14	1				
				21	1				
				28	1				
			0.35	7	1	4			
				14	1				
				21	1				
				28	1				
			0.40	7	1	4			
				14	1				
				21	1				
				28	1				
Cemento Andino Tipo I	Aditivo Superplastificante	1/2"	0.30	7	1	4			
				14	1				
				21	1				
				28	1				
			0.35	7	1	4			
				14	1				
				21	1				
				28	1				
			0.40	7	1	4			
				14	1				
				21	1				
				28	1				
Cemento Andino Tipo I	Aditivo Superplastificante	3/8"	0.35	7	1	4			
				14	1				
				21	1				
				28	1				
			0.40	7	1	4			
				14	1				
				21	1				
				28	1				
									36

**Tabla 10**

*Ensayos de Laboratorio con 10% de Agregado Fino*

ENSAYO SIN DE AGREGADO FINO						
Tipo de Cemento	Tipo de Aditivo	Granulometría de A. Grueso	a/c	Edad	Resistencia a Compresión	Total de Muestra
Cemento Andino Tipo I	Aditivo Superplastificante	3/4"	0.30	7	1	4
				14	1	
				21	1	
			28	1		
			7	1		
			14	1		
		21	1			
		28	1			
		0.40	7	1	4	
			14	1		
			21	1		
			28	1		
7	1					
14	1					
Cemento Andino Tipo I	Aditivo Superplastificante	1/2"	0.30	7	1	4
				14	1	
				21	1	
			28	1		
			7	1		
			14	1		
		0.40	7	1	4	
			14	1		
			21	1		
			28	1		
			7	1		
			14	1		
Cemento Andino Tipo I	Aditivo Superplastificante	3/8"	0.35	7	1	4
				14	1	
				21	1	
			28	1		
			7	1		
			14	1		
		0.40	7	1	4	
			14	1		
			21	1		
			28	1		
			7	1		
			14	1		

36



Después de realizar los ensayos a compresión y obtener los valores del  $F'c$  se procede a seleccionar los 4 resultados más altos y con esos diseños de mezcla se procede a elaborar 2 muestras representativas de cada diseño. Obteniendo al final 8 probetas cilíndricas de 6" x 12", las cuales serán ensayados en el laboratorio N°1 de ensayos de materiales "Ing. Manuel Gonzales De La Cotera" – UNI.

En total se realizaron 80 especímenes cilíndricos (6" x 12") de concreto:  $N = 80$ .

### **3.5. RECOLECCIÓN Y ANALISIS**

La recopilación de datos se entiende como la toma de medidas de campo que serán analizadas para obtener los resultados del proceso constructivo, contribuyendo al conocimiento desarrollado de manera científica.

En esta investigación, se anticipa la obtención de resultados positivos, particularmente en las mediciones de pruebas, que fueron adecuadas para su implementación en los diseños.

#### **3.5.1. TÉCNICA PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS**

**3.5.1.1. Recolección de Materiales Pétreos.** Se tendrá en cuenta los materiales pétreos de la cantera Wuanuko Mix para esta investigación en lo cual se recolectó el agregado grueso y se llevó al laboratorio de la misma. Teniendo como muestras un aproximado de 200 kg de agregado 3/4", 200 kg de agregado 1/2" y 200 kg de agregado 3/8. Los ensayos realizados a estos agregados incluyen la determinación de la densidad, contenido de humedad, absorción y peso unitario seco y compactado y por otra parte para la elaboración de probetas para cada diseño de mezcla propuesto en esta investigación.

Para esta investigación se recolecto el agregado fino y se llevó al laboratorio de materiales N°01 Wuanuko Mix. Teniendo como muestras un aproximado de 50 kg de agregado fino que serán para las pruebas que determinen la densidad, contenido de humedad, absorción y peso unitario seco, compactado y por otra parte para la elaboración de probetas para los diseños de mezcla N° 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 propuesto en este estudio.

- **Análisis Granulométrico del Agregado Grueso y Fino.** El objetivo es determinar la gradación del agregado destinados a la preparación del concreto permeable, así como calcular el porcentaje de partículas que pasan o retienen en los diversos tamices para su clasificación en cada malla que estarán de acuerdo a las especificaciones de la ASTM E11, permitiendo así la creación de la curva granulométrica correspondiente para Agregado grueso como también para el agregado fino (las pruebas se harán por separado tanto para agregados gruesos de 3/4", 1/2", 3/8" como también para agregado fino). Dentro de ello usamos distintas herramientas y equipos livianos, como paleta, balanza, bandejas, Tamices de diferentes números de mallas.

Los ensayos de granulometría se llevaron a cabo bajo las normas ASTM C-136 y NTP 400.012.

El procedimiento para realizar este ensayo fue de la siguiente manera:

- La cantidad de la muestra fueron según las especificaciones de la ASTM D75, por lo cual separamos la cantidad necesaria para poder cribar.
- Secamos las muestras de los agregados por medio de una cocina industrial a temperatura máxima de  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$  teniendo como ayuda de un termómetro.
- Seleccionamos las mallas con las aberturas adecuadas para obtener la información necesaria para compararla con las especificaciones del material hacer ensayadas, se adiciono mallas según el material que estamos ensayando.
- Teniendo definido las mallas se colocó en orden decreciente de arriba hacia abajo de acuerdo con el tamaño y colocamos la muestra en la malla superior, posterior a ello agitamos las mallas manualmente por un periodo de tiempo suficiente.
- Se procedió a determinar la masa mediante una balanza de cada tamiz que retuvo material.

- La suma de las masas de los materiales retenidos está muy próxima a la muestra original colocada en las mallas, si la cantidad difieren más del 0.3% respecto a la muestra original los resultados no deberán ser usados en lo cual se respetó esta condición en la presente investigación.

**Figura 12**

*Tamices para Realizar el Análisis Granulométrico*



**Figura 13**

*Secado del Agregado Fino en Cocina Industrial*



- **Contenido De Humedad del Agregado Grueso y Fino.** Los ensayos de contenido de humedad y adsorción se llevaron a cabo bajo las normas ASTM C-566 y NTP 339.185.

- El objetivo es determinar el porcentaje de humedad total en una muestra ya sea para agregado fino y grueso por medio del secado esto nos servirá para tener una uniformidad para la elaboración del concreto permeable.
- Los materiales que se usaron son: balanza, cocina industrial o horno, recipientes.
- En primer lugar, es necesario iniciar con la extracción y preparación de la muestra de acuerdo con las pautas establecidas en la Norma ASTM C-566. Es esencial que la muestra represente adecuadamente la fuente que se va a analizar.
- Se procedió a determinar su volumen mediante la balanza.
- Luego de ello se procedió a secar el material a una temperatura de  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ . posterior a ello se deja enfriar.
- Se procedió a determinar su volumen mediante la balanza del agregado seco.
- Lo cual se tuvo 5 muestras representativas para agregado fino y 3 muestras para agregado grueso en cada una de las gradaciones (3/4, 1/2, 3/8) y se determinó el promedio de todos los valores obtenidos.

- **Densidad y Adsorción del Agregado Grueso y Fino.** Los ensayos densidad y adsorción se llevaron a cabo bajo las normas ASTM C-127 para agregado grueso ASTM C-128 para agregado fino.

**A. Agregado Grueso**

- El objetivo es calcular la densidad y adsorción promedio de un conjunto de partículas de agregado grueso, centrándose en la densidad relativa, gravedad específica y absorción de dicho agregado y es determinar la densidad de la parte esencialmente sólida en un gran conjunto de partículas de

agregado propósito, ofreciendo así un valor promedio que representa de manera adecuada el valor que se obtiene de dicho ensayo.

- Se usó una balanza, contenedor cilíndrico con paredes y base de malla N°6 con una capacidad de 4 a 7 lt, tanque de agua, tamiz N°4, cocina industrial.
- Se verterá el agregado por la malla N°4 y se rechazó o eliminó el restante que pase por ella.
- Se procedió a lavar el agregado grueso eliminando así partículas más finas posterior a ello se tiene que secar el agregado mediante la cocina industrial ya que no se cuenta en el laboratorio con un horno luego se dejó enfriar de 1 a 3 horas.
- Luego se dejó sumergido en agua nuevamente por un periodo de 24 horas.
- Se retiró la muestra del agua y se envolvió en un trapo absorbente hasta que toda la película de agua sea removida, una corriente de aire puede ser usada para secar la muestra, durante el proceso de secado superficial se determinó la masa de la muestra en la condición saturada y superficialmente seca mediante la balanza.
- Posterior a la seca superficial se colocó en el contenedor cilíndrico y su posterior inmersión al tanque de agua que deberá estar con una temperatura de  $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$ . Se sacudió el contenedor con la finalidad de sacar las partículas de aire que se encuentra al interior del agregado, esta estuvo suspendida por debajo de la balanza para obtener su masa.
- Se procedió a secar el material nuevamente a una temperatura de  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ , luego se sacó y se dejó enfriar un aproximado de 3 horas luego se utilizó la balanza para determinar su masa.

## **B. Agregado Fino**

- El objetivo es la determinación de la densidad promedio de una cantidad de partículas de agregado fino la cual las partículas la densidad relativa gravedad específica y la absorción del agregado fino y se usara el procedimiento para la densidad en  $\text{kg/m}^3$ .
- Los equipos que se usaron son: una balanza con precisión de 0.1%, Picnómetro de 500ml, recipientes, molde (forma de un cono truncado) y pisón, tamiz N°4.
- Se procedió a llegar por encima del tamiz N°4, las partículas que queden retenidas en esa malla, se procedieron a eliminar y solo se trabajó con el restante que pase por debajo.
- Se llevó a la cocina industrial para su secado a una temperatura de  $110 \pm 5^\circ\text{C}$ , luego dejar enfriar y adherir agua alrededor de un 6% de la muestra y se dejó reposar en plástico sellado alrededor de  $24 \pm 4$  horas.
- Se vertió el material en el cono truncado posterior a ello con el pistón dar 10 golpes. Y se verificó que el material tenga humedad superficial ver figura 14.
- Se llenó parcialmente el picnómetro con agua luego introducir 500 gramos de agregado superficialmente seco preparado con anterioridad, y se llenó con agua en un 90 % de su capacidad del picnómetro posteriormente se agitó de manera manual para la eliminación de burbujas de aire, y determinar la masa mediante una balanza.
- Se retiró del picnómetro el material y se llevó a secar a una temperatura de  $110 \pm 5^\circ\text{C}$ , luego dejar que se enfríe  $1 \pm 1/2$  hora.
- Se determinó la masa del picnómetro (balanza) con agua llenado hasta la marca de calibración (anterior procedimiento).

**Figura 14**

*Molde de Forma de Cono Truncado y Pisón*



**Figura 15**

*Picnómetro con Agregado Fino*



- **Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso y fino.** Los ensayos para del peso unitario suelto y compactado del agregado grueso y fino. se llevaron a cabo bajo las normas ASTM C-29 y NTP 400.017.
- El objetivo es determinar peso unitario suelto (PUS) y peso unitario compactado (PUC) del agregado grueso y fino que se extrajo de la cantera Wuanuko Mix.

- Las herramientas que se usaron son: molde cilíndrico, varilla de acero, bandejas, balanza.
  - Se tuvo que llevar el molde cilíndrico de agregado suelto sin compactar de una forma que caiga por gravedad dentro del recipiente, se llenó hasta por encima del ras del molde.
  - Con la varilla de acero se quitó el excedente de agregado del molde dejando al ras, también se limpió todo el material excedente que esta por el exterior del molde.
  - Se determinó la masa mediante la balanza.
  - Se sacó el agregado del molde y se procedió a verter el agregado otra vez en el molde, pero esta vez compactando con la varilla de acero en 3 capas.
  - Primeramente, se vertió 1/3 de agregado en el molde, luego con la varilla se procedió a hincar 25 veces alrededor de 1/2 de la altura del agregado en el molde, posteriormente se repitió lo mismo para las otras dos capas restantes y se sacó lo excedente teniendo en cuenta que el agregado debe de quedar al ras del molde.
- **Diseño De Mezclas Teóricas.** Luego de llevar a cabo los ensayos específicos en laboratorio para la evaluación de los agregados y verificar sus parámetros con los criterios establecidos en la ASTM, se identificaron las siguientes propiedades del agregado grueso y fino que sirvieron de base para la formulación del diseño mezcla 01 al 18.
- a. **Diseño De Mezcla N°01, 02, 03.** Para el inicio de los diseños de mezcla se tuvo en cuenta la Tabla 11, Tabla 12, Tabla 13, Tabla 14, Tabla 15, que nos sirvieron para el cálculo correspondiente.

**Tabla 11**

*Propiedades del cemento para todos los diseños de mezcla*

<b>Material</b>	<b>Marca</b>	<b>TIPO</b>	<b>Densidad (kg/m<sup>3</sup>)</b>
Cemento	Andino	I	3180



**Tabla 12***Propiedades del aditivo para todos los diseños de mezcla*

<b>Material</b>	<b>Tipo</b>	<b>Marca</b>	<b>% de Aditivo</b>	<b>Densidad (kg/l)</b>
Aditivo	Super plastificante	Ecoplast WG-5000	0.50	1.08

*Nota.* Datos tomados de la Ficha Técnica de Ecoplast.**Tabla 13***Propiedades del A. grueso para el Diseño de Mezcla 01, 02, 03, 10, 11, 12*

<b>Material</b>	<b>Tamaño (pulg)</b>	<b>% de Absorción</b>	<b>% de Humedad</b>	<b>Peso u. compactado Seco (kg)</b>	<b>Densidad (kg/m<sup>3</sup>)</b>
Grava	3/4"	0.83	0.0168	1477.36	2746.04

*Nota.* Datos tomados de las pruebas de agregados en el laboratorio N°01 de Wuanuko Mix.**Tabla 14***Propiedades del Agua.*

<b>Material</b>	<b>Densidad (kg/m<sup>3</sup>)</b>
Agua	1000

*Nota.* Densidad de agua (Seda Huánuco).**Tabla 15***Parámetro de resistencia de compresión (F'c).*

<b>Resistencia de Compresión a llegar (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
210

*Nota.* Resistencia de compresión a la cual se diseña.

Se procedió al Diseño de Mezcla 01, 02, 03 para la elaboración de probetas de concreto permeable utilizando una mezcladora tipo trompo (cap. 1p<sup>3</sup>) utilizando el laboratorio de materiales de la planta concretera Wuanuko Mix (Fig.19) del que nos sirvió para la mezcla homogéneo del concreto; teniendo en consideración los parámetros que nos brinda el ACI 211.3R-24 – apéndice 06, que nos facilita los pasos a seguir para el proceso de Diseño de Mezcla de concreto permeable con ello partiremos con las siguientes ecuaciones:

$$Volumen\ de\ pasta = Volumen\ de\ cemento + Volumen\ de\ agua \quad Ec. (1)$$

Por otro parte se sabe:

$$Volumen = \frac{Masa}{Densidad} \quad Ec. (2)$$

Reemplazando Ec. (1) en Ec. (2):

$$Vol\ de\ pasta = \frac{c}{Gc} + \frac{w}{Gw}$$

c = Masa de cemento

w = Masa agua

Gc = Densidad de cemento andino Tipo I

Gw = Densidad de agua

Reemplazando valores conocidos de la Tabla 11 y la Tabla 14:

$$V\ de\ pasta = \frac{c}{3180(kg/m^3)} + \frac{w}{1000(kg/m^3)} \quad Ec. (3)$$

Utilizando el siguiente Artificio:

$$w = \left(\frac{w}{c}\right) \times c \quad Ec. (4)$$

w/c = Relación Agua/Cemento

Reemplazando Ec. (4) en Ec. (3):

$$V\ de\ pasta = \frac{c}{3180(kg/m^3)} + \frac{\left(\frac{w}{c}\right) \times c}{1000(kg/m^3)} \quad Ec. (5)$$

También Sabemos:

$$V_{pasta} = 1m^3 - (Vol\ a.\ grueso + 17\% \ de\ Vacios + 0.5\% \ de\ Aditivo) \quad Ec. (6)$$

De la tabla 02 se obtuvo un valor efectivo un (b/b<sub>0</sub>) para agregado grueso de 3/4"(N°.67) con un valor efectivo de 0.99 y no incluyo agregado fino, También se usó la tabla 13 correspondiente al Peso unitario compactado seco, por consiguiente, se tuvo la siguiente expresión:

$$Ma = Pucs \times \frac{b}{bo} \times (1 + \%Abs)$$

Ec. (7)

- Ma = Masa del agregado.  
Pucs = Peso unitario compactado seco.  
%Abs = Porcentaje de Absorción.

Al reemplazar valores obtenidos de la Tabla 13 y Tabla 2 en la Ec. (7), se concluye que para 1m<sup>3</sup> de concreto se requiere de agregado grueso 3/4" un total de:

$$Ma = 1477.36 \times 0.99 \times (1 + 0.0083)$$

$$Ma = 1474.73 \text{ kg}$$

Continuando con los cálculos, obteniendo la densidad del Agregado grueso 3/4" de la tabla 13 y reemplazando en la Ec. (2):

$$Volumen \text{ agregado} = \frac{Masa \text{ agregado}}{Densidad \text{ agregado}}$$

Ec. (8)

Reemplazando datos:

$$Va = \frac{1474.73 \text{ kg}}{2746.04 \text{ kg/m}^3}$$

$$Va = 0.5370 \text{ m}^3$$

Reemplazando Valores en la Ec. (6)

$$Vpasta = 1\text{m}^3 - (0.5370 + 17\% + 0.5\%)$$

$$Vpasta = 0.288 \text{ m}^3$$

Según el cálculo obtenido del volumen pasta, a continuación, procederemos con las relaciones agua/cemento propuesto para esta investigación donde se dio valores correspondientes de 0.30, 0.35, 0.40 y posteriormente al cálculo de la masa del cemento.

Para la relación w/c=0.30 en la Ec. (5)

$$Vpasta = \frac{c}{3180(\text{kg/m}^3)} + \frac{0.30(c)}{1000(\text{kg/m}^3)}$$

Despejando la Masa Cemento

$$c_1 = \frac{V_{pasta}}{\frac{1}{3180(kg/m^3)} + \frac{0.30}{1000(kg/m^3)}}$$

Ec. (9)

$$c_1 = 468.7001 m^3$$

Se sabe que la relación  $w/c=0.30$ , por lo tanto, despejando la expresión tendremos la masa del agua:

$$w = 0.30(c) \quad \text{Ec. (10)}$$

$$w_1 = 0.30(468.7001)$$

$$w_1 = 140.61 kg$$

$$w_1 = 140.61 l$$

Para la relación  $w/c=0.35$  Reemplazando en la Ec. (5)

$$V_{pasta} = \frac{c}{3180(kg/m^3)} + \frac{0.35(c)}{1000(kg/m^3)}$$

Despejando la Masa Cemento

$$c_2 = \frac{V_{pasta}}{\frac{1}{3180(kg/m^3)} + \frac{0.35}{1000(kg/m^3)}}$$

Ec. (11)

$$c_2 = 433.4311m^3$$

Se sabe que la relación  $w/c=0.35$

$$w = 0.35(c) \quad \text{Ec. (12)}$$

$$w_2 = 0.35(433.4311)$$

$$w_2 = 151.7009 kg$$

$$w_2 = 151.7009 l$$

Para la relación  $w/c=0.40$  Reemplazando en la Ec. (5)

$$V_{pasta} = \frac{c}{3180(kg/m^3)} + \frac{0.40(c)}{1000(kg/m^3)}$$

Despejando la Masa Cemento

$$c_3 = \frac{V_{pasta}}{\frac{1}{3180(kg/m^3)} + \frac{0.40}{1000(kg/m^3)}}$$

Ec. (13)

$$c_3 = 403.0986 m^3$$

Se sabe que la relación w/c=0.40

$$w = 0.40(c)$$

Ec. (14)

$$w_3 = 0.40(403.0986)$$

$$w_3 = 161.2394 kg$$

$$w_3 = 161.2394 l$$

Por último, hallaremos el volumen de Aditivos Superplastificante Ecoplast WG-5000 en función de su densidad y el promedio del rango de porcentaje con respecto al peso del cemento que nos recomienda el fabricante en su ficha técnica nos menciona para concreto convencional de (0.5% a 1.0% del peso del cemento). Lo cual para esta investigación utilizamos el porcentaje más bajo por lo cual se valor es de 0.5% del peso de cemento andino tipo I.

$$Asp = 0.005(c)/Ga$$

Ec. (15)

Asp = Aditivo superplastificante Ecoplast WG-5000

Ga = Densidad de aditivo superplastificante

Reemplazando Valores en la Ec. (15)

$$Asp_1 = 0.005(468.7001)kg / 1.08 \left( \frac{kg}{lt} \right)$$

$$Asp_1 = 2.3435 kg$$

$$Asp_1 = 2.1699 l$$

$$Asp_2 = 0.005(433.4311)kg / 1.08 \left( \frac{kg}{lt} \right)$$

$$Asp_2 = 2.1672 kg$$

$$Asp_2 = 2.0067 l$$

$$Asp_3 = 0.005(403.0986)kg / 1.08 \left( \frac{kg}{lt} \right)$$

$$Asp_3 = 2.0155 kg$$

$$Asp_3 = 1.8662 l$$

Hallaremos en volumen de la probeta cilíndrica de Ø=6" y 12" de alto, la cual nos da un valor de 339.29 pulg<sup>3</sup>, transformado al sistema internacional de unidades nos da un valor de 0.0056 m<sup>3</sup>.

Teniendo en cuenta que el porcentaje de vacíos es del 17% para 1m<sup>3</sup> de concreto permeable en todos los diseños de mezcla, se tiene por consiguiente la tabla 16 con las cantidades respectivas para 1m<sup>3</sup> de concreto permeable.

**Tabla 16**

*Resumen de los materiales para 1m<sup>3</sup> - Diseño de Mezcla N°01*

<b>Materiales</b>	<b>Masa (kg)</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>	<b>% en 1m<sup>3</sup></b>
A. Grueso ¾"	1474.7300	0.5370	53.70
Cemento	468.7001	0.1474	14.74
Agua	140.6100	0.1406	14.06
Aditivo	2.3435	2.1699x10 <sup>-3</sup>	0.50

**Tabla 17**

*Resumen de los materiales para 1m<sup>3</sup> - Diseño de Mezcla N°02*

<b>Materiales</b>	<b>Masa (kg)</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>	<b>% en 1m<sup>3</sup></b>
A. Grueso ¾"	1474.7300	0.5370	53.70
Cemento	433.4311	0.1363	13.63
Agua	151.7009	0.1517	15.17
Aditivo	2.1672	2.0067x10 <sup>-3</sup>	0.50

**Tabla 18**

*Resumen de los materiales para 1m<sup>3</sup> - Diseño de Mezcla N°03*

<b>Materiales</b>	<b>Masa (kg)</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>	<b>% en 1m<sup>3</sup></b>
A. Grueso ¾"	1474.7300	0.5370	53.70
Cemento	403.0986	0.1268	12.68
Agua	161.2394	0.1612	16.12
Aditivo	2.0155	1.8662x10 <sup>-3</sup>	0.50

Hallaremos en volumen de la probeta cilíndrica de  $\varnothing=6''$  y  $12''$  de alto, la cual nos da un valor de  $339.29 \text{ pulg}^3$ , transformado al sistema internacional de unidades nos da un valor de  $0.0056 \text{ m}^3$ .

De los cuadros anteriores, se tiene en cuenta la proporción para  $1 \text{ m}^3$ , por lo tanto, se procedió a calcular la masa en una proporción de  $0.0056$  de los materiales para una sola probeta.

**Tabla 19**

*Masa de los materiales para 1 probeta - Diseño de Mezcla N°01*

<b>Materiales</b>	<b>%</b>	<b>Masa (kg)</b>
A. Grueso $\frac{3}{4}''$	53.70	8.25
Cemento	12.68	2.62
Agua	16.12	0.79
Aditivo	0.50	0.0131

**Tabla 20**

*Masa de los materiales para 1 probeta - Diseño de Mezcla N°02*

<b>Materiales</b>	<b>%</b>	<b>Masa (kg)</b>
A. Grueso $\frac{3}{4}''$	53.70	8.26
Cemento	12.68	2.43
Agua	16.12	0.85
Aditivo	0.50	0.0121

**Tabla 21**

*Masa de los materiales para 1 probeta - Diseño de Mezcla N°03*

<b>Materiales</b>	<b>%</b>	<b>Masa (kg)</b>
A. Grueso $\frac{3}{4}''$	53.70	8.26
Cemento	12.68	2.26
Agua	16.12	0.90
Aditivo	0.50	0.0113

Se procedió a realizar 4 probetas para cada Diseño de Mezcla (7, 14, 21, 28 días) por lo cual se calculó dicha masa para tener la dosificación y su posterior realización en el laboratorio de materiales Wuanuko Mix por lo tanto se multiplicó los valores obtenidos líneas arriba por 4 veces su valor.

**Tabla 22***Masa de los materiales para 4 probetas – D. de Mezcla N°01*

<b>Materiales</b>	<b>Masa (kg)</b>	<b>Unidad de Medida</b>
A. Grueso ¾"	33.03	kg
Cemento	10.50	kg
Agua	3.15	kg
Aditivo	0.0525	kg

**Tabla 23***Masa de los materiales para 4 probetas – D. de Mezcla N°02*

<b>Materiales</b>	<b>Masa (kg)</b>	<b>Unidad de Medida</b>
A. Grueso ¾"	33.03	kg
Cemento	9.71	kg
Agua	3.40	kg
Aditivo	0.0485	kg

**Tabla 24***Masa de los materiales para 4 probetas – D. de Mezcla N°03*

<b>Materiales</b>	<b>Masa (kg)</b>	<b>Unidad de Medida</b>
A. Grueso ¾"	33.03	kg
Cemento	9.03	kg
Agua	3.61	kg
Aditivo	0.0451	kg

**b. Diseño De Mezcla N°04, 05, 06.** Para el inicio de los diseños de mezcla se tuvo en cuenta la Tabla 11, Tabla 12, Tabla 14, Tabla 15, Tabla 25 que nos sirvió para el cálculo correspondiente.

**Tabla 25***Propiedades del A. grueso para el Diseño de Mezcla 04, 05, 06, 13, 14, 15.*

<b>Material</b>	<b>Tamaño (pulg)</b>	<b>% de Absorción</b>	<b>% de Humedad</b>	<b>Peso u. compactado Seco (kg)</b>	<b>Densidad (kg/m<sup>3</sup>)</b>
Grava	1/2"	1.34	0.0227	1476.42	2682.68



**Tabla 26***Datos de Entrada para Diseño de Mezcla N°04*

Relación a/c	0.30
Porcentaje Vacíos	17%
% Aditivo	0.50%
b/bo	0.99

**Tabla 27***Resumen de los materiales para 1m<sup>3</sup> - Diseño de Mezcla N°04*

<b>Materiales</b>	<b>Masa (kg)</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>	<b>% en 1m<sup>3</sup></b>
A. Grueso 1/2"	1481.2400	0.5521	55.21
Cemento	444.1259	0.1397	13.97
Agua	133.2378	0.1332	13.32
Aditivo	2.2206	2.0561x10 <sup>-3</sup>	0.50

**Tabla 28***Cantidad de materiales para Diseño de Mezcla N°04*

<b>Materiales</b>	<b>1 probeta</b>		<b>4 probetas</b>	
	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Masa (kg)</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Masa (kg)</b>
A. Grueso 1/2"	0.0031	8.29	0.0124	33.18
Cemento	0.0008	2.49	0.0031	9.95
Agua	0.0007	0.75	0.0030	2.98
Aditivo	0.0115x10 <sup>-3</sup>	0.0124	0.0461x10 <sup>-3</sup>	0.0497

**Tabla 29***Datos de entrada para Diseño de Mezcla N°05*

Relación a/c	0.35
Porcentaje Vacíos	17%
% Aditivo	0.5%
b/bo	0.99

**Tabla 30***Resumen de los materiales para 1m<sup>3</sup> - Diseño de Mezcla N°05*

<b>Materiales</b>	<b>Masa (kg)</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>	<b>% en 1m<sup>3</sup></b>
A. Grueso 1/2"	1481.24	0.5521	55.21
Cemento	410.7061	0.1292	12.92
Agua	143.7471	0.1437	14.37
Aditivo	2.0535	1.9014x10 <sup>-3</sup>	0.50

**Tabla 31***Cantidad de materiales para Diseño de Mezcla N°05*

<b>Materiales</b>	<b>1 probeta</b>		<b>4 probetas</b>	
	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Masa (kg)</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Masa (kg)</b>
A. Grueso 1/2"	0.0031	8.29	0.0124	33.18
Cemento	0.0007	2.30	0.0029	9.20
Agua	0.0008	0.80	0.0032	3.22
Aditivo	0.0106x10 <sup>-3</sup>	0.0115	0.0426x10 <sup>-3</sup>	0.0460

**Tabla 32***Datos de entrada para Diseño de Mezcla N°06*

Relación a/c	0.40
Porcentaje Vacíos	17%
% Aditivo	0.5%
b/bo	0.99

**Tabla 33***Resumen de los materiales para 1m<sup>3</sup> - Diseño de Mezcla N°06*

<b>Materiales</b>	<b>Masa (kg)</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>	<b>% en 1m<sup>3</sup></b>
A. Grueso 1/2"	1481.24	0.5521	55.21
Cemento	381.9639	0.1201	12.01
Agua	152.7856	0.1528	15.28
Aditivo	1.9098	1.7683x10 <sup>-3</sup>	0.50

**Tabla 34***Cantidad de materiales para Diseño de Mezcla N°06*

Materiales	1 probeta		4 probetas	
	Volumen (m <sup>3</sup> )	Masa (kg)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Masa (kg)
A. Grueso 1/2"	0.0031	8.29	0.0124	33.18
Cemento	0.0007	2.14	0.0027	8.55
Agua	0.0009	0.86	0.0034	3.42
Aditivo	0.0099x10 <sup>-3</sup>	0.0107	0.0396x10 <sup>-3</sup>	0.0428

**c. Diseño de mezcla N°07, 08, 09.** Para el inicio de los diseños de mezcla se tuvo en cuenta la Tabla 11, Tabla 12, Tabla 14, Tabla 15, Tabla 35 que sirvió para el cálculo correspondiente.

**Tabla 35***Propiedades del A. grueso para el Diseño de Mezcla 07, 08, 09, 16, 17, 18*

Material	Tamaño (pulg)	% de Absorción	% de Humedad	Peso U. Compactado Seco (kg)	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )
Grava	3/8"	1.27	0.0238	1390.57	2642.31

**Tabla 36***Datos de entrada para Diseño de Mezcla N°07*

Relación a/c	0.30
Porcentaje Vacíos	17%
% Aditivo	0.5%
b/bo	0.99

**Tabla 37***Resumen de los materiales para 1m<sup>3</sup> - Diseño de Mezcla N°07*

Materiales	Masa (kg)	Volumen (m <sup>3</sup> )	% en 1m <sup>3</sup>
A. Grueso 3/8"	1394.15	0.5276	52.76
Cemento	484.00	0.1522	15.22
Agua	145.20	0.1452	14.52
Aditivo	2.4200	2.2407x10 <sup>-3</sup>	0.50

**Tabla 38***Cantidad de materiales para Diseño de Mezcla N°07*

<b>Materiales</b>	<b>1 probeta</b>		<b>4 probetas</b>	
	<b>Volumen (m3)</b>	<b>Masa (kg)</b>	<b>Volumen (m3)</b>	<b>Masa (kg)</b>
A. Grueso 3/8"	0.0030	7.81	0.0118	31.23
Cemento	0.0009	2.71	0.0034	10.84
Agua	0.0008	0.81	0.0033	3.25
Aditivo	0.0125x10 <sup>-3</sup>	0.0136	0.0502x10 <sup>-3</sup>	0.0542

**Tabla 39***Datos de entrada para Diseño de Mezcla N°08*

Relación a/c	0.35
Porcentaje Vacíos	17%
% Aditivo	0.5%
b/bo	0.99

**Tabla 40***Resumen de los materiales para 1m<sup>3</sup> - Diseño de Mezcla N°08*

<b>Materiales</b>	<b>Masa (kg)</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>	<b>% en 1m<sup>3</sup></b>
A. Grueso 3/8"	1394.15	0.5276	52.76
Cemento	447.58	0.1407	14.07
Agua	156.65	0.1567	15.67
Aditivo	2.2379	2.0721x10 <sup>-3</sup>	0.50

**Tabla 41***Cantidad de materiales para Diseño de Mezcla N°08*

<b>Materiales</b>	<b>1 probeta</b>		<b>4 probetas</b>	
	<b>Volumen (m3)</b>	<b>Masa (kg)</b>	<b>Volumen (m3)</b>	<b>Masa (kg)</b>
A. Grueso 3/8"	0.0030	7.81	0.0118	31.23
Cemento	0.0008	2.51	0.0032	10.02
Agua	0.0009	0.88	0.0035	3.51
Aditivo	0.0116x10 <sup>-3</sup>	0.0125	0.0464x10 <sup>-3</sup>	0.0501

**Tabla 42***Datos de entrada para Diseño de Mezcla N°09*

Relación a/c	0.40
Porcentaje Vacíos	17%
% Aditivo	0.5%
b/bo	0.99

**Tabla 43***Resumen de los materiales para 1m<sup>3</sup> - Diseño de Mezcla N°09*

<b>Materiales</b>	<b>Masa (kg)</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>	<b>% en 1m<sup>3</sup></b>
A. Grueso 3/8"	1394.15	0.5276	52.76
Cemento	416.26	0.1309	13.09
Agua	166.50	0.1665	16.65
Aditivo	2.0813	1.9271x10 <sup>-3</sup>	0.50

**Tabla 44***Cantidad de materiales para Diseño de Mezcla N°09*

<b>Materiales</b>	<b>1 probeta</b>		<b>4 probetas</b>	
	<b>Volumen (m3)</b>	<b>Masa (kg)</b>	<b>Volumen (m3)</b>	<b>Masa (kg)</b>
A. Grueso 3/8"	0.0030	7.81	0.0118	31.23
Cemento	0.0007	2.33	0.0029	9.32
Agua	0.0009	0.93	0.0037	3.73
Aditivo	0.0108x10 <sup>-3</sup>	0.0117	0.0466x10 <sup>-3</sup>	0.0466

**d. Diseño de Mezcla N°10, 11, 12.** Para el inicio de los diseños de mezcla se tuvo en cuenta la Tabla 11, Tabla 12, Tabla 13, Tabla 14, Tabla 15, Tabla 45 que nos sirvió para el cálculo correspondiente.

**Tabla 45***Propiedades del A. Fino para el Diseño de Mezcla N°10 al N°18*

<b>Material</b>	<b>% de Absorción</b>	<b>% de Humedad</b>	<b>Peso u. compactado Seco (kg)</b>	<b>Densidad (kg/m<sup>3</sup>)</b>
Agregado fino	2.50	3.25	1680.19	2110.92

A los diseños de mezcla 10-18, se adhiere 10% de agregado fino por lo tanto de la tabla 2 se obtuvo un valor efectivo un (b/bo) para

agregado grueso de 3/4"(N°.67) con un valor efectivo de 0.93 se calculó los agregados de la siguiente manera.

Sabemos que:

$$Ma = Pucs \times \frac{b}{bo} \times (1 + \%Abs)$$

Ec. (7)

$$Volumen\ agregado = \frac{Masa\ agregado\ (Ma)}{Densidad\ agregado\ (Da)}$$

Ec. (8)

Por lo tanto, Pucs será de la siguiente manera:

$$Pucs = (Pucs_{ag} \times 90\%) + (Pucs_{af} \times 10\%) \quad Ec. (16)$$

Por lo tanto, %Abs será de la siguiente manera:

$$\%Abs = (\%Abs_{ag} \times 90\%) + (\%Abs_{af} \times 10\%) \quad Ec. (17)$$

Reemplazando valores en la Ec. (16) y Ec. (17).

$$Pucs = (1477.36 \times 0.90) + (1680.19 \times 0.10)$$

$$Pucs = 1497.643 \text{ kg/m}^3$$

$$\%Abs = (0.0083 \times 0.90) + (0.025 \times 0.10)$$

$$\%Abs = 0.00997$$

Reemplazando valores en la Ec. (07).

$$Ma = 1497.643 \times 0.93 \times (1 + 0.00997)$$

$$Ma = 1406.694 \text{ kg}$$

Desdoblado la densidad:

$$Da = (D_{ag} \times 90\%) + (D_{af} \times 10\%) \quad Ec. (18)$$

Reemplazando valores en la Ec. (18).

$$Da = (2746.04 \times 0.90) + (2110.92 \times 0.10)$$

$$Da = 2682.528 \text{ kg/m}^3$$

Reemplazando valores en la Ec. (8).

$$\text{Volumen agregado} = \frac{1406.694 \text{ kg}}{2682.528 \text{ kg/m}^3}$$

$$V_a = 0.5244 \text{ m}^3$$

De  $M_a$  y  $V_a$  total, sacamos el 10% para agregado fino y 90% para agregado grueso, por lo tanto:

$$V_{ag} = V_a(90\%) \quad \text{Ec. (19)}$$

$$V_{af} = V_a(10\%) \quad \text{Ec. (20)}$$

$$M_{ag} = M_a(90\%) \quad \text{Ec. (21)}$$

$$M_{af} = M_a(10\%) \quad \text{Ec. (22)}$$

Reemplazando datos para hallar los volúmenes de los agregados:

$$V_{ag} = 0.4720 \text{ m}^3$$

$$V_{af} = 0.0524 \text{ m}^3$$

Reemplazando datos para hallar las masas de los agregados:

$$M_{ag} = 1266.02 \text{ kg}$$

$$M_{af} = 140.67 \text{ kg}$$

**Tabla 46**

*Datos de entrada para Diseño de Mezcla N°10*

Relación a/c	0.30
Porcentaje Vacíos	17%
% Aditivo	0.6%
b/bo	0.93

**Tabla 47**

*Resumen de los materiales para 1m<sup>3</sup> - Diseño de Mezcla N°10*

<b>Materiales</b>	<b>Masa (kg)</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>	<b>% en 1m<sup>3</sup></b>
A. Grueso 3/4"	1266.02	0.4720	47.20
A. Fino	140.67	0.0524	5.24
Cemento	455.03	0.1431	14.31
Agua	136.51	0.1365	13.65
Aditivo	2.7302	2.528x10 <sup>-3</sup>	0.60

**Tabla 48***Cantidad de materiales para Diseño de Mezcla N°10*

Materiales	1 probeta		4 probetas	
	Volumen (m <sup>3</sup> )	Masa (kg)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Masa (kg)
A. Grueso 3/4"	0.0026	7.26	0.0106	29.03
A. Fino	0.0003	0.62	0.0012	2.48
Cemento	0.0008	2.55	0.0032	10.19
Agua	0.0008	0.76	0.0031	3.06
Aditivo	0.0142x10 <sup>-3</sup>	0.0153	0.0566x10 <sup>-3</sup>	0.0612

**Tabla 49***Datos de entrada para Diseño de Mezcla N°11*

Relación a/c	0.35
Porcentaje Vacíos	17%
% Aditivo	0.6%
b/bo	0.93

**Tabla 50***Resumen de los materiales para 1m<sup>3</sup> - Diseño de Mezcla N°11*

Materiales	Masa (kg)	Volumen (m <sup>3</sup> )	% en 1m <sup>3</sup>
A. Grueso 3/4"	1266.02	0.4720	47.20
A. fino	140.67	0.0524	5.24
Cemento	420.79	0.1323	13.23
Agua	147.28	0.1473	14.73
Aditivo	2.5247	2.3377x10 <sup>-3</sup>	0.60

**Tabla 51***Cantidad de materiales para Diseño de Mezcla N°11*

Materiales	1 probeta		4 probetas	
	Volumen (m <sup>3</sup> )	Masa (kg)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Masa (kg)
A. Grueso 3/4"	0.0026	7.26	0.0106	29.03
A. Fino	0.0003	0.62	0.0012	2.48
Cemento	0.0007	2.36	0.0030	9.42
Agua	0.0008	0.82	0.0033	3.30
Aditivo	0.0131x10 <sup>-3</sup>	0.0141	0.0524x10 <sup>-3</sup>	0.0566



**Tabla 52***Datos de entrada para Diseño de Mezcla N°12*

Relación a/c	0.40
Porcentaje Vacíos	17%
% Aditivo	0.6%
b/bo	0.93

**Tabla 53***Resumen de los materiales para 1m<sup>3</sup> - Diseño de Mezcla N°12*

<b>Materiales</b>	<b>Masa (kg)</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>	<b>% en 1m<sup>3</sup></b>
A. Grueso 3/4"	1266.02	0.4720	47.20
A. fino	140.67	0.0524	5.24
Cemento	391.34	0.1231	12.31
Agua	156.54	0.1565	15.65
Aditivo	2.3480	2.1741x10 <sup>-3</sup>	0.60

**Tabla 54***Cantidad de materiales para Diseño de Mezcla N°12*

<b>Materiales</b>	<b>1 probeta</b>		<b>4 probetas</b>	
	<b>Volumen (m3)</b>	<b>Masa (kg)</b>	<b>Volumen (m3)</b>	<b>Masa (kg)</b>
A. Grueso 3/4"	0.0026	7.26	0.0106	29.03
A. Fino	0.0003	0.62	0.0012	2.48
Cemento	0.0007	2.19	0.0028	8.77
Agua	0.0009	0.88	0.0035	3.51
Aditivo	0.0122x10 <sup>-3</sup>	0.0131	0.0487x10 <sup>-3</sup>	0.0526

**e. Diseño de Mezcla N°13, 14, 15.** Para el inicio de los diseños de mezcla se tendrá en cuenta la Tabla 11, Tabla 12, Tabla 14, Tabla 15, Tabla 25, Tabla 45 que nos servirán para el cálculo correspondiente.

**Tabla 55***Datos de entrada para Diseño de Mezcla N°13*

Relación a/c	0.30
Porcentaje Vacíos	17%
% Aditivo	0.6%
b/bo	0.93

**Tabla 56***Resumen de los materiales para 1m<sup>3</sup> - Diseño de Mezcla N°13*

<b>Materiales</b>	<b>Masa (kg)</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>	<b>% en 1m<sup>3</sup></b>
A. Grueso 1/2"	1271.06	0.4841	48.41
A. fino	141.23	0.0538	5.38
Cemento	433.06	0.1362	13.62
Agua	129.92	0.1299	12.99
Aditivo	2.5984	2.4059x10 <sup>-3</sup>	0.60

**Tabla 57***Cantidad de materiales para Diseño de Mezcla N°13*

<b>Materiales</b>	<b>1 probeta</b>		<b>4 probetas</b>	
	<b>Volumen (m3)</b>	<b>Masa (kg)</b>	<b>Volumen (m3)</b>	<b>Masa (kg)</b>
A. Grueso 1/2"	0.0027	7.27	0.0108	29.09
A. Fino	0.0003	0.64	0.0012	2.54
Cemento	0.0008	2.43	0.0031	9.70
Agua	0.0007	0.73	0.0029	2.91
Aditivo	0.0135x10 <sup>-3</sup>	0.0146	0.0539x10 <sup>-3</sup>	0.0582

**Tabla 58***Datos de entrada para Diseño de Mezcla N°14*

Relación a/c	0.35
Porcentaje Vacíos	17%
% Aditivo	0.6%
b/bo	0.93

**Tabla 59***Resumen de los materiales para 1m<sup>3</sup> - Diseño de Mezcla N°14*

<b>Materiales</b>	<b>Masa (kg)</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>	<b>% en 1m<sup>3</sup></b>
A. Grueso 1/2"	1271.06	0.4841	48.41
A. fino	141.23	0.0538	5.38
Cemento	400.47	0.1259	12.59
Agua	140.17	0.1402	14.02
Aditivo	2.4028	2.2248x10 <sup>-3</sup>	0.60

**Tabla 60***Cantidad de materiales para Diseño de Mezcla N°14*

Materiales	1 probeta		4 probetas	
	Volumen (m <sup>3</sup> )	Masa (kg)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Masa (kg)
A. Grueso 1/2"	0.0027	7.27	0.0108	29.09
A. Fino	0.0003	0.64	0.0012	2.54
Cemento	0.0007	2.24	0.0028	8.97
Agua	0.0008	0.79	0.0031	3.14
Aditivo	0.0125x10 <sup>-3</sup>	0.0135	0.0498x10 <sup>-3</sup>	0.0538

**Tabla 61***Datos de entrada para Diseño de Mezcla N°15*

Relación a/c	0.40
Porcentaje Vacíos	17%
% Aditivo	0.6%
b/bo	0.93

**Tabla 62***Resumen de los materiales para 1m<sup>3</sup> - Diseño de Mezcla N°15*

Materiales	Masa (kg)	Volumen (m <sup>3</sup> )	% en 1m <sup>3</sup>
A. Grueso 1/2"	1271.06	0.4841	48.41
A. fino	141.23	0.0538	5.38
Cemento	372.45	0.1171	11.71
Agua	148.98	0.149	14.90
Aditivo	2.2347	2.0692x10 <sup>-3</sup>	0.60

**Tabla 63***Cantidad de materiales para Diseño de Mezcla N°15*

Materiales	1 probeta		4 probetas	
	Volumen (m <sup>3</sup> )	Masa (kg)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Masa (kg)
A. Grueso 1/2"	0.0027	7.27	0.0108	29.09
A. Fino	0.0003	0.64	0.0012	2.54
Cemento	0.0007	2.09	0.0026	8.34
Agua	0.0008	0.83	0.0033	3.34
Aditivo	0.0116x10 <sup>-3</sup>	0.0125	0.0464x10 <sup>-3</sup>	0.0501

**f. Diseño De Mezcla N°16, 17, 18.** Para el inicio de los diseños de mezcla se tendrá en cuenta la Tabla 11, Tabla 12, Tabla 14, Tabla 15, Tabla 35, Tabla 45 que nos servirán para el cálculo correspondiente.

**Tabla 64***Datos de entrada para Diseño de Mezcla N°16*

Relación a/c	0.30
Porcentaje Vacíos	17%
% Aditivo	0.6%
b/bo	0.93

**Tabla 65***Resumen de los materiales para 1m<sup>3</sup> - Diseño de Mezcla N°16*

<b>Materiales</b>	<b>Masa (kg)</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>	<b>% en 1m<sup>3</sup></b>
A. Grueso 3/8"	1204.70	0.4653	46.53
A. fino	133.86	0.0517	5.17
Cemento	467.07	0.1469	14.69
Agua	140.12	0.1401	14.01
Aditivo	2.8024	2.5948x10 <sup>-3</sup>	0.60

**Tabla 66***Cantidad de materiales para Diseño de Mezcla N°16*

<b>Materiales</b>	<b>1 probeta</b>		<b>4 probetas</b>	
	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Masa (kg)</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Masa (kg)</b>
A. Grueso 3/8"	0.0026	6.88	0.0108	27.54
A. Fino	0.0003	0.61	0.0012	2.44
Cemento	0.0008	2.62	0.0031	10.46
Agua	0.0008	0.78	0.0029	3.14
Aditivo	0.0145x10 <sup>-3</sup>	0.0157	0.0581x10 <sup>-3</sup>	0.0628

**Tabla 67***Datos de entrada para Diseño de Mezcla N°17*

Relación a/c	0.35
Porcentaje Vacíos	17%
% Aditivo	0.6%
b/bo	0.93

**Tabla 68***Resumen de los materiales para 1m<sup>3</sup> - Diseño de Mezcla N°17*

<b>Materiales</b>	<b>Masa (kg)</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>	<b>% en 1m<sup>3</sup></b>
A. Grueso 3/8"	1204.70	0.4653	46.53
A. fino	133.86	0.0517	5.17
Cemento	431.93	0.1358	13.58
Agua	151.17	0.1512	15.12
Aditivo	2.5916	2.3996x10 <sup>-3</sup>	0.60

**Tabla 69***Cantidad de materiales para Diseño de Mezcla N°17*

<b>Materiales</b>	<b>1 probeta</b>		<b>4 probetas</b>	
	<b>Volumen (m3)</b>	<b>Masa (kg)</b>	<b>Volumen (m3)</b>	<b>Masa (kg)</b>
A. Grueso 3/8"	0.0026	6.88	0.0104	27.54
A. Fino	0.0003	0.61	0.0012	2.44
Cemento	0.0008	2.42	0.0030	9.67
Agua	0.0008	0.85	0.0034	3.39
Aditivo	0.0134x10 <sup>-3</sup>	0.0145	0.0538x10 <sup>-3</sup>	0.0581

**Tabla 70***Datos de entrada para Diseño de Mezcla N°18*

Relación a/c	0.40
Porcentaje Vacíos	17%
% Aditivo	0.6%
b/bo	0.93

**Tabla 71***Resumen de los materiales para 1m<sup>3</sup> - Diseño de Mezcla N°18*

<b>Materiales</b>	<b>Masa (kg)</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>	<b>% en 1m<sup>3</sup></b>
A. Grueso 3/8"	1204.70	0.4653	46.53
A. fino	133.86	0.0517	5.17
Cemento	401.70	0.1263	12.63
Agua	160.68	0.1607	16.07
Aditivo	2.4102	2.2317x10 <sup>-3</sup>	0.60

**Tabla 72***Cantidad de materiales para Diseño de Mezcla N°18*

<b>Materiales</b>	<b>1 probeta</b>		<b>4 probetas</b>	
	<b>Volumen (m3)</b>	<b>Masa (kg)</b>	<b>Volumen (m3)</b>	<b>Masa (kg)</b>
A. Grueso 3/8"	0.0026	6.88	0.0104	27.54
A. Fino	0.0003	0.61	0.0012	2.44
Cemento	0.0007	2.25	0.0028	9.00
Agua	0.0009	0.90	0.0036	3.60
Aditivo	0.0125x10 <sup>-3</sup>	0.0135	0.05x10 <sup>-3</sup>	0.0540

A partir de las tablas presentadas, en cada uno de los diseños de mezcla desarrollados en esta investigación, Fueron de mucha importancia para la elaboración de probetas de concreto permeable.

**g. Elaboración de los especímenes de Concreto.** Lo siguiente se ha diseñado específicamente para guiar el proceso para la elaboración de probetas de concreto compactado utilizando la técnica de varillado en 3 capas como especifica en la norma ASTM C31, empleando una mezcla de agregado grueso compuesta por partículas de 3/4", 1/2" y 3/8" con un porcentaje de 10% agregado fino en los diseños de mezclas N°10-18, cemento tipo I, aditivo superplastificante y agua.

✓ **Molde y herramientas.** Se emplearon moldes de PVC para esta investigación ya que el laboratorio cuenta con ello, por consiguiente, procedemos a limpiar y cubrir las paredes y base del molde con aceite no reactivo, lo cual ayudo al desmontaje y/o desencofrado del espécimen.

Se usaron las siguientes herramientas: cucharon, probeta cilíndrica de PVC de 6" x 12", varilla metálica lisa, martillo de goma, plástico LDPE.

**Figura 16**

*Agregado grueso y fino para el Concreto Permeable*



**Figura 17**

*Determinación de la Masa para la Preparación*



- ✓ **Colocación y compactación** Como primer paso se procedió a elaborar un mortero (cemento, arena, agua) con una dosificación de 1:5, en lo cual se llenó al molde en una fina capa de 5mm, esto nos sirvió para alizar la cara inferior de la probeta y posteriormente poder ensayar el espécimen mediante compresión, donde fue de utilidad para que la fuerza axial de la prensa hidráulica efectuó cargas de manera homogénea a la superficie de contacto.

**Figura 18**

*Capa Fina de mortero 5mm en las probetas*



El proceso de colocación del concreto consistió de 3 capas de igual volumen. Al finalizar cada capa, se compacto con la varilla metálica lisa de 5/8" con uno de sus extremos con forma boleada, mediante 25 golpes, los cuales se distribuyeron uniformemente en la superficie del espécimen, comenzando desde los extremos hacia el centro. Después de compactar cada capa, se aplicaron suavemente de 10 a 15 golpes al molde con un martillo de goma, con el fin de acomodar de una forma más uniforme el concreto dentro del molde. Una vez completadas las tres capas, cualquier exceso de material se retiró del molde, se niveló utilizando la varilla, para obtener un acabado uniforme en el espécimen.

Por último, se rellenó con una fina capa de mortero descrito a principios de la colocación y compactación alisando la superficie superior.

**Figura 19**

*Preparación de Concreto permeable con Equipo (Trompo 1ft³)*



**Figura 20**

*Extracción de la Mezcladora y Vertido en los Moldes*



**Figura 21**

*Molde de PVC para 4 Especímenes*





- ✓ **Curado** Después de llenar el molde con la mezcla de concreto permeable, compactado y nivelado de manera apropiada, se procedió a cubrir la superficie expuesta del molde con plástico LDPE para prevenir la evaporación del agua que tiene el concreto en su interior. Después de un período de 24, se retiró el espécimen del molde y se colocó en un lugar adecuado, en lo cual se envolvió con plástico para su curado adecuado hasta el día que se tiene que ensayar.

**Figura 22**

*Desenfofrado y Apilado de Especímenes*



**Figura 23**

*Curado de Especímenes - Cubierto en Plástico LDPE*



#### **h. Ensayos de laboratorio en estado fresco**

- ✓ **Asentamiento De Concreto.** Para el inicio del ensayo se debe de humedeció el molde y su respectiva base (cono de Abrams), para evitar que el material del molde pueda quitarle

humedad a la mezcla de concreto. El procedimiento es el siguiente:

- Se puso la base y el molde cónico en una superficie plana, luego de ello se sostuvo el molde con los pies en las agarraderas inferiores para que se mantenga estable.
- Se procedió a llenar el molde con concreto permeable en 3 capas, llenar 1/3 del molde y con la varilla metálica lisa se procedió a hincar con 25 golpes por cada capa, los golpes fueron de afuera hacia el centro, homogéneas y distribuidos en toda su superficie para una mejor compactación del concreto, lo cual se repite para las otras dos capas faltantes, terminado el llenado retirar los excedentes de concreto en su exterior del molde.
- Se debe alisar la parte superior del molde con la finalidad que el concreto llegue al ras, posteriormente se retira el molde por la parte superior lentamente y por último se voltea el molde para tomar las medidas de asentamiento.

**Figura 24**

*Molde de Cono de Abrams y Varilla Metálica*



**i. Ensayos de laboratorio en estado endurecido.**

- ✓ **Ensayo De Compresión Especímenes Cilíndricos.** Se describió los métodos a emplear en las pruebas tanto del concreto en su estado fresco como en su estado endurecido, detallando los equipos y herramientas manuales necesarios. Además, se expusieron los resultados obtenidos en cada una de las pruebas.
  - El equipo para esta prueba será una prensa hidráulica, plato de retención con almohadillas de neopreno y vernier.
  - El procedimiento para llevar a cabo la prueba de compresión, se tuvo que sacar los especímenes de concreto en la cual se está curando, las pruebas se efectuaron en los días 7, 14, 21 y 28.
  - Se procedió a tomar medidas con el vernier, del diámetro superior e inferior y la altura.
  - Se procedió a colocar en el platillo de acero para la posterior colocación en la prensa hidráulica.
  - Se ensayó con dos sondas en cada uno de estos intervalos para obtener resultados significativos y se estableció una compensación entre el tiempo transcurrido y la resistencia a la cual fueron diseñados.

**Figura 25**

*Colocación de platillos en ambos extremos de espécimen*



**Figura 26**

*Especimen Dentro de la Prensa Hidráulica*



- j. **Ensayo de permeabilidad en especímenes cilíndricos.** Para este ensayo se procedió a cortar con una amoladora de banco los especímenes por la parte superior, teniendo como medida final de 15 cm de altura, posterior a eso se embolsó los especímenes para ser transportados a la ciudad de Lima, donde se ensayarán acabo el ensayo de permeabilidad en el laboratorio N°1 de ensayo de materiales “Ing. Manuel Gonzales de la coterá” – Universidad Nacional De Ingeniería (UNI). para fines de tener resultados verídicos y confiables para próximas investigaciones.

**Figura 27**

*Corte de Especimen con Amoladora de Banco*





**Figura 28**

*Embalaje de Especímenes para Traslado*



- Para realizar el ensayo de permeabilidad se adaptó el permeámetro del laboratorio de la UNI.
- Se procedió a envolver las paredes del espécimen con una cinta de plástico para embalar, luego agregar una junta de goma para prevenir la fuga de agua a través de los lados, y finalmente, se colocó el molde con la junta de goma sobre el espécimen de concreto permeable. Una vez que el permeámetro este debidamente adaptado, se procedió a llenar completamente el molde superior con agua y luego se registró el tiempo que tomó para que el agua se descargara por completo.

**Figura 29**

*Espécimen con Cinta de Plástico*



**Figura 30**

*Permeámetro Adecuado para el Ensayo*



Se procedió a repetir el ensayo 4 veces para tener un tiempo promedio para las 8 muestras ensayadas (Ver Anexo 05, Ítem A).

Luego se procedió a calcular la permeabilidad de los especímenes mediante la ecuación de permeámetro de carga variable especificado en la norma del ACI 522R-10:

$$k = \frac{a}{t} \quad \text{Ec. (23)}$$

Donde:

$$a = 2,303 \left( \frac{A_E}{A_M} \right) (L) \text{Log} \left( \frac{h_1}{h_2} \right) \quad \text{Ec. (24)}$$

K = Coeficiente de permeabilidad.

A<sub>E</sub> = Área del cilindro de agua.

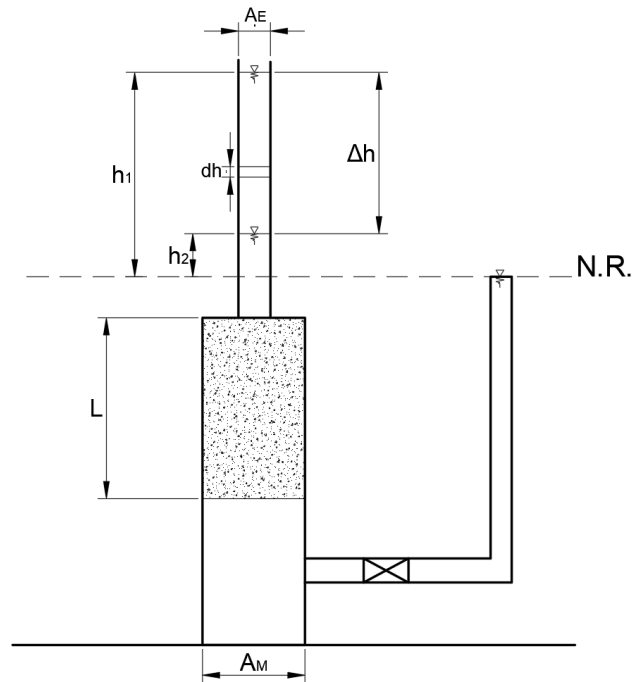
A<sub>M</sub> = Área de Muestra.

L = Altura de Muestra.

h = Altura de agua.

**Figura 31**

*Diagrama de permeámetro de carga variable*



*Nota. Adaptado de Metodología de diseño para concretos permeables (pág. 25), por (Porras, 2017).*

### **3.5.2. PRESENTACIÓN DE DATOS**

Fue necesario utilizar el Software Microsoft Excel Para procesar los datos mediante hojas de cálculo y su posterior evaluación en los gráficos, cuadros de datos y cuadros de resumen el en cual se tuvo un análisis estadístico teniendo por finalidad la contestación de la hipótesis planteada en el presente trabajo de investigación la cual se verifico mediante la prueba estadística del T de Student y se poder visualizar los datos que arrojan en el Ítem 4.2.1 Prueba de Hipótesis para la presentación de los datos.

### **3.5.3. TÉCNICAS PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS**

Para el análisis de los datos se tuvo en cuenta los ensayos previos a los agregados gruesos con también al fino que son los siguientes:

- ✓ Análisis granulométricos para agregados gruesos de 3/4", 1/2" y 3/8".
- ✓ Análisis granulométricos para agregado fino.
- ✓ Contenido de humedad para agregados gruesos y agregado fino.

- ✓ Densidad y Absorción para agregados gruesos y agregado fino.
- ✓ Peso unitario seco y compactado para A. gruesos y A. fino
- ✓ Para el análisis de los datos en el concreto permeable son los siguientes:
  - Resistencia a compresión.
  - Permeabilidad.

Con el fin de mejorar el manejo y el análisis de los datos, se asignó un código a cada muestra, identificando el número de este tipo de nomenclatura "M-1", en la cual la "M" representa la muestra y la numeración estará de acuerdo al avance y será correlativa hasta el último espécimen con el fin de no confundir con otra muestra, también se puso información adicional en la parte superior del espécimen como el día y mes en la cual fue elaborado la probeta.

Para el análisis de la resistencia a compresión se obtuvieron los resultados de acuerdo a los ensayos de laboratorio (prensa hidráulica), posteriormente se procesó los datos para así transfórmalo a su máxima resistencia de cada probeta ensayada teniendo en cuenta que el diseño a la cual fue diseñado es de  $210\text{kg/cm}^2$ .

Para el análisis de la permeabilidad se obtuvo mediante el permeámetro de la UNI, para lo cual se tomó en cuenta los parámetros según la ACI-522R, donde los valores están entre 0.14 a 1.22cm/s.



# CAPÍTULO IV

## RESULTADOS

### 4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

#### 4.1.1. PROCESAMIENTO DE DATOS PARA AGREGADO GRUESO

##### Análisis Granulométrico Agregado Grueso

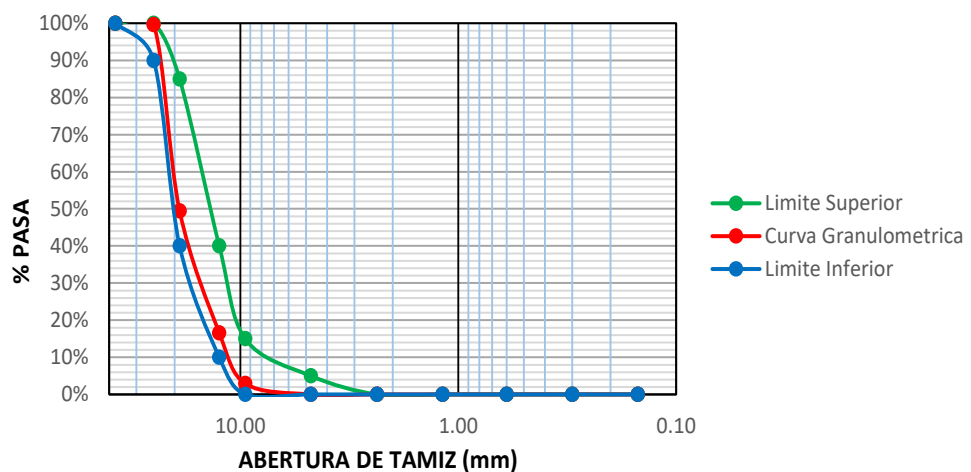
Tabla 73

Análisis Granulométrico de agregado grueso - 3/4"

Tamiz N°	Abertura (mm)	Peso Retenido (g)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	32.10	0.37	0.37	99.63
3/4"	19.00	4320.10	50.20	50.57	49.43
1/2"	12.50	2826.30	32.84	83.41	16.59
3/8"	9.50	1174.10	13.64	97.06	2.94
N°4	4.75	253.40	2.94	100.00	0.00
N°8	2.36	0.00	0.00	100.00	0.00
N°16	1.18	0.00	0.00	100.00	0.00
N°30	0.60	0.00	0.00	100.00	0.00
N°50	0.30	0.00	0.00	100.00	0.00
N°100	0.15	0.00	0.00	100.00	0.00
TOTAL		8606.00	100.00 %		

Figura 32

Curva Granulométrica del Agregado Grueso - 3/4"



$$\text{Modula de Fineza} = \sum \% \text{ Ret Acu. } 3'' + 1\ 1/2'' + 3/4'' + 3/8'' + \text{N}^\circ 4 + \text{N}^\circ 8 + \text{N}^\circ 16 + \text{N}^\circ 30 + \text{N}^\circ 50 + \text{N}^\circ 100$$

Ec. (25)

Modula de Fineza=7.48

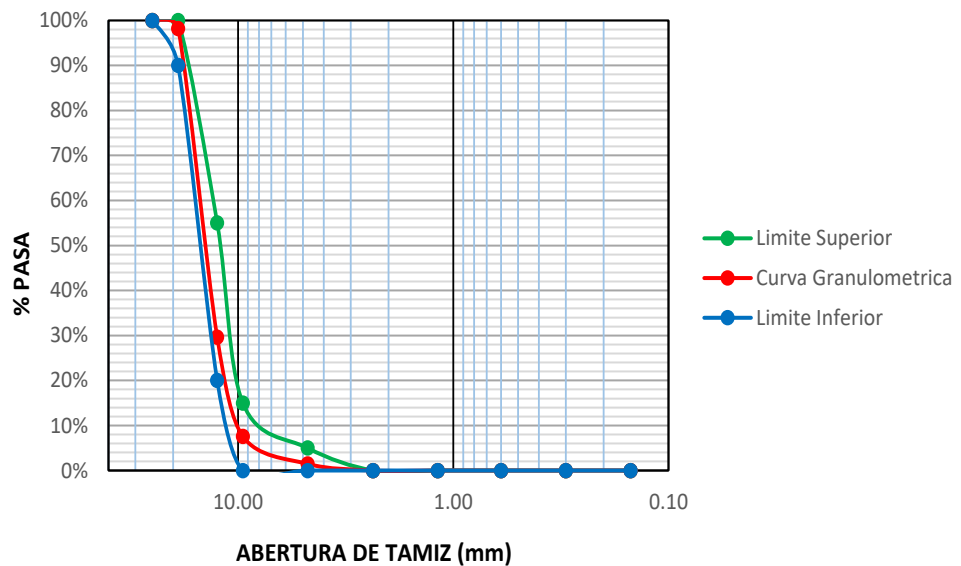
**Tabla 74**

*Análisis Granulométrico de agregado grueso – 1/2"*

Tamiz N°	Abertura (mm)	Peso Retenido (g)	% Retenido	%Retenido Acumulado	% Que Pasa
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	54.10	1.81	1.81	98.19
1/2"	12.50	2045.20	68.58	70.40	29.60
3/8"	9.50	656.70	22.02	92.42	7.58
N°4	4.75	182.40	6.12	98.54	1.46
N°8	2.36	43.60	1.46	100.00	0.00
N°16	1.18	0.00	0.00	100.00	0.00
N°30	0.60	0.00	0.00	100.00	0.00
N°50	0.30	0.00	0.00	100.00	0.00
N°100	0.15	0.00	0.00	100.00	0.00
TOTAL		2982.00	100.00 %		

**Figura 33**

*Curva Granulométrica del Agregado Grueso – 1/2"*



Aplicando la ecuación 25, se obtiene el módulo de fineza para el Agregado Grueso – 1/2".

Modula de Fineza=6.93

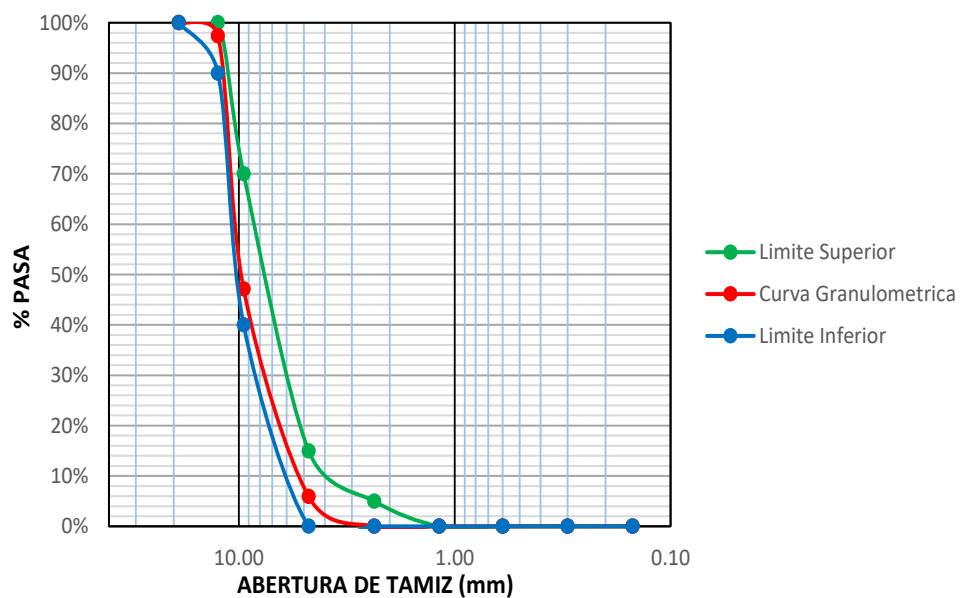
**Tabla 75**

*Análisis Granulométrico de agregado grueso – 3/8"*

Tamiz N°	Abertura (mm)	Peso Retenido (g)	% Retenido	%Retenido Acumulado	% Que Pasa
1 1/2"	37.50	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
1/2"	12.50	113.60	2.60	2.60	97.40
3/8"	9.50	2194.90	50.27	52.87	47.13
N°4	4.75	1799.10	41.21	94.08	5.92
N°8	2.36	258.60	5.92	100.00	0.00
N°16	1.18	0.00	0.00	100.00	0.00
N°30	0.60	0.00	0.00	100.00	0.00
N°50	0.30	0.00	0.00	100.00	0.00
N°100	0.15	0.00	0.00	100.00	0.00
TOTAL		4366.20	100.00 %		

**Figura 34**

*Curva Granulométrica del Agregado Grueso – 3/8"*



Aplicando la ecuación 25, se obtiene el módulo de fineza para el Agregado Grueso - 3/8".

Modulo de Fineza=6.47

## Contenido De Humedad del Agregado Grueso

**Tabla 76**

*Contenido de Humedad de Agregado Grueso – 3/4"*

DESCRIPCIÓN	UND	MUESTRA		
		M-01	M-02	M-03
Masa De Tara	gr	125.00	125.00	125.00
Masa Del A. Grueso Húmedo + Tara	gr	863.50	617.50	725.80
Masa Del A. Grueso + Tara	gr	863.40	617.40	725.70
Masa Del Agua	gr	0.10	0.10	0.10
Masa Del A. Grueso Húmedo	gr	738.50	492.50	600.80
Masa Del A. Grueso Seco	gr	738.40	492.40	600.70
% De Humedad	-	0.0135	0.0203	0.0166
<b>PROMEDIO % DE HUMEDAD</b>			<b>0.0168</b>	

**Tabla 77**

*Contenido de Humedad de Agregado Grueso – 1/2"*

DESCRIPCIÓN	UND	MUESTRA		
		M-01	M-02	M-03
Masa De Tara	gr	125.00	125.00	125.00
Masa Del A. Grueso Húmedo + Tara	gr	612.20	532.00	561.80
Masa Del A. Grueso + Tara	gr	612.10	531.90	561.70
Masa Del Agua	gr	0.10	0.10	0.10
Masa Del A. Grueso Húmedo	gr	487.20	407.00	436.80
Masa Del A. Grueso Seco	gr	487.10	406.90	436.70
% De Humedad	-	0.0205	0.0246	0.0229
<b>PROMEDIO % DE HUMEDAD</b>			<b>0.0227</b>	

**Tabla 78**

*Contenido de Humedad de Agregado Grueso – 3/8"*

DESCRIPCIÓN	UND	MUESTRA		
		M-01	M-02	M-03
Masa De Tara	gr	125.00	125.00	125.00
Masa Del A. Grueso Húmedo + Tara	gr	453.50	659.30	573.30
Masa Del A. Grueso + Tara	gr	453.40	659.20	573.20
Masa Del Agua	gr	0.10	0.10	0.10
Masa Del A. Grueso Húmedo	gr	328.50	534.30	448.30
Masa Del A. Grueso Seco	gr	328.40	534.20	448.20
% De Humedad	-	0.0305	0.0187	0.0223
<b>PROMEDIO % DE HUMEDAD</b>			<b>0.0238</b>	

El contenido de humedad de los agregados gruesos extraídas de la cantera Wuanuko Mix queda resumido de la siguiente manera:

Agregado grueso de 3/4" el porcentaje promedio de humedad es 0.0168%.

Agregado grueso de 1/2" el porcentaje promedio de humedad es 0.0227%.

Agregado grueso de 3/8" el porcentaje promedio de humedad es 0.0238%.

### Densidad y Adsorción del Agregado Grueso

**Tabla 79**

*Densidad de Agregado Grueso – 3/4"*

DESCRIPCIÓN	UND	MUESTRA		
		M-01	M-02	M-03
Masa De La Muestra Seca Al Horno	gr	2585.00	2210.00	2280.00
Masa De La Muestra Saturado Superficialmente Seco	gr	2610.00	2260.00	2300.00
Masa Aparente En Agua De La Muestra Saturada	gr	1740.00	1570.00	1290.00
Densidad Relativa (Gravedad Especifica)	-	2.97	3.20	2.26
Densidad Relativa (Saturado Superficialmente Seco)	-	3.00	3.28	2.28
Densidad Relativa (Gravedad Especifica Aparente)	-	3.06	3.45	2.30
Densidad (Secado Al Horno)	kg/m <sup>3</sup>	2963.84	3194.89	2251.78
Densidad (Saturado Superficialmente Seco)	kg/m <sup>3</sup>	2992.50	3267.17	2271.53
Densidad Aparente	kg/m <sup>3</sup>	3051.52	3444.49	2297.27
Promedio Densidad Del Agregado Grueso (kg/m <sup>3</sup> )			<b>2746.04</b>	

**Tabla 80**

*Densidad de Agregado Grueso – 1/2"*

DESCRIPCIÓN	UND	MUESTRA		
		M-01	M-02	M-03
Masa De La Muestra Seca Al Horno	gr	2030.00	2150.00	3310.00
Masa De La Muestra Saturado Superficialmente Seco	gr	2050.00	2170.00	3350.00
Masa Aparente En Agua De La Muestra Saturada	gr	1315.00	1370.00	2100.00
Densidad Relativa (Gravedad Especifica)	-	2.76	2.69	2.65
Densidad Relativa (Saturado Superficialmente Seco)	-	2.79	2.71	2.68
Densidad Relativa (Gravedad Especifica Aparente)	-	2.84	2.76	2.74
Densidad (Secado Al Horno)	kg/m <sup>3</sup>	2755.00	2680.78	2641.38
Densidad (Saturado Superficialmente Seco)	kg/m <sup>3</sup>	2782.14	2705.72	2573.30
Densidad Aparente	kg/m <sup>3</sup>	2832.06	2749.52	2728.70
Promedio Densidad Del Agregado Grueso (kg/m <sup>3</sup> )			<b>2682.68</b>	

**Tabla 81***Densidad de Agregado Grueso – 3/8"*

DESCRIPCIÓN	UND	MUESTRA		
		M-01	M-02	M-03
Masa De La Muestra Seca Al Horno	gr	1690.00	1600.00	1690.00
Masa De La Muestra Saturado Superficialmente Seco	gr	1710.00	1630.00	1710.00
Masa Aparente En Agua De La Muestra Saturada	gr	1070.00	1020.00	1080.00
Densidad Relativa (Gravedad Especifica)	-	2.64	2.62	2.68
Densidad Relativa (Saturado Superficialmente Seco)	-	2.67	2.67	2.71
Densidad Relativa (Gravedad Especifica Aparente)	-	2.73	2.76	2.77
Densidad (Secado Al Horno)	kg/m <sup>3</sup>	2634.02	2616.39	2675.83
Densidad (Saturado Superficialmente Seco)	kg/m <sup>3</sup>	2665.20	2665.45	2707.50
Densidad Aparente	kg/m <sup>3</sup>	2718.99	2751.72	2763.57
Promedio Densidad Del Agregado Grueso (kg/m <sup>3</sup> )			<b>2642.31</b>	

La densidad de los agregados gruesos extraídas de la cantera Wuanuko Mix queda resumido de la siguiente manera:

Agregado grueso de 3/4" la densidad es 2746.04 kg/m<sup>3</sup>.

Agregado grueso de 1/2" la densidad es 2682.68 kg/m<sup>3</sup>.

Agregado grueso de 3/8" la densidad es 2642.31 kg/m<sup>3</sup>.

**Tabla 82***Adsorción de Agregado Grueso – 3/4"*

DESCRIPCIÓN	UND	MUESTRA		
		M-01	M-02	M-03
Masa De Tara	gr	125.00	125.00	125.00
Masa Del A. Grueso Saturado Sup. Seco + Tara	gr	871.70	627.80	738.60
Masa Del A. Grueso Secado Al Horno + Tara	gr	865.80	623.50	733.40
Masa Del Agua	gr	5.90	4.30	5.20
Masa Del A. Grueso Saturado Sup. Seco	gr	746.70	502.80	613.60
Masa Del A. Grueso Secado Al Horno	gr	740.80	498.50	608.40
% De Adsorción	-	0.80	0.86	0.85
Promedio % De Adsorción			<b>0.83</b>	

**Tabla 83***Absorción de Agregado Grueso – 1/2"*

DESCRIPCIÓN	UND	MUESTRA		
		M-01	M-02	M-03
Masa De Tara	gr	125.00	125.00	125.00
Masa Del A. Grueso Saturado Sup. Seco + Tara	gr	620.40	542.30	574.60
Masa Del A. Grueso Secado Al Horno + Tara	gr	613.60	536.00	569.70
Masa Del Agua	gr	6.80	6.30	4.90
Masa Del A. Grueso Saturado Sup. Seco	gr	495.40	417.30	449.60
Masa Del A. Grueso Secado Al Horno	gr	488.60	411.00	444.70
% De Absorción	-	1.39	1.53	1.10
Promedio % De Absorción			<b>1.34</b>	

**Tabla 84***Absorción de Agregado Grueso – 3/8"*

DESCRIPCIÓN	UND	MUESTRA		
		M-01	M-02	M-03
Masa De Tara	gr	125.00	125.00	125.00
Masa Del A. Grueso Saturado Sup. Seco + Tara	gr	461.70	669.60	586.10
Masa Del A. Grueso Secado Al Horno + Tara	gr	455.90	664.10	580.50
Masa Del Agua	gr	5.80	5.50	5.60
Masa Del A. Grueso Saturado Sup. Seco	gr	336.70	544.60	461.10
Masa Del A. Grueso Secado Al Horno	gr	330.90	539.10	455.50
% De Absorción	-	1.75	1.02	1.23
Promedio % De Absorción			<b>1.27</b>	

El porcentaje promedio de Absorción de los agregados gruesos extraídas de la cantera Wuanuko Mix queda resumido de la siguiente manera:

A. grueso de 3/4" el porcentaje promedio de adsorción es 0.83%.

A. grueso de 1/2" el porcentaje promedio de adsorción es 1.34%.

A. grueso de 3/8" el porcentaje promedio de adsorción es 1.27%.

## Peso Unitario Suelto Y Compactado del Agregado Grueso

**Tabla 85**

*Peso Unitario Suelto y Compactado de A. Grueso – 3/4"*

DESCRIPCIÓN	UND	MUESTRA	
		M-01	M-02
Masa De Tara	kg	3.27	3.27
Masa Del A. Grueso Suelto + Tara	kg	10.36	10.31
Masa Del A. Grueso Compactado + Tara	kg	11.05	11.15
Volumen De La Tara Cilíndrico	m <sup>3</sup>	0.00530	0.00530
Masa Unitario Suelto	kg/m <sup>3</sup>	1337.74	1328.30
Masa Unitario Compactado	kg/m <sup>3</sup>	1467.92	1486.79
Promedio de Peso Unitario Suelto del A. Grueso		<b>1333.02 kg/m<sup>3</sup></b>	
Promedio de Peso Unitario Compactado del A. Grueso		<b>1477.36 kg/m<sup>3</sup></b>	

**Tabla 86**

*Peso Unitario Suelto y Compactado de A. Grueso – 1/2"*

DESCRIPCIÓN	UND	MUESTRA	
		M-01	M-02
Masa De Tara	kg	3.27	3.27
Masa Del A. Grueso Suelto + Tara	kg	10.42	10.49
Masa Del A. Grueso Compactado + Tara	kg	11.17	11.02
Volumen De La Tara Cilíndrico	m <sup>3</sup>	0.00530	0.00530
Masa Unitario Suelto	kg/m <sup>3</sup>	1349.06	1362.26
Masa Unitario Compactado	kg/m <sup>3</sup>	1490.57	1462.26
Promedio de Peso Unitario Suelto del A. Grueso		<b>1355.66 kg/m<sup>3</sup></b>	
Promedio de Peso Unitario Compactado del A. Grueso		<b>1476.42 kg/m<sup>3</sup></b>	

**Tabla 87**

*Peso Unitario Suelto y Compactado de A. Grueso – 3/8"*

DESCRIPCIÓN	UND	MUESTRA	
		M-01	M-02
Masa De Tara	kg	3.27	3.27
Masa Del A. Grueso Suelto + Tara	kg	10.13	10.14
Masa Del A. Grueso Compactado + Tara	kg	10.71	10.57
Volumen De La Tara Cilíndrico	m <sup>3</sup>	0.00530	0.00530
Masa Unitario Suelto	kg/m <sup>3</sup>	1294.34	1296.23
Masa Unitario Compactado	kg/m <sup>3</sup>	1403.77	1377.36
Promedio de Peso Unitario Suelto del A. Grueso		<b>1295.28 kg/m<sup>3</sup></b>	
Promedio de Peso Unitario Compactado del A. Grueso		<b>1390.57 kg/m<sup>3</sup></b>	



El Peso Unitario Suelto y Compactado de agregados gruesos extraídas de la cantera Wuanuko Mix queda resumido de la siguiente manera:

Agregado grueso de 3/4" el peso unitario suelto 1333.02 kg/m<sup>3</sup>.

Agregado grueso de 3/4" el peso unitario compactado 1477.36 kg/m<sup>3</sup>.

Agregado grueso de 1/2" el peso unitario suelto 1355.66 kg/m<sup>3</sup>.

Agregado grueso de 1/2" el peso unitario compactado 1476.42 kg/m<sup>3</sup>.

Agregado grueso de 3/8" el peso unitario suelto 1295.28 kg/m<sup>3</sup>.

Agregado grueso de 3/8" el peso unitario compactado 1390.57 kg/m<sup>3</sup>.

#### 4.1.2. PROCESAMIENTO DE DATOS PARA AGREGADO FINO

##### Análisis Granulométrico Agregado Fino

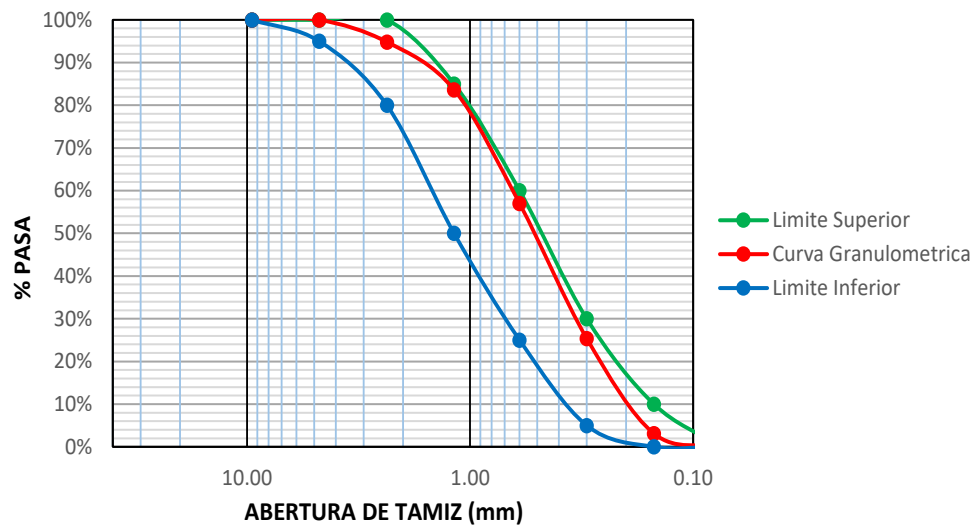
Tabla 88

*Análisis Granulométrico de Agregado Fino*

Tamiz N°	Abertura (mm)	Peso Retenido (g)	% Retenido	%Retenido Acumulado	% Que Pasa
N°4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
N°8	2.36	100.10	5.18	5.18	94.82
N°16	1.18	215.80	11.17	16.35	83.65
N°30	0.60	515.40	26.67	43.02	56.98
N°50	0.30	610.70	31.60	74.62	25.38
N°100	0.15	430.30	22.27	96.88	3.12
N°200	0.08	60.20	3.12	100.00	0.00
TOTAL		1932.50	100.00 %	336.05	

**Figura 35**

*Curva Granulométrica del Agregado Fino*



$$\text{Modulo de Fineza} = \sum \% \text{ Ret Acu. } 3/8'' + N^{\circ}4 + N^{\circ}8 + N^{\circ}16 + N^{\circ}30 + N^{\circ}50 + N^{\circ}100$$

Ec. (26)

Modulo de Fineza = 2.36

### Contenido De Humedad del Agregado Fino

**Tabla 89**

*Contenido de Humedad de Agregado Fino*

DESCRIPCIÓN	UND	MUESTRA				
		M-1	M-2	M-3	M-4	M-5
Masa De Tara	gr	125.00	125.00	130.00	125.00	125.00
Masa Del A. Fino Húmedo + Tara	gr	720.00	670.00	700.00	660.00	560.00
Masa Del A. Fino Seco + Tara	gr	700.00	650.00	685.00	640.00	550.00
Masa Del Agua	gr	20.00	20.00	15.00	20.00	10.00
Masa Del A. Fino Húmedo	gr	595.00	545.00	570.00	535.00	435.00
Masa Del A. Fino Seco	gr	575.00	525.00	555.00	515.00	425.00
% De Humedad	-	3.48	3.81	2.70	3.88	2.35
Promedio % De Humedad		<b>3.25</b>				

El contenido de humedad del agregado fino extraídas de la cantera Wuanuko Mix queda resumido de la siguiente manera:

Agregado fino el porcentaje promedio de humedad es 3.25%.

## Densidad y Adsorción del Agregado Fino

**Tabla 90**

*Densidad de Agregado Fino*

DESCRIPCIÓN	UND	MUESTRA		
		M-01	M-02	M-03
Masa Del Agregado Fino	gr	100.07	100.02	100.02
Masa Del Picnómetro + Agua	gr	655.28	650.76	650.66
Masa Del Picnómetro + Agua + A. Fino	gr	703.76	704.75	706.13
Densidad Del Solido	gr/cm <sup>3</sup>	1.94	2.17	2.25
Promedio De Densidad Del Agregado Fino (gr/cm <sup>3</sup> )		<b>2.1109</b>		
Promedio De Densidad Del Agregado Fino (kg/m <sup>3</sup> )		<b>2110.92</b>		

La Densidad del agregado fino extraídas de la cantera Wuanuko Mix queda resumido de la siguiente manera:

Agregado fino, su densidad es de 2110.92 kg/m<sup>3</sup>.

**Tabla 91**

*Absorción de Agregado Fino*

DESCRIPCION	UND	MUESTRA				
		M-1	M-2	M-3	M-4	M-5
Masa De Tara	gr	125.00	125.00	125.00	125.00	125.00
Masa Del A. Fino Saturado Sup. Seco + Tara	gr	460.00	490.00	305.00	480.00	350.00
Masa Del A. Fino Secado Al Horno + Tara	gr	455.00	485.00	295.00	475.00	345.00
Masa Del Agua	gr	5.00	5.00	10.00	5.00	5.00
Masa Del A. Fino Saturado Sup. Seco	gr	335.00	365.00	180.00	355.00	225.00
Masa Del A. Fino Secado Al Horno	gr	330.00	360.00	170.00	350.00	220.00
% De Absorción	-	1.52	1.39	5.88	1.43	2.27
Promedio % De Absorción		<b>2.50</b>				

*Nota.* Sup=Superficialmente.

La absorción del agregado fino extraídas de la cantera Wuanuko Mix queda resumido de la siguiente manera:

Agregado fino, su Absorción es de 2.50%.

## Peso Unitario Suelto y Compactado del Agregado Fino

Tabla 92

*Peso Unitario Suelto y Compactado de Agregado Fino*

DESCRIPCIÓN	UND	MUESTRA	
		M-01	M-02
Masa De Tara	kg	3.27	3.27
Masa Del A. Fino Suelto + Tara	kg	11.58	11.57
Masa Del A. Fino Compactado + Tara	kg	12.18	12.17
Volumen De La Tara Cilíndrico	m <sup>3</sup>	0.00530	0.00530
Masa Unitario Suelto	kg/m <sup>3</sup>	1567.92	1566.04
Masa Unitario Compactado	kg/m <sup>3</sup>	1681.13	1679.25
Promedio de Peso Unitario Suelto Del A. Fino		<b>1566.98 kg/m<sup>3</sup></b>	
Promedio de Peso Unitario Compactado Del A. Fino		<b>1680.19 kg/m<sup>3</sup></b>	

El peso unitario suelto y compactado del agregado fino extraídas de la cantera Wuanuko Mix queda resumido de la siguiente manera:

Para A. fino el peso unitario suelto es de 1566.98 kg/m<sup>3</sup>.

Para A. fino el peso unitario compactado es de 1680.19 kg/m<sup>3</sup>.

### 4.1.3. PROCESAMIENTO DE DATOS PARA DISEÑO DE MEZCLA

#### Resumen de Diseño De Mezcla

Se presenta un resumen de la cantidad de materiales empleados en los diferentes diseños de mezcla que fueron elaborados para la ejecución de probetas en el laboratorio de materiales de Wuanuko Mix.

**Tabla 93***Resumen de Cantidad de Materiales para los Diseños de Mezcla en 1m<sup>3</sup>*

Cod.	a/c	Granulometría A. Grueso (pulg)	A. Grueso (kg)	A. fino (kg)	Cemento (kg)	Agua (l)	Aditivo (l)	% Vacíos	Observaciones
DM-01	0.30	3/4	1474.73	-	468.70	140.61	2.34	17%	
DM-02	0.35	3/4	1474.73	-	433.43	151.70	2.17	17%	
DM-03	0.40	3/4	1474.73	-	403.10	161.24	2.02	17%	
DM-04	0.30	1/2	1481.24	-	444.13	133.24	2.22	17%	En los diseños de mezcla no se considera el Agregado Fino
DM-05	0.35	1/2	1481.24	-	410.71	143.75	2.05	17%	
DM-06	0.40	1/2	1481.24	-	381.96	152.79	1.91	17%	
DM-07	0.30	3/8	1394.15	-	484.00	145.20	2.42	17%	
DM-08	0.35	3/8	1394.15	-	447.58	156.65	2.24	17%	
DM-09	0.40	3/8	1394.15	-	416.26	166.50	2.08	17%	
DM-10	0.30	3/4	1266.02	140.67	455.03	136.51	2.73	17%	
DM-11	0.35	3/4	1266.02	140.67	420.79	147.28	2.52	17%	
DM-12	0.40	3/4	1266.02	140.67	391.34	156.54	2.35	17%	
DM-13	0.30	1/2	1271.06	141.23	433.06	129.92	2.60	17%	En los diseños de mezcla, se considera 10 % Agregado Fino
DM-14	0.35	1/2	1271.06	141.23	400.47	140.17	2.40	17%	
DM-15	0.40	1/2	1271.06	141.23	372.45	148.98	2.23	17%	
DM-16	0.30	3/8	1204.70	133.86	467.07	140.12	2.80	17%	
DM-17	0.35	3/8	1204.70	133.86	431.93	151.17	2.59	17%	
DM-18	0.40	3/8	1204.70	133.86	401.70	160.68	2.41	17%	

*Nota. \*DM es la abreviación de Diseño de Mezcla, como también lo es a/c abreviatura de Relación Agua/Cemento.*

Para un mejor detalle de los datos obtenidos y los cálculos realizados. Los diseños de mezcla N°01 al N°18 están especificados en las tablas N°16 al N°72.

#### 4.1.4. PROCESAMIENTO DE DATOS PARA ASENTAMIENTO DE CONCRETO

**Tabla 94**

*Asentamiento de Concreto en los Diseños de Mezcla*

<b>COD.</b>	<b>Granulometría A. Grueso (pulg)</b>	<b>% de A. Fino</b>	<b>Slump (pulg)</b>	<b>Consistencia</b>	<b>Trabajabilidad</b>
DM-01	3/4	0	0.0	Seca	P. Trabajable
DM-02	3/4	0	0.0	Seca	P. Trabajable
DM-03	3/4	0	0.0	Seca	P. Trabajable
DM-04	1/2	0	0.0	Seca	P. Trabajable
DM-05	1/2	0	0.0	Seca	P. Trabajable
DM-06	1/2	0	0.0	Seca	P. Trabajable
DM-07	3/8	0	0.2	Seca	P. Trabajable
DM-08	3/8	0	0.2	Seca	P. Trabajable
DM-09	3/8	0	0.2	Seca	P. Trabajable
DM-10	3/4	10	0.0	Seca	P. Trabajable
DM-11	3/4	10	0.0	Seca	P. Trabajable
DM-12	3/4	10	0.0	Seca	P. Trabajable
DM-13	1/2	10	0.0	Seca	P. Trabajable
DM-14	1/2	10	0.0	Seca	P. Trabajable
DM-15	1/2	10	0.0	Seca	P. Trabajable
DM-16	3/8	10	0.2	Seca	P. Trabajable
DM-17	3/8	10	0.2	Seca	P. Trabajable
DM-18	3/8	10	0.2	Seca	P. Trabajable

*Nota. P= Poco.*

Según el autor (Abanto Castillo, 2009, pág. 49) en el ítem 1.2.2 Clases de mezclas según su asentamiento, se construyó la Tabla 94 basado en la Tabla 4 en la cual se verificó que los diseños de mezcla no tienen Slump o es muy pequeño el valor por lo cual la consistencia del concreto es seca y tiene muy poca trabajabilidad como especifica en la norma de ACI 522R.

#### 4.1.5. PROCESAMIENTO DE DATOS PARA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

**Tabla 95**

*Resultados de Ensayo a la Compresión del D. de Mezcla N°01*

DISEÑO	CODIGO	EDAD EN DIAS	Ø PROM. cm	AREA cm <sup>2</sup>	ALTURA cm	CARGA kn	RESISTENCIA kgf/cm <sup>2</sup>
Diseño de Mezcla 1	M-01	7	15.15	180.27	29.00	111.07	62.83
	M-02	14	15.30	183.85	30.00	117.79	65.33
	M-03	21	15.05	177.89	30.00	128.86	73.86
	M-04	28	14.90	174.37	30.00	140.73	82.30

**Tabla 96**

*Resultados de Ensayo de Compresión del D. de Mezcla N°02*

DISEÑO	CODIGO	EDAD EN DIAS	Ø PROM. cm	AREA cm <sup>2</sup>	ALTURA cm	CARGA kn	RESISTENCIA kgf/cm <sup>2</sup>
Diseño de Mezcla 2	M-05	7	15.15	180.27	30.20	115.31	65.23
	M-06	14	15.20	181.46	30.00	103.17	57.98
	M-07	21	15.10	179.08	30.10	121.71	69.30
	M-08	28	14.85	173.20	30.00	140.28	82.59

**Tabla 97**

*Resultados de Ensayo de Compresión del D. de Mezcla N°03*

DISEÑO	CODIGO	EDAD EN DIAS	Ø PROM. cm	AREA cm <sup>2</sup>	ALTURA cm	CARGA kn	RESISTENCIA kgf/cm <sup>2</sup>
Diseño de Mezcla 3	M-09	7	15.35	185.06	30.10	83.38	45.94
	M-10	14	15.05	177.89	29.90	78.08	44.76
	M-11	21	15.05	177.89	34.00	95.62	54.81
	M-12	28	15.10	179.08	30.10	92.45	52.64

**Tabla 98***Resultados de Ensayo de Compresión del D. de Mezcla N°04*

DISEÑO	CODIGO	EDAD EN DIAS	Ø PROM. cm	AREA cm <sup>2</sup>	ALTURA cm	CARGA kn	RESISTENCIA kgf/cm <sup>2</sup>
Diseño de Mezcla 4	M-13	7	15.35	185.06	30.10	200.92	110.71
	M-14	14	15.00	176.71	30.10	247.45	142.79
	M-15	21	15.10	179.08	30.00	238.16	135.61
	M-16	28	15.05	177.89	30.00	249.47	143.00

**Tabla 99***Resultados de Ensayo de Compresión del D. de Mezcla N°05*

DISEÑO	CODIGO	EDAD EN DIAS	Ø PROM. cm	AREA cm <sup>2</sup>	ALTURA cm	CARGA kn	RESISTENCIA kgf/cm <sup>2</sup>
Diseño de Mezcla 5	M-17	7	15.05	177.89	30.10	188.79	108.22
	M-18	14	15.00	176.71	30.10	186.35	107.53
	M-19	21	15.00	176.71	30.10	204.72	118.13
	M-20	28	15.05	177.89	30.00	207.79	119.11

**Tabla 100***Resultados de Ensayo de Compresión del D. de Mezcla N°06.*

DISEÑO	CODIGO	EDAD EN DIAS	Ø PROM. cm	AREA cm <sup>2</sup>	ALTURA cm	CARGA kn	RESISTENCIA kgf/cm <sup>2</sup>
Diseño de Mezcla 6	M-21	7	15.00	176.71	30.00	164.44	94.89
	M-22	14	15.00	176.71	30.10	169.22	97.65
	M-23	21	15.05	177.89	30.00	169.36	97.08
	M-24	28	15.00	176.71	30.00	176.46	101.82

**Tabla 101***Resultados de Ensayo de Compresión del D. de Mezcla N°07*

DISEÑO	CODIGO	EDAD EN DIAS	Ø PROM. cm	AREA cm <sup>2</sup>	ALTURA cm	CARGA kn	RESISTENCIA kgf/cm <sup>2</sup>
Diseño de Mezcla 7	M-25	7	15.10	179.08	30.10	300.84	171.30
	M-26	14	15.10	179.08	30.10	328.49	187.05
	M-27	21	15.05	177.89	30.10	357.73	205.05
	M-28	28	15.00	176.71	30.00	366.35	211.40



**Tabla 102**

Resultados de Ensayo de Compresión del D. de Mezcla N°08

DISEÑO	CODIGO	EDAD EN DIAS	Ø PROM. cm	AREA cm <sup>2</sup>	ALTURA cm	CARGA kn	RESISTENCIA kgf/cm <sup>2</sup>
Diseño de Mezcla 8	M-29	7	15.15	180.27	30.10	180.81	102.28
	M-30	14	15.20	181.46	30.00	198.98	111.82
	M-31	21	15.05	177.89	30.00	186.17	106.71
	M-32	28	15.05	177.89	30.00	251.10	143.93

**Tabla 103**

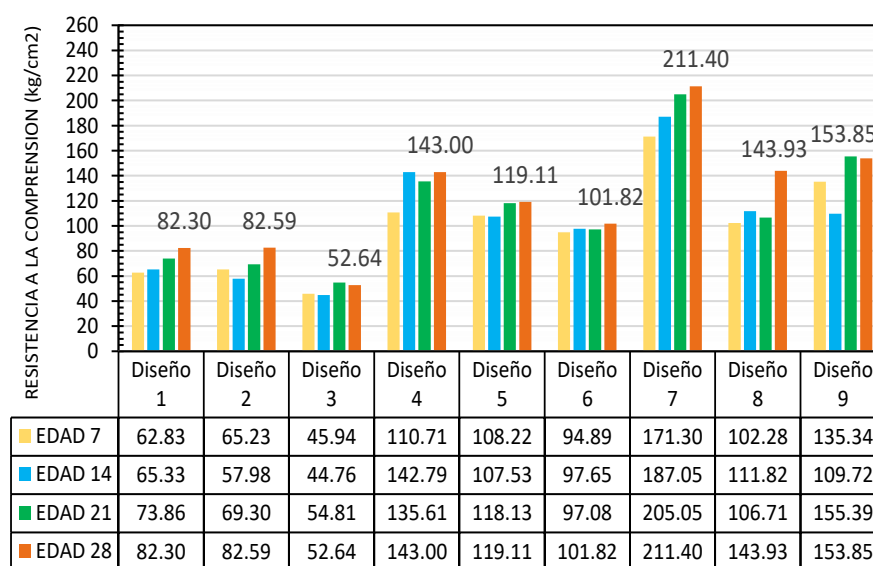
Resultados de Ensayo de Compresión del D. de Mezcla N°09

DISEÑO	CODIGO	EDAD EN DIAS	Ø PROM. cm	AREA cm <sup>2</sup>	ALTURA cm	CARGA kn	RESISTENCIA kgf/cm <sup>2</sup>
Diseño de Mezcla 9	M-33	7	14.70	169.72	30.10	225.25	135.34
	M-34	14	15.05	177.89	30.10	191.41	109.72
	M-35	21	14.90	174.37	30.00	265.71	155.39
	M-36	28	15.10	179.08	30.00	270.19	153.85

En la siguiente Figura se observa un comparativo entre los diseños de mezcla sin agregado fino y la resistencia de compresión realizado a los 7, 14, 21, 28 días.

**Figura 36**

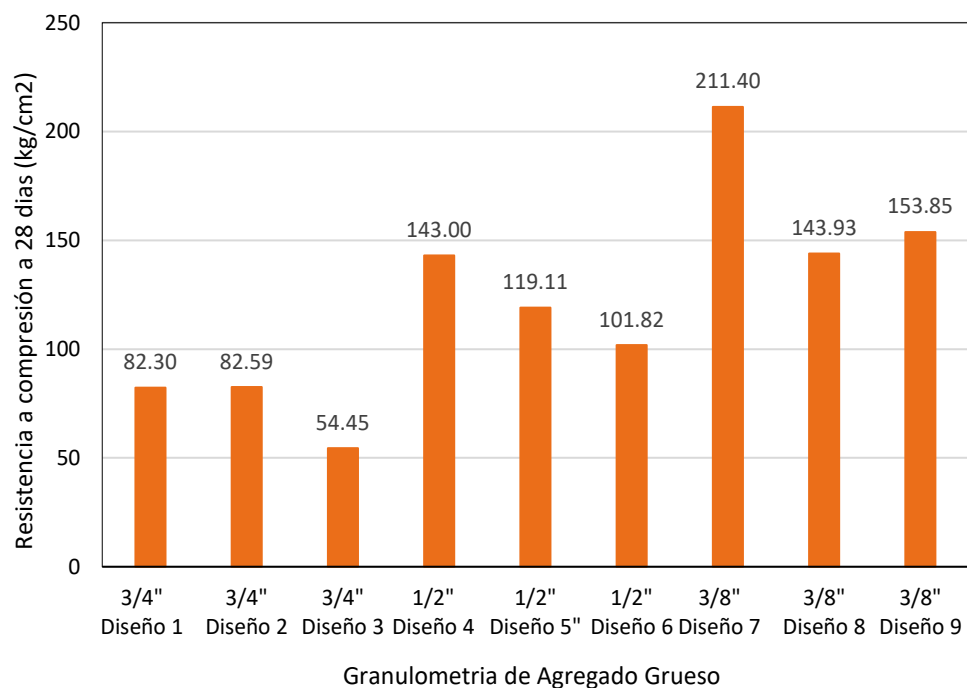
Resistencia (kg/cm<sup>2</sup>) versus Diseños de Mezcla sin A. fino



DISEÑOS DE MEZCLAS SIN AGREGADO FINO

**Figura 37**

Resistencia (kg/cm<sup>2</sup>) versus Granulometría de A. gruesos y 0% A fino

**Tabla 104**

Resultados de Ensayo de Compresión del D. de Mezcla N°10

DISEÑO	CODIGO	EDAD EN DIAS	Ø PROM. cm	AREA cm <sup>2</sup>	ALTURA cm	CARGA kn	RESISTENCIA kgf/cm <sup>2</sup>
Diseño de Mezcla 10	M-37	7	15.10	179.08	30.00	273.38	155.67
	M-38	14	15.05	177.89	30.00	320.69	183.82
	M-39	21	15.05	177.89	30.10	380.16	217.91
	M-40	28	15.05	177.89	30.10	391.78	224.57

**Tabla 105**

Resultados de Ensayo de Compresión del D. de Mezcla N°11

DISEÑO	CODIGO	EDAD EN DIAS	Ø PROM. cm	AREA cm <sup>2</sup>	ALTURA cm	CARGA kn	RESISTENCIA kgf/cm <sup>2</sup>
Diseño de Mezcla 11	M-41	7	15.05	177.89	30.00	291.91	167.32
	M-42	14	14.95	175.54	30.00	278.50	161.78
	M-43	21	15.10	179.08	30.00	273.36	155.66
	M-44	28	15.05	177.89	30.10	292.42	167.62

**Tabla 106***Resultados de Ensayo de Compresión del D. de Mezcla N°12*

DISEÑO	CODIGO	EDAD EN DIAS	Ø PROM. cm	AREA cm <sup>2</sup>	ALTURA cm	CARGA kn	RESISTENCIA kgf/cm <sup>2</sup>
Diseño de Mezcla 12	M-45	7	15.00	176.71	30.00	171.62	99.03
	M-46	14	15.05	177.89	30.00	219.91	126.05
	M-47	21	15.00	176.71	29.00	315.38	181.98
	M-48	28	15.15	180.27	30.10	251.98	142.54

**Tabla 107***Resultados de Ensayo de Compresión del D. de Mezcla N°13*

DISEÑO	CODIGO	EDAD EN DIAS	Ø PROM. cm	AREA cm <sup>2</sup>	ALTURA cm	CARGA kn	RESISTENCIA kgf/cm <sup>2</sup>
Diseño de Mezcla 13	M-49	7	15.10	179.08	30.00	182.83	104.11
	M-50	14	15.05	177.89	30.00	237.60	136.19
	M-51	21	15.10	179.08	30.00	259.67	147.86
	M-52	28	15.00	176.71	30.10	290.32	167.52

**Tabla 108***Resultados de Ensayo de Compresión del D. de Mezcla N°14*

DISEÑO	CODIGO	EDAD EN DIAS	Ø PROM. cm	AREA cm <sup>2</sup>	ALTURA cm	CARGA kn	RESISTENCIA kgf/cm <sup>2</sup>
Diseño de Mezcla 14	M-53	7	15.05	177.89	30.00	276.87	158.70
	M-54	14	15.00	176.71	30.10	139.32	80.39
	M-55	21	14.95	175.54	30.00	280.15	162.74
	M-56	28	15.00	176.71	30.00	280.18	161.67

**Tabla 109***Resultados de Ensayo de Compresión del D. de Mezcla N°15*

DISEÑO	CODIGO	EDAD EN DIAS	Ø PROM. cm	AREA cm <sup>2</sup>	ALTURA cm	CARGA kn	RESISTENCIA kgf/cm <sup>2</sup>
Diseño de Mezcla 15	M-57	7	15.10	179.08	30.00	200.18	113.99
	M-58	14	15.15	180.27	30.10	186.60	105.55
	M-59	21	15.05	177.89	30.00	258.96	148.44
	M-60	28	15.10	179.08	30.10	316.49	180.21

**Tabla 110***Resultados de Ensayo de Compresión del D. de Mezcla N°16*

DISEÑO	CODIGO	EDAD EN DIAS	Ø PROM. cm	AREA cm <sup>2</sup>	ALTURA cm	CARGA kn	RESISTENCIA kgf/cm <sup>2</sup>
Diseño de Mezcla 16	M-61	7	15.10	179.08	30.10	262.12	149.25
	M-62	14	15.00	176.71	29.00	315.38	181.98
	M-63	21	15.00	176.71	30.10	329.47	190.11
	M-64	28	15.05	177.89	30.00	346.52	198.63

**Tabla 111***Resultados de Ensayo de Compresión del D. de Mezcla N°17*

DISEÑO	CODIGO	EDAD EN DIAS	Ø PROM. cm	AREA cm <sup>2</sup>	ALTURA cm	CARGA kn	RESISTENCIA kgf/cm <sup>2</sup>
Diseño de Mezcla 17	M-65	7	15.10	179.08	30.10	284.43	161.96
	M-66	14	15.10	179.08	30.00	276.38	157.37
	M-67	21	15.15	180.27	30.10	286.10	161.84
	M-68	28	15.10	179.08	31.00	297.37	169.33

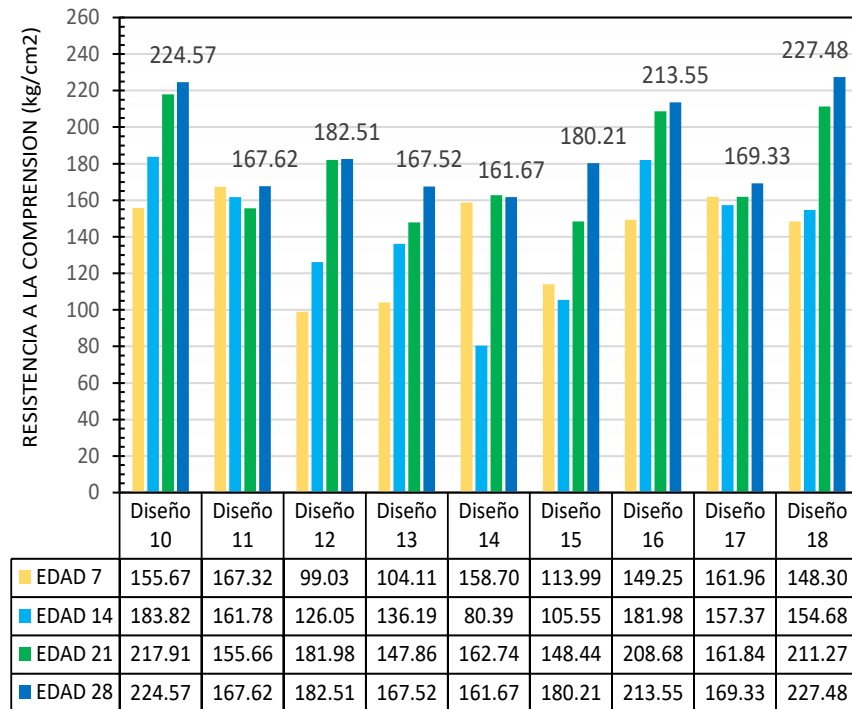
**Tabla 112***Resultados de Ensayo de Compresión del D. de Mezcla N°18*

DISEÑO	CODIGO	EDAD EN DIAS	Ø PROM. cm	AREA cm <sup>2</sup>	ALTURA cm	CARGA kn	RESISTENCIA kgf/cm <sup>2</sup>
Diseño de Mezcla 18	M-69	7	15.10	179.08	30.00	260.45	148.30
	M-70	14	15.10	179.08	30.10	271.65	154.68
	M-71	21	15.00	176.71	30.10	350.78	202.41
	M-72	28	15.00	176.71	30.00	394.23	227.48

En la siguiente Figura se observa un comparativo entre los diseños de mezcla con 10 % de agregado fino y la resistencia de compresión realizado a los 7,14, 21, 28 días.

**Figura 38**

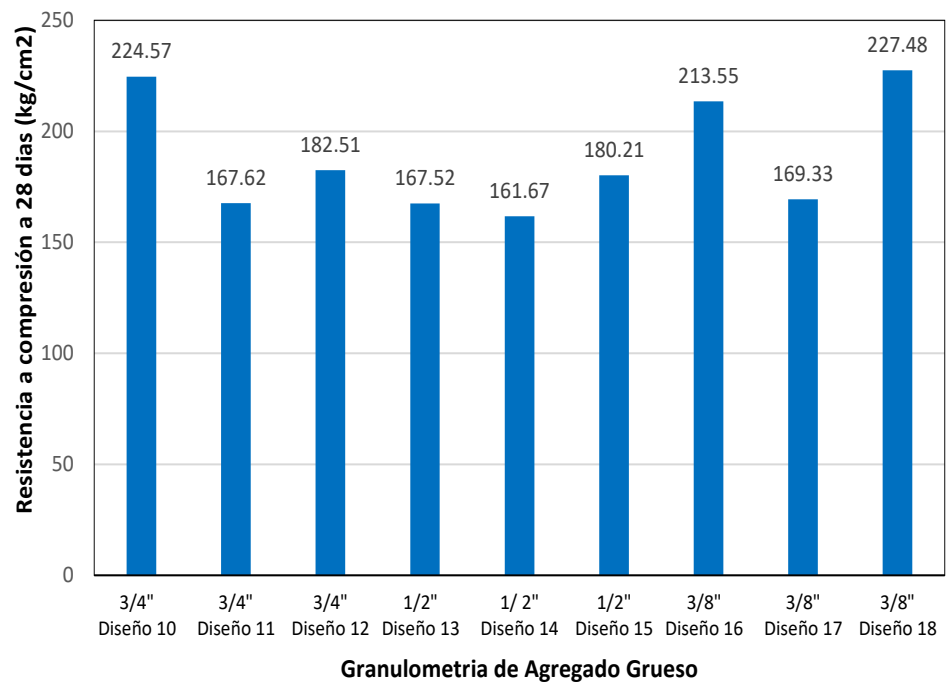
*Resistencia a Compresión versus Diseños de Mezcla 10% A. fino*



DISEÑOS DE MEZCLAS CON 10% DE AGREGADO FINO

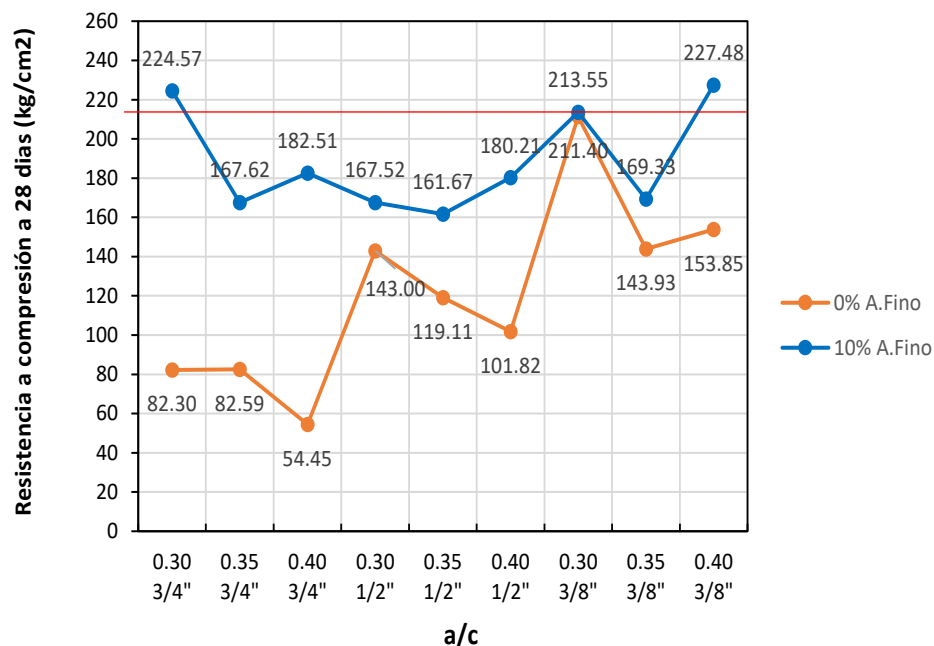
**Figura 39**

*Resistencia (kg/cm²) versus Granulometría de A. gruesos y 10% A. fino*



**Figura 40**

*Resistencia a Compresión versus Relación Agua/Cemento*



En la Figura 40 se presenta un resumen de los resultados obtenidos en el ensayo de resistencia a la compresión realizada en los diversos diseños de mezcla desarrollados en el de laboratorio N°1 de Wuanuko Mix.

**Tabla 113**

*Resumen de Resultados de Resistencia a la Compresión*

Diseño de Mezcla	A/C	% de A. Fino	Granulometría de A. Grueso	F'c a los 28 días (kg/cm <sup>2</sup> )
Diseño 01	0.30	0%	3/4"	82.30
Diseño 02	0.35	0%	3/4"	82.59
Diseño 03	0.40	0%	3/4"	54.45
Diseño 04	0.30	0%	1/2"	143.00
Diseño 05	0.35	0%	1/2"	119.11
Diseño 06	0.40	0%	1/2"	101.82
Diseño 07	0.30	0%	3/8"	<b>211.40</b>
Diseño 08	0.35	0%	3/8"	143.93
Diseño 09	0.40	0%	3/8"	153.85
Diseño 10	0.30	10%	3/4"	<b>224.57</b>
Diseño 11	0.35	10%	3/4"	167.62
Diseño 12	0.40	10%	3/4"	182.51
Diseño 13	0.30	10%	1/2"	167.52
Diseño 14	0.35	10%	1/2"	161.67
Diseño 15	0.40	10%	1/2"	180.21
Diseño 16	0.30	10%	3/8"	<b>213.55</b>
Diseño 17	0.35	10%	3/8"	169.33
Diseño 18	0.40	10%	3/8"	<b>227.48</b>

#### 4.1.6. PROCESAMIENTO DE DATOS PARA PERMEABILIDAD

Se seleccionó los 4 diseños de mezcla con resultado más favorable a la compresión y se procede a elaborar 2 probetas cilíndricas de 6" x 12" para cada una de ellas, de las cuales se elaboró la Tabla 114.

**Tabla 114**

*Código de muestras para permeabilidad*

Diseño de Mezcla	A/C	% de A. Fino	Granulometría de A. Grueso	Muestra para permeabilidad
Diseño 07	0.30	0%	3/8"	M-73, M-74
Diseño 10	0.30	10%	3/4"	M-75, M-76
Diseño 16	0.30	10%	3/8"	M-77, M-78
Diseño 18	0.40	10%	3/8"	M-79, M-80

Teniendo los diseños respectivos conjunto con los códigos de las muestras, se procedió a la elaboración de los especímenes faltantes, con la finalidad de obtener 8 muestras representativas que fueron ensayados en el laboratorio de materiales de la universidad de ingeniería.

**Tabla 115**

*Coefficiente de Permeabilidad para el Diseño de Mezcla N°07*

Muestras	Área De Ingreso (cm <sup>2</sup> )	Área De Muestra (cm <sup>2</sup> )	Tiempo Promedio (S)	Alturas De Carga		Altura de la Muestra	Permeabilidad (k) (cm/s)
				H1 (cm)	Hr (cm)		
M-73	81.07	179.08	10.60	33.0	1.0	15.20	2.27
M-74	81.07	180.27	11.77	33.0	1.0	15.30	2.04

**Tabla 116**

*Coefficiente de Permeabilidad para el Diseño de Mezcla N°10*

Muestras	Área De Ingreso (cm <sup>2</sup> )	Área De Muestra (cm <sup>2</sup> )	Tiempo Promedio (S)	Alturas De Carga		Altura de la Muestra	Permeabilidad (k) (cm/s)
				H1 (cm)	Hr (cm)		
M-75	81.07	177.89	9.54	33.0	1.0	14.80	2.47
M-76	81.07	175.54	10.26	33.0	1.0	15.00	2.36

**Tabla 117**

*Coefficiente de Permeabilidad para el Diseño de Mezcla N°16*

Muestras	Área De Ingreso (cm <sup>2</sup> )	Área De Muestra (cm <sup>2</sup> )	Tiempo Promedio (S)	Alturas De Carga		Altura de la Muestra	Permeabilidad (k) (cm/s)
				H1 (cm)	Hr (cm)		
M-77	81.07	179.08	11.87	33.0	1.0	15.00	2.00
M-78	81.07	176.71	10.88	33.0	1.0	15.10	2.23

**Tabla 118**

*Coefficiente de Permeabilidad para el Diseño de Mezcla N°18*

Muestras	Área De Ingreso (cm <sup>2</sup> )	Área De Muestra (cm <sup>2</sup> )	Tiempo Promedio (S)	Alturas De Carga		Altura de la Muestra	Permeabilidad (k) (cm/s)
				H1 (cm)	Hr (cm)		
M-79	81.07	180.27	10.72	33.0	1.0	15.20	2.23
M-80	81.07	177.89	8.45	33.0	1.0	15.00	2.83

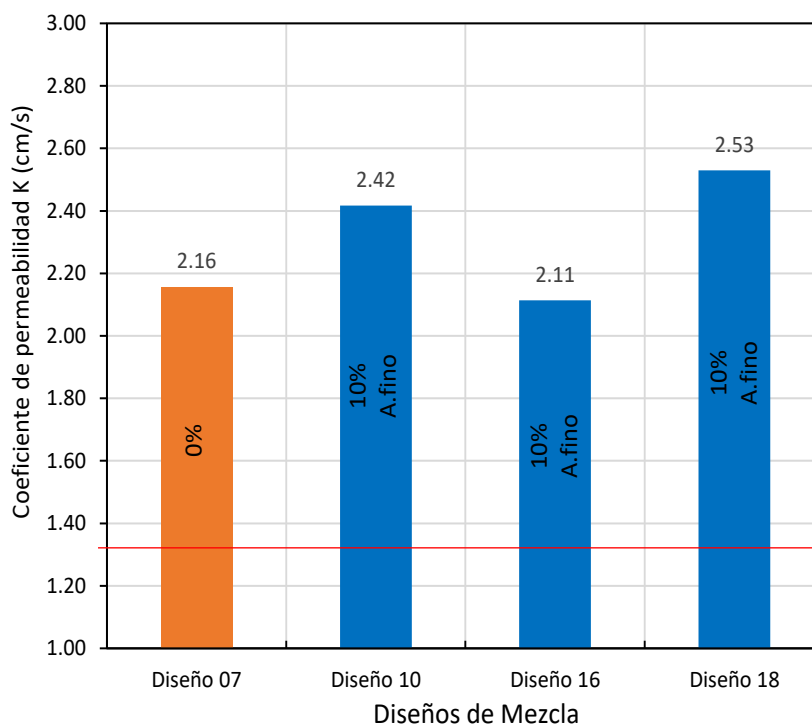
**Tabla 119**

*Resumen de los Coeficientes de Permeabilidad Promedio*

MUESTRAS	Permeabilidad (k) (cm/s)	Promedio Permeabilidad (k)
M-73	2.27	2.16
M-74	2.04	
M-75	2.47	2.42
M-76	2.36	
M-77	2.00	2.11
M-78	2.23	
M-79	2.23	2.53
M-80	2.83	

**Figura 41**

*Comparativa de Coeficientes de Permeabilidad Promedio*





Los resultados del ensayo de permeabilidad indican la capacidad del paso de agua a través del concreto. Según las especificaciones del ACI 522R-10, el coeficiente de permeabilidad debería oscilar entre 0,14 y 1,22 cm/s. En nuestros ensayos, observamos que el coeficiente de permeabilidad promedio para el diseño de mezcla sin finos es de 2.16 cm/s, lo cual supera el límite superior permitido. En el caso de los diseños con 10% de Agregado Fino, obtuvimos un valor promedio de 2.35 cm/s, la cual nos indica que está por encima de los rangos, lo que significaría que la permeabilidad del concreto supera lo establecido en la norma del ACI 522R-10, reflejando mayor capacidad de permeabilidad, siempre y cuando la resistencia a la compresión se mantiene en el rango establecido por la norma.

## **4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS**

### **4.2.1. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS GENERAL**

Los resultados refuerzan la hipótesis general al demostrar que la gradación de agregado y la relación agua/cemento permiten la elaboración de un concreto permeable con aditivo superplastificante, en el cual el concreto supera la resistencia requerida y exhibe una mayor capacidad de permeabilidad, respaldando ambas afirmaciones. En resumen, la hipótesis general se sostiene con base en las pruebas específicas realizadas.

### **4.2.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS ESPECÍFICA**

**Hipótesis específica 1.** Las propiedades de las distintas combinaciones en la gradación de los agregados extraídos de la cantera Wuanuko Mix son adecuados para la elaboración del concreto permeable, lo cual tendrá una significativa diferencia.

**Tabla 120***Resumen de las propiedades físicas del agregado*

ENSAYOS DE LABORATORIO	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO			UNIDAD	NORMA
		3/4"	1/2"	3/8"		
Granulometría	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Dentro de los límites	ASTM C136
Módulo de fineza	2.36	7.48	6.93	6.47	Adim.	ASTM C136
Contenido de Humedad	3.25	0.0168	0.0227	0.0238	%	ASTM C566
Densidad	2110.92	2746.04	2682.68	2642.31	Kg/m3	ASTM C127
Absorción	2.5	0.83	1.34	1.27	%	ASTM C127
Peso Unitario Suelto	1566.98	1333.02	1355.66	1295.28	Kg/m3	ASTM C29
Peso Unitario Compactado	1680.19	1477.36	1476.42	1390.57	Kg/m3	ASTM C29

*Nota. Adim= Adimensional.***Tabla 121***Resumen de Cantidad de Materiales en los Distintos Diseños de Mezcla Elaborados para 1m<sup>3</sup>*

COD.	% de A. Fino	Granulometría A. Grueso (pulg)	A. Grueso (kg)	A. fino (kg)	Cemento (kg)	Agua (l)	Aditivo (l)
DM-01	0	3/4	1474.73	-	468.70	140.61	2.34
DM-02	0	3/4	1474.73	-	433.43	151.70	2.17
DM-03	0	3/4	1474.73	-	403.10	161.24	2.02
DM-04	0	1/2	1481.24	-	444.13	133.24	2.22
DM-05	0	1/2	1481.24	-	410.71	143.75	2.05
DM-06	0	1/2	1481.24	-	381.96	152.79	1.91
DM-07	0	3/8	1394.15	-	484.00	145.20	2.42
DM-08	0	3/8	1394.15	-	447.58	156.65	2.24
DM-09	0	3/8	1394.15	-	416.26	166.50	2.08
DM-10	10	3/4	1266.02	140.67	455.03	136.51	2.73
DM-11	10	3/4	1266.02	140.67	420.79	147.28	2.52
DM-12	10	3/4	1266.02	140.67	391.34	156.54	2.35
DM-13	10	1/2	1271.06	141.23	433.06	129.92	2.60
DM-14	10	1/2	1271.06	141.23	400.47	140.17	2.40
DM-15	10	1/2	1271.06	141.23	372.45	148.98	2.23
DM-16	10	3/8	1204.70	133.86	467.07	140.12	2.80
DM-17	10	3/8	1204.70	133.86	431.93	151.17	2.59
DM-18	10	3/8	1204.70	133.86	401.70	160.68	2.41

*\*DM= Diseño de Mezcla.*

El resumen de las características mecánicas de los agregados finos y gruesos se encuentran en las tablas 115 y 116, respectivamente. Estos datos fueron fundamentales para llevar a cabo el diseño de una mezcla de concreto permeable. Por lo tanto, podemos afirmar que la hipótesis específica 1, que sostenía que los valores tendrán una diferencia significativa en las propiedades mecánicas de los agregados provenientes de la cantera Wuanuko Mix eran adecuados para la creación de un concreto permeable, se ha confirmado como válida. Esto se debe a que los valores de las propiedades mecánicas tienen un papel positivo en la capacidad de diseñar un concreto permeable de buena calidad.

**Hipótesis específica 2.** Los valores de la dosificación del concreto permeable con aditivo superplastificante utilizando agregado grueso de 3/4" y 3/8" y agregado fino a 0% y 10% de la cantera de Wuanuko Mix manteniendo las propiedades permeables llegan a los siguientes resultados, teniendo en consideración la norma ACI 522R-10.

**Tabla 122**

*Resultados de Resistencia a la Compresión Mayores a 210kg/cm<sup>2</sup>*

Diseño de Mezcla	A/C	% de A. Fino	Granulometría de A. Grueso	F'c a los 28 días (kg/cm <sup>2</sup> )
Diseño 07	0.30	0%	3/8"	211.40
Diseño 10	0.30	10%	3/4"	224.57
Diseño 16	0.30	10%	3/8"	213.55
Diseño 18	0.40	10%	3/8"	227.48

De todas las muestras ensayadas en el laboratorio, hay 4 diseño de mezcla las cuales son de 211.40, 224.57, 213.55 y 227.48 respectivamente, haciendo que la hipótesis formulada "los valores de resistencia a la compresión del concreto permeable con aditivo superplastificante supere la resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup> manteniendo las propiedades permeables en la cual se especifica líneas abajo en la hipótesis específica 3" es válida.

**Hipótesis específica 3.** Los valores de permeabilidad del concreto destinado al tráfico ligero, elaborado con agregado grueso de 3/4" y 3/8" y agregado fino a 0% y 10% de la cantera Wuanuko Mix, se encuentran por encima de los límites especificados en el estándar ACI 522R-10 como se ve en la Tabla 08 (Operacionalización de Variables).

**Tabla 123**

*Coefficiente de Permeabilidad Promedio para 0% A. Fino*

<b>% de A. Fino</b>	<b>Granulometría de A. Grueso</b>	<b>Granulometría de A. Grueso</b>	<b>Permeabilidad K (cm/s)</b>	<b>Promedio de K (cm/s)</b>
0%	3/8"	M-73	2.27	2.16
		M-74	2.04	

**Tabla 124**

*Coefficiente de Permeabilidad Promedio para 10% A. Fino*

<b>% de A. Fino</b>	<b>Granulometría de A. Grueso</b>	<b>Permeabilidad K (cm/s)</b>	<b>Permeabilidad K (cm/s)</b>	<b>Promedio de K (cm/s)</b>
10%	3/4"	M-75	2.47	2.42
		M-76	2.36	
10%	3/8"	M-77	2.00	2.11
		M-78	2.23	
10%	3/8"	M-79	2.23	2.53
		M-80	2.83	

El coeficiente de permeabilidad promedio se registra desde 2.11 cm/s a 2.53 cm/s, lo cual está por encima del rango aceptado de 0.14 cm/s a 1.22 cm/s de la normativa del ACI 522R-10, lo que implicaría que la permeabilidad de las probetas tienen una mayor capacidad de permeabilidad, Esto respalda la validez de la hipótesis formulada, que afirmaba que los valores de permeabilidad del concreto permeable para tráfico liviano utilizando agregado grueso y agregado fino de la cantera de Wuanuko Mix es válida.

### 4.2.3. PRUEBA DE HIPÓTESIS

La hipótesis general ha sido verificada mediante la aplicación del método estadístico conocido como prueba t de Student, el cual se encuentra detallado en el libro de estadística descriptiva e inferencial de (Córdova Zamora, 2009, págs. 422-429).

$$H_0: \mu_d \leq 0$$

$$H_1: \mu_d > 0$$

**Tabla 125**

*Media y Desviación Estándar en la resistencia de compresión*

Diseño de Mezcla	% de A. Fino	Días	Resistencia a Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Media de F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación Estándar (kg/cm <sup>2</sup> )
Diseño 01	0%	28	82.30		
Diseño 02	0%	28	82.59		
Diseño 03	0%	28	54.45		
Diseño 04	0%	28	143.00		
Diseño 05	0%	28	119.11		
Diseño 06	0%	28	101.82		
Diseño 07	0%	28	211.40		
Diseño 08	0%	28	143.93		
Diseño 09	0%	28	153.85	<b>154.83</b>	<b>50.69</b>
Diseño 10	10%	28	224.57		
Diseño 11	10%	28	167.62		
Diseño 12	10%	28	182.51		
Diseño 13	10%	28	167.52		
Diseño 14	10%	28	161.67		
Diseño 15	10%	28	180.21		
Diseño 16	10%	28	213.55		
Diseño 17	10%	28	169.33		
Diseño 18	10%	28	227.48		

**Tabla 126**

*Media y Desviación Estándar para la permeabilidad del concreto*

Diseño de Mezcla	% de A. Fino	Coficiente de permeabilidad k (cm/s)	Media de k (cm/s)	Desviación Estándar de k (cm/s)
Diseño 07	0%	2.16		
Diseño 10	10%	2.42	<b>2.31</b>	<b>0.20</b>
Diseño 16	10%	2.11		
Diseño 18	10%	2.53		

a. Tipo de prueba.

Dado que es necesario comparar las dos formas de medir el tirante hidráulico y estas pueden ser tanto iguales como diferentes, la prueba se lleva a cabo en una configuración es unilateral con cola a la derecha.

$$t < t_{(1-\alpha).(n-1)} \text{ (Unilateral derecho).}$$

b. Nivel de significancia.

El nivel de significancia es de  $\alpha=0.05$

c. Datos a considerar.

**H<sub>i</sub>** = Los agregados de la cantera de Wuanuko Mix influyen favorablemente en la permeabilidad y la resistencia a la compresión del concreto permeable donde cumple con valores establecidos en la norma ACI 522R-10.

$\mu \leq 28.55 \text{ kg/cm}^2$  (los agregados y relación a/c influye desfavorablemente).

$\mu > 28.55 \text{ kg/cm}^2$  (los agregados y relación a/c influye favorablemente).

**gl** = (n-1) = 18-1 = 17 grados de libertad.

$\mu \leq 0.14 \text{ cm/s}$  (los agregados y relación a/c influye desfavorablemente).

$\mu > 0.14 \text{ cm/s}$  (los agregados y relación a/c influye favorablemente).

**gl** = (n-1) = 4-1 = 3 grados de libertad.

d. Fórmulas para el cálculo.

Estadístico de prueba T Student:

$$t = \frac{xi - \mu}{\frac{S_d}{\sqrt{n}}}$$

Donde:

- $X_i$  : Media.
- $\mu$  : Media poblacional.
- $S_d$  : Desviación estándar.
- $n$  : Numero de la muestra.

Fórmula para calcular la desviación estándar.

$$s_d = \sqrt{\frac{(d_i - \bar{d})^2}{n - 1}}$$

$t$  : Estadístico t calculado.

$\bar{d}$  : Promedio de las diferencias.

$S_d$ : Desv. estándar de las diferencias.

Que sigue una distribución t con n-1 grados de libertad.

e. Cálculo estadístico.

$$t = \frac{154.83 - 28.55}{\frac{50.69}{\sqrt{18}}} = 10.569$$

gl = 17

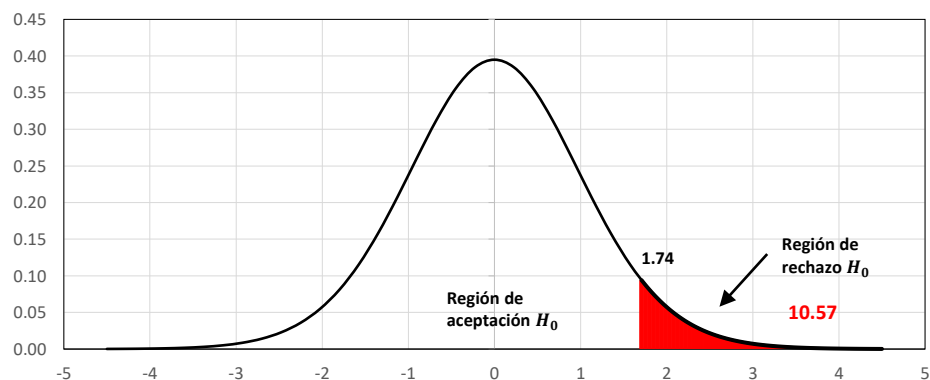
$\alpha = 0.05 = 5\%$

$t < t_{(1-\alpha).(n-1)} = 1.7396$

p-valor =  $3.42 \times 10^{-9}$

**Figura 42**

*T de Student para la Resistencia a la Compresión*



Al observar la figura, se aprecia que tanto el valor  $t = 29.20$  como el  $t = 54.90$  se encuentran en la zona roja. Por lo tanto, podemos concluir que la hipótesis  $H_i$ , que establece que los agregados y la relación agua/cemento de la cantera Wuanuko Mix tienen un impacto positivo en la resistencia a la compresión en la elaboración del concreto permeable, cumple con los valores establecidos en la norma ACI 522R-10 y, por lo tanto, es válida.

$$t = \frac{2.165 - 0.14}{\frac{0.166}{\sqrt{4}}} = 26.0164$$

$$gl = 3$$

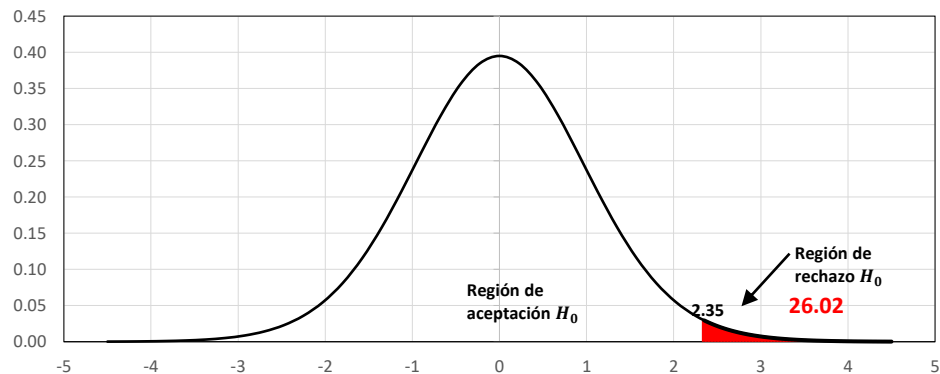
$$\alpha = 0.05 = 5\%$$

$$t < t_{(1-\alpha), (n-1)} = 2.3534$$

$$p\text{-valor} = 6.23 \times 10^{-5}$$

**Figura 43**

*T de Student para el Coeficiente de Permeabilidad.*



Al analizar la figura, se puede apreciar el valor  $t = 26.02$  se sitúan en la región roja. Por lo tanto, podemos concluir que la hipótesis  $H_i$ , que afirma que los agregados y la relación agua/cemento de la cantera de Wuanuko Mix tienen un efecto positivo en la permeabilidad en la elaboración del concreto permeable, cumpliendo con los estándares establecidos en la norma ACI 522R-10, es válida.



## CAPÍTULO V

### DISCUSIÓN DE RESULTADOS

#### 5.1 CONTRASTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Basándonos en los resultados obtenidos en esta investigación, se confirma la hipótesis que sugiere que los agregados y la relación agua/cemento proveniente de la cantera Wuanuko Mix en la cual tienen un impacto positivo en la permeabilidad y resistencia a la compresión del concreto permeable, cumpliendo con los estándares especificados en la norma ACI 522R-10. En el análisis de los resultados de esta investigación, se tomó en consideración antecedentes previos relacionados con el tema de investigación. Por lo tanto, en la discusión que sigue, se resaltarán los resultados más relevantes encontrados por investigadores anteriores en este tema.

Según Caballero et al. (2019), considera una porosidad del 15% para concreto sin agregado fino en su elaboración, y un 25% de contenido de vacío cuando se considera agregado fino donde implicarán que estos vacíos serán menores al material cementante, esto se dará por el llenado de sus poros con agregado. En cuanto al uso de este tipo de concretos, se pueden emplear con éxito en pavimentos donde no existe un sistema de drenaje adecuado, ya que tienen un buen comportamiento bajo cargas de compresión. Sin embargo, es no son adecuados para vías de alto tráfico, ya que su durabilidad se vería comprometida.

Comparando mis resultados con las conclusiones de Caballero (2019), se observan diferencias en los niveles de porosidad utilizados. Mi investigación empleó contenido de vacío del 17% en todos los diseños de mezclas obteniendo resistencias a compresión favorables (superiores a 210 kg/cm<sup>2</sup>) aptas para pavimentos de bajo tránsito.

Según Chaparro (2021), Se desarrolló un concreto poroso con la incorporación de fibras sintéticas TUF-STRAND. Se evaluaron propiedades mecánicas e hidráulicas. Se analizó el comportamiento con dos tamaños de agregado grueso y diferentes procedencias, concluyendo que el tipo de agregado influye más en la eficiencia del concreto permeable que su tamaño,

recomendando fuentes aluviales para el agregado. Se caracterizaron los materiales siguiendo las normas y se descubrieron que un 5% de contenido de agregado fino mejora la resistencia sin afectar la sostenibilidad del concreto permeable.

De la investigación de Chaparro (2021), mi punto de vista es opuesto a la aseveración de los tamaños de agregado, por lo cual podemos decir que, si influyen en la resistencia del concreto, en nuestra investigación podemos ver tamaños de 3/4", 1/2", 3/8", en la cual tenemos mejores resultados usando el de 3/8" en casi todas sus muestras ensayadas en laboratorios, más si concuerdo que la utilización aun sea en poco porcentaje de agregado fino da mejores resultados en la resistencia.

Amorós y Bendezú (2019) Lograron determinar la mezcla ideal para que el concreto permeable alcance una resistencia de 283.06 kg/cm<sup>2</sup>, utilizando una relación agua/cemento de 0.38. Esta mezcla incluyó un porcentaje de vacíos del 13%, un 1.5% de aditivo Superplastificante, 161,1 kg de arena y 1449,93 kg de piedra, todo ello para una dosificación correspondiente a 1 m<sup>3</sup> de concreto.

En la presente investigación llegamos a una máxima resistencia de 227.48 kg/cm<sup>2</sup>, utilizando una relación agua/cemento de 0.40 esta y todas las mezclas tuvieron un porcentaje de vacíos del 17% y un porcentaje de aditivo superplastificante de 0.60 con 133.86 kg de agregado fino y 1204.70 kg de agregado grueso para un 1m<sup>3</sup> de concreto permeable, aunque las proporciones son distintas en ambos diseños, coincidimos que el concreto puede ser usado para la carpeta de rodadura de un pavimento.

Tarifeño (2019), desarrolló diseños de concreto con características específicas, logrando una resistencia a la compresión promedio de 193.33 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días y una tasa de infiltración promedio de 0.61 cm/s. Se determino que una relación agua/cemento entre 0.35 y 0.38 sea óptima, evitando debilidad o excesiva impermeabilidad. La adición de agregados finos mejora la resistencia y trabajabilidad. El porcentaje de vacíos se mantuvo en un 10%, obteniendo una resistencia de 193,33 kg/cm<sup>2</sup>. El coeficiente de permeabilidad osciló entre 1,4 mm/s y 12,2 mm/s, cumpliendo con las normas.

El presente trabajo de investigación logró una resistencia a la compresión superior al diseñar un concreto permeable con una relación

agua/cemento cercano a las recomendaciones de Tarifeño. La inclusión de agregados finos y el control del porcentaje de vacíos son factores esenciales en el diseño de mezcla. Además, se logró una permeabilidad dentro de los rangos permitidos. Estos hallazgos respaldan la viabilidad de utilizar el concreto permeable en aplicaciones de pavimentación y drenaje.

Según Altamirano (2019), En el estudio, se probaron diferentes mezclas de concreto con y sin agregado fino. Las resistencias a la compresión se mantuvieron dentro de los rangos recomendados por el ACI 522R en ambos casos. El coeficiente de permeabilidad también cumplió con las especificaciones. A pesar de que las pruebas de laboratorio no alcanzaron la resistencia de diseño de 175 kg/cm<sup>2</sup>, cumplieron con las normas. Además, se observará que las mezclas con agregado fino tuvieron un menor asentamiento en comparación con las mezclas sin agregado fino.

Nuestra investigación logró una resistencia a la compresión alta a comparación del Altamirano y destacó la importancia del tamaño de muestra, se llegó a la resistencia optima a la cual fue diseñado (210 kg/cm<sup>2</sup>) y el uso de agregado fino fue de crucial importancia para el diseño de mezcla. Esto indica un prometedor resultado para la aplicación de pavimento (bajo transito) utilizando el concreto permeable.

## CONCLUSIONES

En esta investigación, se alcanzaron los objetivos establecidos de manera exitosa. Se determinó la gradación de agregado y la relación agua/cemento óptimas para la elaboración de concreto permeable con aditivo superplastificante que cumpla con los requisitos de resistencia a compresión y permeabilidad especificados en la norma ACI 522R-10.

- Los resultados de esta investigación confirmaron que la gradación de los agregados es un factor crucial en la resistencia y permeabilidad del concreto permeable con aditivo. La hipótesis específica 1, afirma que la gradación de los agregados influyo significativamente en las propiedades mecánicas del concreto, se confirmó como válida. Los agregados provenientes de la cantera Wuanuko Mix demostraron ser adecuados para la elaboración de concreto permeable de buena calidad.
- La hipótesis específica 2, que sugiere que la relación agua/cemento y la dosificación del concreto, impacta en la resistencia del material sin afectar sus propiedades permeables, se validó con éxito. Se encontró que una relación agua/cemento de 0.40 y 0.30, agregados gruesos de 3/4", 3/8" y una dosificación como el diseño de mezcla 7, 10, 16 y 18 permitieron alcanzar resistencias superiores a 210 kg/cm<sup>2</sup>, manteniendo al mismo tiempo las propiedades permeables requeridas.
- La hipótesis específica 3, afirma que el concreto permeable elaborado con agregado grueso y fino de la cantera Wuanuko Mix cumplió con los valores de permeabilidad especificados en la norma ACI 522R-10, Los coeficientes de permeabilidad obtenidos oscilaron entre 2.11 cm/s y 2.53 cm/s, lo que superó el rango aceptado de 0.14 cm/s a 1.22 cm/s.
- Esta investigación proporciona valiosos conocimientos sobre la formulación de concreto permeable con aditivo superplastificante y su capacidad de resistencia y permeabilidad. Los resultados obtenidos respaldan la viabilidad de este tipo de concreto en aplicaciones como pavimentos, veredas, estacionamientos con centros de lavado y obras de drenaje, contribuyendo así al desarrollo sostenible de la construcción en el sector vial.

## RECOMENDACIONES

- Dada la elaboración del concreto permeable y su relevancia en la mitigación de problemas de pequeñas inundaciones en la superficie de rodadora, se recomienda la continuidad de la investigación. Se podrá considerar expandir el estudio para incluir más variables, diferentes aditivos o métodos de elaboración de concreto permeable llegando hasta la aplicación insitu realizando pruebas y evaluaciones en situaciones reales de pavimentación para validar aún más la efectividad y durabilidad del concreto permeable.
- Se recomienda hacer una comparación con otras canteras ya que en este proyecto de investigación solo se tomó en consideración la cantera de Wuanuko Mix, teniendo en cuenta la resistencia alcanzada con éxito (relaciones de agua/ cemento y los agregados utilizados) en este proyecto.
- Se recomienda realizar estudios de costo-beneficio para evaluar la viabilidad económica de la implementación del concreto permeable en comparación con otros métodos de pavimentación. Esto puede ayudar a convencer a las autoridades locales de considerar esta alternativa de solución para las calles que todavía faltan pavimentar (Propuesta en Malecón los Incas - Amarilis).
- Para esta investigación se proporcionó toda la información concerniente a la investigación más los diseños de mezcla a la empresa concretera Wuanuko Mix en ese sentido y de importancia poder colaborar estrechamente con las autoridades locales para promover el uso del concreto permeable en proyectos de pavimentación. Presentar los beneficios ambientales y de gestión del agua de manera efectiva. Así también proporcionar capacitación a los trabajadores de la construcción y contratistas locales sobre la correcta fabricación y colocación del concreto permeable. Esto es fundamental para garantizar resultados exitosos.

Estas recomendaciones servirán de ayuda para orientar futuras investigaciones y a impulsar como una alternativa al concreto permeable en proyectos de pavimentación en nuestra área de estudio.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altamirano Piñan, T. J. (2019). *Elaboración del Concreto Permeable para Transito Liviano Usando Agregados de la Cantera de Santa Maria del Valle "La Despensa" Huánuco - 2019*. Huánuco, Perú.
- Abanto Castillo, F. (2009). *Tecnología del Concreto*. Lima, Peru: San Marcos E.I.R.L.
- Amorós Morote, C. E., & Bendezú Ulloa, J. C. (2019). *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, Perú.
- Argos. (05 de Noviembre de 2019). *360 en concreto*. Obtenido de <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/categoryid/157/categoryname/buenas-practicas/agregados-finos-y-gruesos-manejabilidad-del-concreto>
- ASTM C33. (2023). *Especificación estándar para Agregado de Concreto*. ESTADOS UNIDOS: American Society of Testing Materials.
- ASTM C39. (2021). *Método de Ensayo Estándar para Esfuerzo de Compresión en Especímenes Cilíndricos de Concreto*. Pensilvania, Estados Unidos.
- Benjamin Dudley, C. (2007). *ASTM C33-07*. ESTADOS UNIDOS: American Society of Testing Materials.
- Caballero Fernández, J. L., Ladino Guavita, B. F., & Sucunchoque Herrera, A. C. (2019). *Diseño de una Mezcla de Concreto Poroso que Cumpla con la Normatividad Vigente en lo Concerniente a la Resistencia*. Colombia.
- Canal Construcción. (01 de Enero de 2019). *Aditivo Plastificante y Superplastificante para Hormigón*. Obtenido de <http://canalconstruccion.com/aditivos-plastificantes-hormigon.html>
- Candelas Ramírez, L. (2010). *Tecnología del Concreto Permeable o Ecológica en la Construcción*. México.

- Carrasco Diaz, S. (2005). *Metodología de la Investigación Científica*. Lima, Perú: San Marcos.
- Chaparro Fajardo, A. L. (2021). *Comportamiento a la Compresión y Flexión de un Pavimento en Concreto Poroso con Adición de Fibras Sintéticas*. Colombia.
- Concreto Supermix. (5 de Febrero de 2017). *Agregados para la Elaboración de Concreto*. Obtenido de <https://www.supermix.com.pe/agregados-para-la-elaboracion-de-concreto/>
- Córdova Zamora, M. (2009). *Estadística Descriptiva e Inferencial*. Lima,Peru: Librería Moshera S.R.L.
- Cruz León, A. M., & Medina Romero, B. A. (2019). *Influencia de la Relación Agua – Cemento, Tipo de Aditivo Impermeabilizante y de Cemento en la Resistencia a Compresión y Para la Permeabilidad en un Concreto Estructuras Hidráulicas*. Trujillo, Perú.
- F. Gomá. (1979). *El Cemento Portland y Otros Aglomerantes*. España: Editores Técnicos asociados S.A.
- Gamarra Rojas, R. A. (2019). *Estudio Comparativo de la Permeabilidad y la Resistencia a la Compresión del Concreto Poroso con el Uso De Agregado Fino y Aditivo Plastificante – Huánuco 2019*. Huánuco, Perú.
- García Haba, E. (2011). *Control de Escorrentías Urbanas Mediante Pavimentos Permeables: Aplicación en Climas Mediterráneos*. Valencia, España.
- Hernandez Sampieri, R., Fernandez collado, C., & Pilar Baptista, L. (2014). *Metodología de la Investigación*. Mexico: McGRAW-HILL.
- Instituto Americano de Concreto (ACI). (2006). *Norma ACI-522R-10*. Michigan, Estados Unidos.
- Jarauta Bragulat, I. (2019). *ADITIVOS SUPERPLASTIFICANTES Y REDUCTORES DE AGUA*.

- López Orozco, J. O. (2004). *Porosidad del Concreto*. Guatemala.
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (2009). *Ley de Recursos Hídricos – N° 29338*. Lima, Peru.
- Ministerio del Ambiente. (2005). *Ley General del Ambiente*. Lima, Perú.
- National Ready Mixed Concrete Association. (2015). *El Concreto en la Práctica ¿Qué, Por qué y cómo?* Virginia, Estados Unidos: NRMCA.
- NTP 339.034. (2008). *Método de Ensayo a la Compresión de probetas de concreto*. Lima, Perú.
- Porras Morales, J. M. (2017). *Metodología de diseño para concretos permeables y sus respectivas correlaciones de permeabilidad*. Costa Rica.
- Rivera Ildelfonso, J. C. (2021). *Diseño de Concreto Permeable Para Su Aplicación en Pavimentos como Sistema De Drenaje en la Ciudad de Huánuco - 2020*. Huánuco, Perú.
- Rodríguez Hernández, J. (2008). *Estudio, Análisis Y Diseño De Secciones Permeables De Firmes Para Vías Urbanas Con Un Comportamiento Adecuado Frente A La Colmatación Y Con La Capacidad Portante Necesaria Para Soportar Tráficos Ligeros*. Santander.
- Sabino, C. A. (1986). *El proceso de investigación*. Caracas, Venezuela: Editorial Panapo.
- Sanjuán Barbudo, M. Á., & Chinchón Yepes, S. (2014). *Introducción a la fabricación y normalización del cemento portland*. Alicante, España: Unión de Editores Universitarias Españolas.
- Sencico, S. p. (2011). *Aditivo Superplastificante*. Obtenido de <https://civilgeeks.com/2011/12/10/aditivos-superplastificantes/>
- Tarifeño Fonseca, B. Y. (2019). *Evaluación de las Propiedades del Concreto Permeable en Pavimentos Especiales, Lambayeque 2018*. Pimentel, Perú.



## COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Santiago Simón, R. E. (2024). *Análisis del agregado y relación agua/cemento para la óptima elaboración de concreto permeable con aditivo superplastificante utilizando materias primas de la cantera Wuanuko Mix – Huánuco* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

## **ANEXOS**

## ANEXO 1

### MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO	FORMULACIÓN DE PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE	INDICADORES	METODOLOGÍA	POBLACIÓN Y MUESTRA
<p>“Análisis del Agregado y Relación Agua/Cemento para la Óptima Elaboración de Concreto Permeable Con Aditivo Superplastificante Utilizando Materias Primas de la Cantera Wuanuko Mix – Huánuco”</p>	<p><b>Problema Principal.</b> ¿Qué gradación de agregado y relación de agua/cemento es la óptima para la elaboración del concreto permeable con aditivo superplastificante, para que esta cumpla con los requisitos de resistencia y permeabilidad especificados?</p>	<p><b>Objetivo General.</b> Determinar la gradación de agregado y la relación agua/cemento para que el concreto permeable con aditivo superplastificante sea optimo, que cumpla con los requisitos de resistencia y permeabilidad especificados.</p>	<p><b>Hipótesis General.</b> La gradación de agregado y la relación agua/cemento permitirá una óptima elaboración de concreto permeable con aditivo superplastificante que cumple con los requisitos de resistencia y permeabilidad especificados.</p>	<p><b>V. Independiente.</b> Clasificación de Agregado y Relación de Agua/Cemento (A/C).</p>	<p><b>V. Independiente.</b> - Clasificación estándar para tamaños de agregado ASTM D 448 y C 33. - De acuerdo con la ACI Committee 522, 2010. Cumpliendo con los requisitos de ASTM D 448 y C 33.</p>	<p><b>Enfoque.</b> La presente investigación cuenta con él enfoque de tipo cuantitativa dando lugar a las pruebas de hipótesis, teoría y a los resultados de los ensayos realizados en el laboratorio.</p>	<p><b>Población.</b> En esta investigación se considerará una población total 80 especímenes, de la cual se tiene como objetivo encontrar los valores representativos según el análisis para la obtención de un diseño optimo del concreto permeable con aditivo superplastificante.</p>
	<p><b>Problema Específico.</b> • ¿Qué propiedades debe tener el concreto permeable con el aditivo superplastificante? • ¿Cuál será la dosificación del concreto permeable con aditivo superplastificante para obtener una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>? • ¿Qué Coeficiente de permeabilidad deberá tener para que el concreto se considere permeable.</p>	<p><b>Objetivos Específicos.</b> •Analizar las propiedades del concreto permeable con aditivo superplastificante en los estados fresco y endurecido. •Determinar la dosificación del concreto permeable con aditivo que logre una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>, manteniendo las propiedades permeables requeridas. •Determinar el coeficiente de permeabilidad para que el concreto sea considerado permeable, de acuerdo con las normativas y estándares establecidos.</p>	<p><b>Hipótesis Específico.</b> •Habrá diferencias significativas en las propiedades entre diferentes combinaciones de gradación de agregado y relación agua/cemento, en los estados fresco y endurecido. •Se encontrará una dosificación del concreto permeable con aditivo superplastificante que logre una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup> manteniendo las propiedades permeables requeridas. •El coeficiente de permeabilidad del concreto cumple con las normativas y estándares establecidos, lo que lo hace considerado como un concreto permeable.</p>	<p><b>V. Dependiente.</b> Elaboración del concreto Permeable con aditivo superplastificante.</p>	<p><b>V. Dependiente.</b> - Resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas (NTP 339.034, ASTM C 39). - Prueba de permeabilidad (Permeámetro de carga variable) ACI 522-R.</p>	<p><b>Alcance o Nivel.</b> Clasificado como una investigación relacional.</p>	<p><b>Diseño.</b> El diseño de esta investigación es experimental puro, con series cronológicas sin repetición.</p>

## ANEXO 2

### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE FABRICANTES



#### FICHA TÉCNICA

## CEMENTO ANDINO PREMIUM

#### DESCRIPCIÓN:

Tipo I, Cemento Portland de uso general.

#### BENEFICIOS:

- > Excelente Trabajabilidad.
- > Acabado perfecto.
- > Alta resistencia a mediano y largo plazo.
- > Alta durabilidad.
- > Alto desempeño.
- > Bajo contenido de álcalis.

#### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:

- > Cumple con la Norma Técnica Peruana NTP - 334.009 y la Norma Técnica Americana ASTM C-150.

#### APLICACIONES:

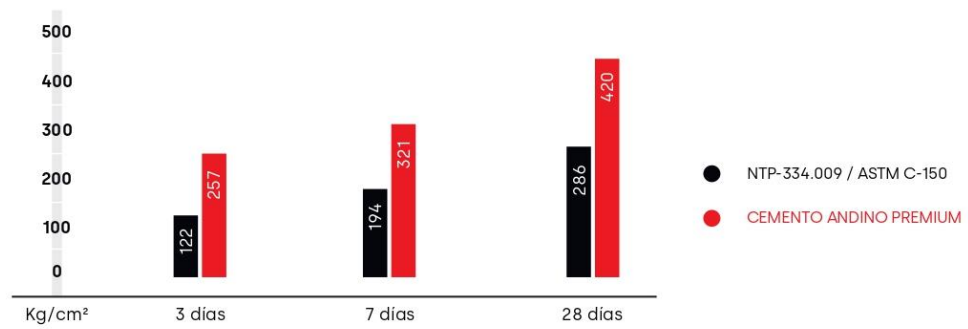
- > Para estructuras sólidas de acabados perfectos.
- > Construcciones en general de gran envergadura.

#### FORMATO DE DISTRIBUCIÓN:

- > Bolsas de 42.5 kg: 03 pliegos (02 de papel + 01 film plástico).
- > Granel: A despacharse en camiones bombonas y *big bags*.

#### REQUISITOS MECÁNICOS:

COMPARACIÓN RESISTENCIAS NTP-334.009 / ASTM C-150 VS. CEMENTO ANDINO PREMIUM.



## PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

PARÁMETRO	UNIDAD	CEMENTO ANDINO PREMIUM	REQUISITOS NTP-334.009/ ASTM C-150
Contenido de aire	%	6	Máximo 12
Expansión autoclave	%	0.03	Máximo 0.80
Superficie específica	m <sup>2</sup> /kg	386	Mínimo 260
Densidad	g/cm <sup>3</sup>	3.18	No específica
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</b>			
Resistencia a la compresión a 3 días	kg/cm <sup>2</sup>	257	Mínimo 122
Resistencia a la compresión a 7 días	kg/cm <sup>2</sup>	321	Mínimo 194
Resistencia a la compresión a 28 días	kg/cm <sup>2</sup>	420	Mínimo 286
<b>TIEMPO DE FRAGUADO</b>			
Fraguado Vicat inicial	min	122	Mínimo 45
Fraguado Vicat final	min	285	Máximo 375
<b>COMPOSICIÓN QUÍMICA</b>			
MgO	%	1.6	Máximo 6.0
SO <sub>3</sub>	%	2.6	Máximo 3.0
Pérdida al fuego	%	1.2	Máximo 3.0
Residuo insoluble	%	0.5	Máximo 1.5
<b>FASES MINERALÓGICAS</b>			
C3S	%	55	No específica
C2S	%	16	No específica
C3A	%	7	No específica
C4AF	%	10	No específica
<b>ÁLICALIS EQUIVALENTES</b>			
Contenido de álcalis equivalentes	%	0.53	Máximo 0.60*

\*Requisito opcional

## RECOMENDACIONES GENERALES

### DOSIFICACIÓN:

- > Utilizar agua, arena y piedra libre de impurezas.
- > Respetar la relación agua-cemento (a/c) a fin de obtener un buen desarrollo de resistencias, trabajabilidad y performance del cemento.
- > Para desarrollar la resistencia a la compresión del concreto y evitar grietas, se necesita curar por lo menos durante 7 días.

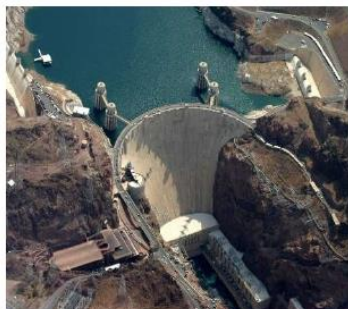
### MANIPULACIÓN:

- > Se debe manipular el cemento en ambientes ventilados.
- > Usar la vestimenta y epp adecuados: casco, protectores para los ojos, guantes y botas.
- > El contacto con la humedad o con el polvo de cemento sin protección puede causar irritación o daño en la piel.

### ALMACENAMIENTO:

- > Las bolsas con cemento deben ser almacenadas en recintos secos, protegidos de la intemperie, lluvia y humedad.
- > Las bolsas deben ser colocadas sobre parihuelas de madera seca, en áreas niveladas y estables. Posteriormente cubrir las con mantas de plástico.
- > Apilar como máximo 10 bolsas de cemento y evitar tiempos prolongados de almacenamiento.

**ADITIVO  
ECOPLAST WG-5000**



[servicioalcliente@ecoandina-peru.com](mailto:servicioalcliente@ecoandina-peru.com)



(51-1)-759-4004

Av. Paseo de la República 5181 Ofic. 903 A –  
Surquillo – Lima – Perú



**DESCRIPCIÓN**

**ECOPLAST WG-5000** es un SUPERPLASTIFICANTE, con efecto prolongado en la mantención de SLUMP.

Adicionado en obra COMO REGUALDOR O MODIFICADOR DE SLUMP asegura las resistencias al evitar el uso de agua a pie de obra, evitando usar altas dosis de cemento.

Es exento de cloruros. Por tanto, NO ES OXIDANTE de metales ferrosos.

**ASPECTOS TÉCNICOS**

- RAZÓN AGUA CEMENTO la reduce sin alterar la plasticidad del hormigón.
- TRABAJABILIDAD del hormigón mejora.
- TIEMPO DE TRABAJABILIDAD lo prolonga.
- DOCILIDAD se mantiene en hormigón fresco sin disminuir las resistencias
- IMPERMEABILIDAD del hormigón aumenta.
- RIESGO DE FISURACIÓN por retracción disminuye.

**REDUCCIÓN DE COSTOS**

A consecuencia del menor uso del producto, se reduce considerablemente el flete y o manipulación o circulación del mismo. Además, la reducción de cemento es otro factor importante ya que es uno de los insumos con mayor logística y /o movilización.

**DOSIS**

-Para concretos convencionales de 0.5% a 1% del peso del cemento

-Para concretos especiales de 1% a 2% del peso del cemento

Lo ideal es contactar el servicio técnico INDUSTRIAS ECO ANDINA para optimizar su aplicación.

**NORMAS**

Aditivo tipo F según ASTM C494. Cumple requisitos y especificaciones de norma SIA 162 (1989) y EN 942-2

**DATOS TÉCNICOS**

**Duración:**

8 meses almacenado en lugar fresco y protegido del sol, recomendado por nuestro Sistema de Control de Calidad, si estuviera expuesto a climas extremos, protegerlo o aislarlo a una temperatura entre 10° a 20° centígrados.

**Presentación:**

En cilindros de 225 Kg o en dispenser de 1100 Kg

**Propiedades físicas:**

Apariencia: Líquido


Densidad: 1.08 ± 0.02 g/MI



## ANEXO 3

### ENSAYO DE LABORATORIO EN AGREGADOS

#### A. ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA PARA AGREGADO.



**LABORATORIO N°01 - CONCRETERA**  
**WUANUKO MIX E.I.R.L.**  
OBRA: CONSTRUCCIÓN CIVIL Y CARRETERAS  
 Volquetes, Cargador Frontal, Mezcladora, vibradora, etc.  
 VENTA DE MATERIALES DE CONSTRUCCION NO METALICOS  
 Piedra, Hierro, Arena, arena fina, etc.

PROYECTO N° 004-2021  
 REGISTRO N° 19

**PROYECTO:** "ANÁLISIS DEL AGREGADO Y RELACION AGUA/CEMENTO PARA LA ÓPTIMA ELABORACIÓN DE CONCRETO PERMEABLE CON ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE UTILIZANDO MATERIAS PRIMAS DE LA CANTERA WUANUKO MIX - HUANUCO"

**UBICACIÓN:** Dep.: HUANUCO, Prov.: HUANUCO, Distrito: PILLCO MARCA, Lugar: ANDABAMBA

**TESISTA:** Bach. Robinson Edgar Santiago Simon

**MUESTRA:** MA-4

**LABORATORISTA:** ING. RESPONSABLE

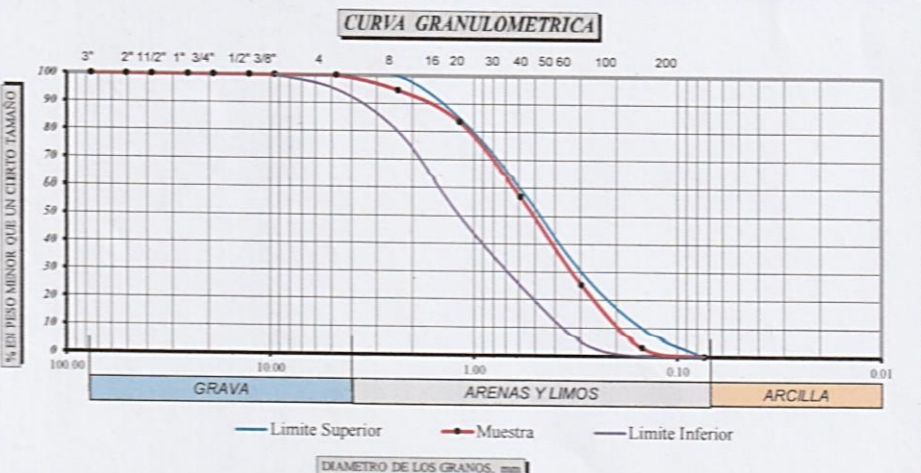
**ENSAYO:** ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADO FINO

**FECHA:** Abril 2021

**ANÁLISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM - C136**

TAMIZ No	DIAMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	TAMAÑO MÁXIMO =	N°08
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA							
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	AGREGADO FINO CON MAYOR PRESENCIA DE TAMIZ N°50  PESO UNITARIO SECO: 1566.98 kg/m <sup>3</sup> P.U. COMPACTADO: 1680.19 kg/m <sup>3</sup> Coeficiente de Uniformidad Coeficiente de Curvatura CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO MÓDULO DE FINEZA = 2.36 % DE ABSORCIÓN = 2.50 CONTENIDO DE HUMEDAD = 3.25 DENSIDAD (kg/m <sup>3</sup> ) = 2110.92	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00		
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00		
No 4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00		
No 8	2.360	100.10	5.18	5.18	94.82		
No 16	1.180	215.80	11.17	16.35	83.65		
No 30	0.590	515.40	26.67	43.02	56.98		
No 50	0.297	610.70	31.60	74.62	25.38		
No 100	0.149	430.30	22.27	96.88	3.12		
No 200	0.074	60.20	3.12	100.00	0.00		
Bandeja	-	0.00	0.00	100.00	0.00	USO B	
<b>TOTAL</b>		<b>1932.60</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>		

**CURVA GRANULOMETRICA**



GRAVAS = 0.00 %    ARENAS Y LIMOS = 100.00 %    FINOS = 0.00 %

**CONCRETERA WUANUKO MIX**

*Luis F. Carrera Cristobal*

TECNICO DE CONCRETO

TEC. LABORATORISTA

*Walter C. Solano Beteta*

INGENIERO CIVIL

Reg. CIP N° 69676

ING. RESPONSABLE

Av. Tupac Amaru N° 1002 Cent. Paucarbamba Amarilis - Huanuco Paradero 13 Telf. 062635567 Cel. 941537558 - 990908690



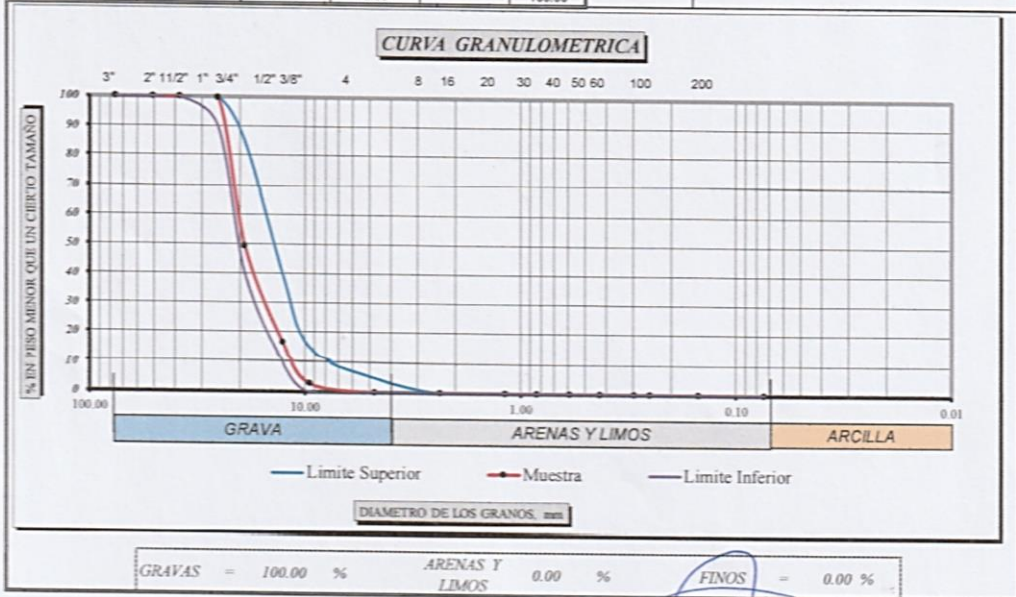
**LABORATORIO N°01 - CONCRETERA  
WUANUKO MIX E.I.R.L.**

OBRAS CONSTRUCCIÓN CIVIL Y CARRETERAS  
Volquetes, Cargador Frontal, Mezcladoras, vibradora, etc.  
VENTA DE MATERIALES DE CONSTRUCCION NO METALICOS  
Piedra, Hormigón, Arena fina, arena mediana, etc.

PROYECTO N° 004-2021  
REGISTRO N° 20

<b>PROYECTO:</b>	*ANÁLISIS DEL AGREGADO Y RELACIÓN AGUA/CEMENTO PARA LA ÓPTIMA ELABORACIÓN DE CONCRETO PERMEABLE CON ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE UTILIZANDO MATERIAS PRIMAS DE LA CANTERA WUANUKO MIX - HUÁNUCO*		
<b>UBICACIÓN:</b>	Dep.: HUÁNUCO	Prov.: HUÁNUCO	Distrito: PILLCO MARCA Lugar: ANDABAMBA
<b>TESISTA:</b>	Bach. Robinson Edgar Santiago Simon		<b>LABORATORISTA:</b>
<b>MUESTRA:</b>	MA-1		<b>ING. RESPONSABLE</b>
<b>ENSAYO</b>	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO GRUESO 3/4"		<b>FECHA:</b> Abril 2021

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM - C136						
TAMIZ No	DIÁMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	TAMAÑO MÁXIMO = 1"
3"	76.200	0.0	0.00	0.00	100.00	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA PIEDRA CHANCADA CON MAYOR PRESENCIA DE TAMIZ 3/4"
2"	50.800	0.0	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.100	0.0	0.00	0.00	100.00	
1"	25.400	32.1	0.37	0.37	99.63	
3/4"	19.050	4320.1	50.20	50.57	49.43	<b>PESO UNITARIO SECO:</b> 1333.02 kg/m <sup>3</sup>
1/2"	12.700	2826.3	32.84	83.41	16.59	<b>P.U. COMPACTADO:</b> 1477.36 kg/m <sup>3</sup>
3/8"	9.525	1174.1	13.64	97.06	2.94	Coefficiente de Uniformidad
No 4	4.750	253.4	2.94	100.00	0.00	Coefficiente de Curvatura
No 8	2.360	0.0	0.00	100.00	0.00	CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO
No 16	1.180	0.0	0.00	100.00	0.00	
No 20	0.840	0.0	0.00	100.00	0.00	% DE ABSORCIÓN = 0.83
No 30	0.590	0.0	0.00	100.00	0.00	CONTENIDO DE HUMEDAD = 0.02
No 40	0.425	0.0	0.00	100.00	0.00	DENSIDAD (kg/m <sup>3</sup> ) = 2746.04
No 50	0.297	0.0	0.00	100.00	0.00	USO <b>56</b>
No 60	0.250	0.0	0.00	100.00	0.00	
No 100	0.149	0.0	0.00	100.00	0.00	
No 200	0.074	0.0	0.00	100.00	0.00	
TOTAL		8606.0	0.00		100.00	



CONCRETERA WUANUKO MIX  
Luis F. Carrera Costabal  
TÉCNICO DE CONCRETO

TEC. LABORATORISTA

Wilmer G. Solano Beteta  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 69676

ING. RESPONSABLE





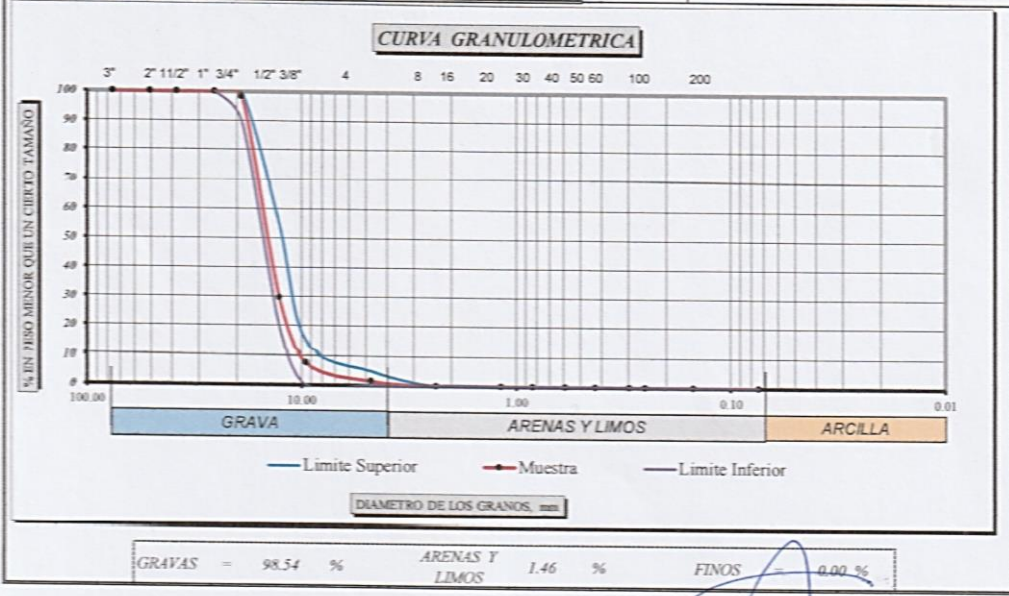
**LABORATORIO N°01 - CONCRETERA  
WUANUKO MIX E.I.R.L.**

OBRAS CONSTRUCCIÓN CIVIL Y CARRETERAS  
Volquetes, Cargador Frontal, Mezcladoras, vibradores, etc.  
VENTA DE MATERIALES DE CONSTRUCCION NO METALICOS  
Piedra, Hormigón, Arena, etc., arena fina, etc.

PROYECTO N° 004-2021  
REGISTRO N° 21

<b>PROYECTO:</b>	"ANÁLISIS DEL AGREGADO Y RELACION AGUA/CEMENTO PARA LA ÓPTIMA ELABORACIÓN DE CONCRETO PERMEABLE CON ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE UTILIZANDO MATERIAS PRIMAS DE LA CANTERA WUANUKO MIX - HUÁNUCO"		
<b>UBICACIÓN:</b>	Dep.: HUÁNUCO, Prov.: HUÁNUCO, Distrito: PILLCO MARCA, Lugar: ANDABAMBA	<b>LABORATORISTA:</b>	
<b>TESISTA:</b>	Bach. Robinson Edgar Santiago Simon	<b>ING. RESPONSABLE:</b>	
<b>MUESTRA:</b>	MA-2	<b>FECHA:</b>	Abril 2021
<b>ENSAYO:</b>	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO GRUESO 1/2"		

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM - C136							
TAMIZ No	DIÁMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	TAMAÑO MÁXIMO = 3/4"	
3"	76.200	0.0	0.00	0.00	100.00	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA PIEDRA CHANCADA CON MAYOR PRESENCIA DE TAMIZ 1/2"	
2"	50.800	0.0	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	38.100	0.0	0.00	0.00	100.00		
1"	25.400	0.0	0.00	0.00	100.00		
3/4"	19.050	54.1	1.81	1.81	98.19		
1/2"	12.700	2045.2	68.58	70.40	29.60	PESO UNITARIO SECO: 1355.66 kg/m <sup>3</sup>	
3/8"	9.525	656.7	22.02	92.42	7.58	P.U. COMPACTADO: 1476.42 kg/m <sup>3</sup>	
No 4	4.750	182.4	6.12	98.54	1.46	Coefficiente de Uniformidad	
No 8	2.360	43.6	1.46	100.00	0.00	Coefficiente de Curvatura	
No 15	1.180	0.0	0.00	100.00	0.00	CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO	
No 20	0.840	0.0	0.00	100.00	0.00	MODULO DE FINEZA = 6.93	
No 30	0.590	0.0	0.00	100.00	0.00	% DE ABSORCIÓN = 1.34	
No 40	0.425	0.0	0.00	100.00	0.00	CONTENIDO DE HUMEDAD = 0.0227	
No 50	0.297	0.0	0.00	100.00	0.00	DENSIDAD (kg/m <sup>3</sup> ) = 2682.68	
No 60	0.250	0.0	0.00	100.00	0.00	USO <b>6</b>	
No 100	0.149	0.0	0.00	100.00	0.00		
No 200	0.074	0.0	0.00	100.00	0.00		
TOTAL		2982.0	0.00		100.00		



CONCRETERA WUANUKO MIX  
**Luis F. Carrera Cristobal**  
TÉCNICO DE CONCRETO  
TEC. LABORATORISTA

**Wilmer C. Sotano Beteta**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 69676  
ING. RESPONSABLE



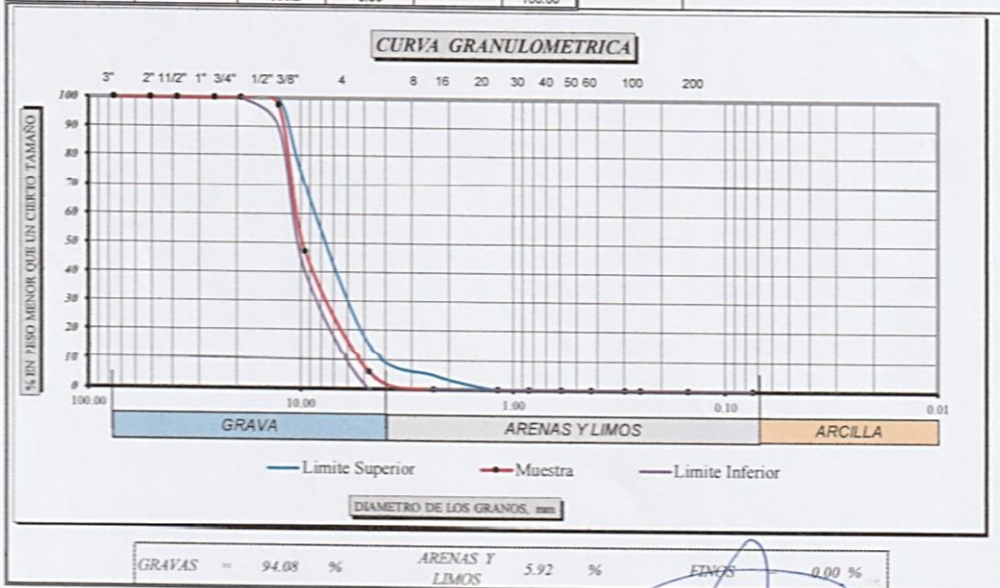
## LABORATORIO N°01 - CONCRETERA WUANUKO MIX E.I.R.L.

OBRAS CONSTRUCCIÓN CIVIL Y CARRETERAS  
Volquetes, Cargador Frontal, Mezcladoras, vibradores, etc.  
VENTA DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN NO METÁLICOS  
Piedra, Hormigón, Arena fina, arena gruesa, etc.

PROYECTO N° 004-2021  
REGISTRO N° 22

<b>PROYECTO:</b>	"ANÁLISIS DEL AGREGADO Y RELACIÓN AGUA/CEMENTO PARA LA ÓPTIMA ELABORACIÓN DE CONCRETO PERMEABLE CON ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE UTILIZANDO MATERIAS PRIMAS DE LA CANTERA WUANUKO MIX - HUÁNUCO"		
<b>UBICACIÓN:</b>	Dep.: HUÁNUCO. Prov.: HUÁNUCO. Distrito: PILLCO MARCA. Lugar: ANDABAMBA	<b>LABORATORISTA:</b>	
<b>TESISTA:</b>	Bach. Robinson Edgar Santiago Simon	<b>ING. RESPONSABLE:</b>	
<b>MUESTRA:</b>	MA-3	<b>FECHA:</b>	Abril 2021
<b>ENSAYO:</b>	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO GRUESO 3/8"		

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM - C136							
TAMIZ No	DIÁMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	TAMAÑO MÁXIMO = 1/2"	
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA							
3"	76.200	0.0	0.00	0.00	100.00	PIEDRA CHANCADA CON MAYOR PRESENCIA DE TAMIZ 3/8"	
2"	50.800	0.0	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	38.100	0.0	0.00	0.00	100.00		
1"	25.400	0.0	0.00	0.00	100.00		
3/4"	19.050	0.0	0.00	0.00	100.00		
1/2"	12.700	113.6	2.60	2.60	97.40	PESO UNITARIO SECO: 1295.28 kg/m <sup>3</sup>	
3/8"	9.525	2194.9	50.27	52.87	47.13	P.E. COMPACTADO: 1390.57 kg/m <sup>3</sup>	
No 4	4.760	1799.1	41.21	94.08	5.92	Coefficiente de Uniformidad	
No 8	2.360	258.6	5.92	100.00	0.00	Coefficiente de Curvatura	
No 16	1.180	0.0	0.00	100.00	0.00	CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO	
No 20	0.840	0.0	0.00	100.00	0.00	MODULO DE FINEZA	- 6.47
No 30	0.590	0.0	0.00	100.00	0.00	% DE ABSORCIÓN	- 1.27
No 40	0.425	0.0	0.00	100.00	0.00	CONTENIDO DE HUMEDAD	- 0.0238
No 50	0.297	0.0	0.00	100.00	0.00	DENSIDAD (kg/m <sup>3</sup> )	- 2642.31
No 60	0.250	0.0	0.00	100.00	0.00	USO	
No 100	0.149	0.0	0.00	100.00	0.00		
No 200	0.074	0.0	0.00	100.00	0.00		
TOTAL		4366.2	0.00		100.00		



**CONCRETERA WUANUKO MIX**  
 Luis P. Carrera Cristobal  
 TÉCNICO DE CONCRETO


TEC. LABORATORISTA

Ing. C. Sandoval Beteta  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 69676

ING. RESPONSABLE



## B. PORCENTAJE DE ABSORCIÓN.

 <p><b>LABORATORIO N°01 - CONCRETERA WUANUKO MIX E.I.R.L.</b> OBRAS: CONSTRUCCIÓN CIVIL Y CARRETERAS Volquetes, Cargador Frontal, Mezcladora, vibradora, etc. VENTA: DE MATERIALES DE CONSTRUCCION NO METALICOS Piedra, Herrerías, Armas roya, arena fina, etc.</p>		PROYECTO N° 04-2021 REGISTRO N° 25	
TESIS :	*ANÁLISIS DEL AGREGADO Y RELACIÓN AGUA/CEMENTO PARA LA ÓPTIMA ELABORACIÓN DE CONCRETO PERMEABLE CON ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE UTILIZANDO MATERIAS PRIMAS DE LA CANTERA WUANUKO MIX - HUÁNUCO*		
TESISTA:	Bach. SANTIAGO SIMÓN, ROBINSON EDGAR		
Localización:	Localidad: Andabamba / Dist.: Pillco Marca / Prov.: Huánuco / Reg.: Huánuco		
Material:	Agregado Fino		
Ensayo :	Porcentaje de Absorción (ASTM C 128-07a Y ASTM C 127-07 )		
Laboratorio:	Laboratorio N°01-WUANUKO MIX	Fecha:	Abril del 2021

MATERIALES PARA LA ELABORACION DEL ENSAYO	
BALANZA	
HORNO CAPACIDAD DE 110 ± 5°C	
TAMIZ DE N°04	
CUCHARON DE ALUMINIO (DESPACHO)	
TARA	

**AGREGADO FINO**

**PORCENTAJE DE ABSORCIÓN : ASTM C 128-07 a**

$$\%Abs = \left( \frac{(S - T_a) - (A - T_a)}{A - T_a} \right) \times 100$$

SIMB.	DESCRIPCION	UND	MUESTRA				
			M-1	M-2	M-3	M-4	M-5
Ta	MASA DE TARA	gr	125.00	125.00	125.00	125.00	125.00
S	MASA DEL A.FINO SATURADO SUP. SECO + TARA	gr	490.00	490.00	305.00	490.00	350.00
A	MASA DEL A.FINO SECADO AL HORNO + TARA	gr	455.00	485.00	295.00	475.00	345.00
-	MASA DEL AGUA	gr	5.00	5.00	10.00	5.00	5.00
-	MASA DEL A.FINO SATURADO SUP. SECO	gr	335.00	365.00	180.00	355.00	225.00
-	MASA DEL A.FINO SECADO AL HORNO	gr	330.00	360.00	170.00	350.00	220.00
Abs	% DE ABSORCIÓN	-	1.52	1.39	5.88	1.43	2.27

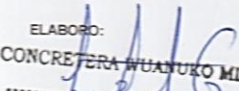
<b>PROMEDIO % DE ABSORCIÓN</b>	<b>2.50</b>
--------------------------------	-------------

OBSERVACIONES:	
----------------	--

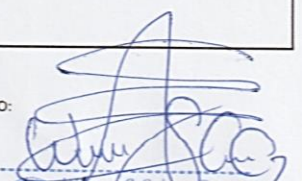
  

ELABORO:



**Luis F. Carrera Cristobal**  
TECNICO DE CONCRETO  
Firma:

REVISO:



**Wilmer G. Salas Beteta**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 69676  
Firma:

Av. Tupac Amaru N° 1002 Cent. Paucarbamba Amarilis - Huánuco Paradero 13  
 Telf. 062635567 Cel. 941537558 - 990908690 - 980651293 - 950379152



### LABORATORIO N°01 - CONCRETERA

WUANUKO MIX E.I.R.L.

OBRAS: CONSTRUCCIÓN CIVIL Y CARRETERAS

Volquetes, Cargador Frontal, Mezcladora, vibradora, etc.

VENTA: DE MATERIALES DE CONSTRUCCION NO METALICOS

Piedra, Hoermigón, Arena moja, arena fina, etc.

PROYECTO N° 04-2021  
REGISTRO N° 24

TESIS :	*ANÁLISIS DEL AGREGADO Y RELACIÓN AGUA/CEMENTO PARA LA ÓPTIMA ELABORACIÓN DE CONCRETO PERMEABLE CON ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE UTILIZANDO MATERIAS PRIMAS DE LA CANTERA WUANUKO MIX - HUÁNUCO*		
TESISTA:	Bach. SANTIAGO SIMON, ROBINSON EDGAR		
Localización:	Localidad: Andabamba / Dist.: Pillco Marca / Prov.: Huánuco / Reg.: Huánuco		
Material:	Agregado Grueso		
Ensayo :	Porcentaje de Absorción (ASTM C 128-07a Y ASTM C 127-07 )		
Laboratorio:	Laboratorio N°01-WUANUKO MIX	Fecha:	Abril del 2021

#### MATERIALES PARA LA ELABORACION DEL ENSAYO

FRANELAS DE ALGODÓN
BALANZA
BANDEJAS
HORNO CAPACIDAD DE 110 ± 5°C
CUCHARON DE ALUMINO (DESPACHO)

### AGREGADO GRUESO (RETENIDO 3/4")

#### PORCENTAJE DE ABSORCIÓN : ASTM C 127-07

$$\%Abs = \left( \frac{(P_i - T_a) - (P_f - T_a)}{P_f - T_a} \right) \times 100$$

SIMB.	DESCRIPCION	UND	MUESTRA		
			M-01	M-02	M-03
Ta	MASA DE TARA	gr	125.00	125.00	125.00
Pi	MASA DEL A.GRUESO SATURADO SUP. SECO + TARA	gr	871.70	827.80	708.00
Pf	MASA DEL A.GRUESO SECADO AL HORNO + TARA	gr	865.80	623.50	733.40
-	MASA DEL AGUA	gr	5.90	4.30	5.20
-	MASA DEL A.GRUESO SATURADO SUP. SECO	gr	746.70	502.80	613.60
-	MASA DEL A.GRUESO SECADO AL HORNO	gr	740.80	498.50	608.40
Abs	% DE ABSORCIÓN	-	0.80	0.86	0.85

PROMEDIO % DE ABSORCIÓN

0.83

OBSERVACIONES:	
----------------	--

ELABORÓ:  
CONCRETERA WUANUKO MIX  
*Luis F. Carrera Cristobal*  
TECNICO DE CONCRETO  
Firma:

REVISÓ:

Firma:

*Wilmar G. Soldano Beteta*  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 69676

Av. Tupac Amaru N° 1002 Cent. Paucarbamba Amarilla - Huánuco Paradero 13  
Telf. 062635567 Cel. 941537558 - 990908690 - 980651293 - 950379152





### LABORATORIO N°01 - CONCRETERA

WUANUKO MIX E.I.R.L.

OBRAS: CONSTRUCCIÓN CIVIL Y CARRETERAS

Volquetes, Cargador Frontal, Mercedoes, vibradores, etc

VENTA: DE MATERIALES DE CONSTRUCCION NO METALICOS

Piedra, Hormigón, Arena fina, arena gruesa, etc.

PROYECTO N° 04-2021

REGISTRO N° 25

TESIS :	*ANÁLISIS DEL AGREGADO Y RELACIÓN AGUA/CEMENTO PARA LA ÓPTIMA ELABORACIÓN DE CONCRETO PERMEABLE CON ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE UTILIZANDO MATERIAS PRIMAS DE LA CANTERA WUANUKO MIX - HUÁNUCO*		
TESISTA:	Bach. SANTIAGO SIMON, ROBINSON EDGAR		
Localización:	Localidad: Andabamba / Dist.: Pillco Marca / Prov.: Huánuco / Reg.: Huánuco		
Material:	Agregado Grueso		
Ensayo :	Porcentaje de Absorción (ASTM C 128-07a Y ASTM C 127-07 )		
Laboratorio:	Laboratorio N°01-WUANUKO MIX	Fecha:	Abril del 2021

#### MATERIALES PARA LA ELABORACION DEL ENSAYO

FRANELAS DE ALGODÓN
BALANZA
BANDEJAS
HORNO CAPACIDAD DE 110 ± 5°C
CUCHARON DE ALUMINIO (DESPACHO)

### AGREGADO GRUESO (RETENIDO 1/2")

**PORCENTAJE DE ABSORCIÓN : ASTM C 127-07**

$$\%Abs = \left( \frac{(P_i - T_a) - (P_f - T_a)}{P_f - T_a} \right) \times 100$$

SIMB.	DESCRIPCION	UND	MUESTRA		
			M-01	M-02	M-03
Ta	MASA DE TARA	gr	125.00	125.00	125.00
Pi	MASA DEL A.GRUESO SATURADO SUP. SECO + TARA	gr	620.40	642.30	674.00
Pf	MASA DEL A.GRUESO SECADO AL HORNO + TARA	gr	613.60	536.00	569.70
-	MASA DEL AGUA	gr	6.80	6.30	4.90
-	MASA DEL A.GRUESO SATURADO SUP. SECO	gr	495.40	417.30	449.60
-	MASA DEL A.GRUESO SECADO AL HORNO	gr	488.60	411.00	444.70
Abs	% DE ABSORCIÓN	-	1.34	1.60	1.10

PROMEDIO % DE ABSORCIÓN

1.34

OBSERVACIONES:

ELABORÓ:  
CONCRETERA WUANUKO MIX  
Luis F. Carrera Cristobal  
TÉCNICO DE CONCRETO  
Firma:

REVISÓ:

Firma:

Wagner C. Solano Beteta  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 69676

Av. Tupac Amaru N° 1002 Cent. Paucarbamba Amarilis - Huánuco Paradero 13  
Telf. 062635567 Cel. 941537558 - 990908690 - 980651293 - 950379152



### LABORATORIO N°01 - CONCRETERA

WUANUKO MIX E.I.R.L.

OBRAS: CONSTRUCCIÓN CIVIL Y CARRETERAS

Volquetes, Cargador Frontal, Mercedosa, vibradora, etc.

VENTA: DE MATERIALES DE CONSTRUCCION NO METALICOS

Piedra, Hormigón, Arena roja, arena fina, etc.

PROYECTO N° 04-2021  
REGISTRO N° 26

TESIS :	"ANÁLISIS DEL AGREGADO Y RELACIÓN AGUA/CEMENTO PARA LA ÓPTIMA ELABORACIÓN DE CONCRETO PERMEABLE CON ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE UTILIZANDO MATERIAS PRIMAS DE LA CANTERA WUANUKO MIX - HUÁNUCO"		
TESISTA:	Bach. SANTIAGO SIMON, ROBINSON EDGAR		
Localización:	Localidad: Andabamba / Dist.: Pillco Marca / Prov.: Huánuco / Reg.: Huánuco		
Material:	Agregado Grueso		
Ensayo :	Porcentaje de Absorción (ASTM C 126-07a Y ASTM C 127-07 )		
Laboratorio:	Laboratorio N°01-WUANUKO MIX	Fecha:	Abril del 2021

#### MATERIALES PARA LA ELABORACION DEL ENSAYO

FRANELAS DE ALGODÓN
BALANZA
BANDEJAS
HORNO CAPACIDAD DE 110 ± 5°C
CUCHARON DE ALUMINIO (DESPACHO)

### AGREGADO GRUESO (RETENIDO 3/8")

PORCENTAJE DE ABSORCIÓN : ASTM C 127-07

$$\%Abs = \left( \frac{(P_t - T_a) - (P_f - T_a)}{P_f - T_a} \right) \times 100$$

SIMB.	DESCRIPCION	UND	MUESTRA		
			M-01	M-02	M-03
Ta	MASA DE TARA	gr	125.00	125.00	125.00
Pi	MASA DEL A.GRUESO SATURADO SUP. SECO + TARA	gr	401.70	669.60	586.10
Pf	MASA DEL A.GRUESO SECADO AL HORNO + TARA	gr	455.90	664.10	580.50
-	MASA DEL AGUA	gr	5.80	5.50	5.60
-	MASA DEL A.GRUESO SATURADO SUP. SECO	gr	336.70	544.60	461.10
-	MASA DEL A.GRUESO SECADO AL HORNO	gr	330.90	539.10	455.50
Abs	% DE ABSORCIÓN	-	1.75	1.02	1.23

PROMEDIO % DE ABSORCIÓN

1.27

OBSERVACIONES:

ELABORO:  
CONCRETERA WUANUKO MIX  
*Luis F. Carrera Cristobal*  
TECNICO DE CONCRETO  
Firma:

REVISO:


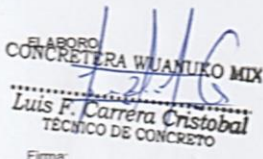


Firma:

*Wilmer G. Soriano Beteta*  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 69676

Av. Tupac Amaru N° 1002 Cent. Paucarbamba Amarillis - Huánuco Paradero 13  
Tel. 062635567 Cel. 941537558 - 990908690 - 980651293 - 950379152



## C. DENSIDAD.

 <b>LABORATORIO N°01 - CONCRETERA</b> <b>WUANUKO MIX E.I.R.L.</b> OBRAS: CONSTRUCCIÓN CIVIL Y CARRETERAS Volquetes, Cargador Frontal, Mezcladora, vibradora, etc. VENTA: DE MATERIALES DE CONSTRUCCION NO METALICOS Piedra, Hormigón, Arena roja, arena fina, etc.					
				PROYECTO N°	04-2021
				REGISTRO N°	27
TESIS :	"ANÁLISIS DEL AGREGADO Y RELACIÓN AGUA/CEMENTO PARA LA ÓPTIMA ELABORACIÓN DE CONCRETO PERMEABLE CON ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE UTILIZANDO MATERIAS PRIMAS DE LA CANTERA WUANUKO MIX - HUÁNUCO"				
TESISTA:	Bach. SANTIAGO SIMON, ROBINSON EDGAR				
Localización:	Localidad: Andabamba / Dist.: Pillco Marca / Prov.: Huánuco / Reg.: Huánuco				
Material:	Agregado Fino				
Ensayo :	Porcentaje de Absorción (ASTM C 126-07a Y ASTM C 127-07 )				
Laboratorio:	Laboratorio N°01-WUANUKO MIX			Fecha:	Abril del 2021
MATERIALES PARA LA ELABORACION DEL ENSAYO					
PICTOMETRO DE 500ml					
BALANZA					
RECIPIENTES					
MOLDE Y PISTON (DENSIDAD SUPERFICIAL)					
TAMIZ N°04					
AGREGADO FINO					
<b>DENSIDAD : ASTM C 128-07a</b>					
$G_s = \left( \frac{W_{af}}{W_{pw} + W_{af} - W_{pw.af}} \right)$					
SIMB.	DESCRIPCION	UND	MUESTRA		
			M-01	M-02	M-03
Waf	MASA DEL AGREGADO FINO	gr	100.07	100.02	100.02
Wpw	MASA DEL PICNÓMETRO + AGUA	gr	655.28	650.76	650.66
Wpw.af	MASA DEL PICNÓMETRO + AGUA + A. FINO	gr	703.76	704.75	706.13
Gs	DENSIDAD DEL SOLIDO	gr/cm3	1.94	2.17	2.25
PROMEDIO DE DENSIDAD DEL AGREGADO FINO (gr/cm3)			<b>2.1109</b>		
PROMEDIO DE DENSIDAD DEL AGREGADO FINO (kg/m3)			<b>2110.92</b>		
OBSERVACIONES:					
 ELABORO CONCRETERA WUANUKO MIX Luis F. Carrera Cristobal TÉCNICO DE CONCRETO Firma:			REVISO:  Firma:  Wilmer C. Solano Beteta INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 69676		
Av. Tupac Amaru N° 1002 Cent. Paucarbamba Amarilla - Huánuco Paradero 13 Telf. 062635567 Cel. 941537558- 990908690- 980651293 - 950379152					



**LABORATORIO N°01 - CONCRETERA**

**WUANUKO MIX E.I.R.L.**

OBRAS: CONSTRUCCIÓN CIVIL Y CARRETERAS

Volquetes, Cargador Frontal, Mercedora, vibradora, etc.

VENTA: DE MATERIALES DE CONSTRUCCION NO METALICOS

Piedra, Hormigón, Arena fina, arena mediana, etc.

PROYECTO N° 04-2021

REGISTRO N° 28

TESIS :	*ANÁLISIS DEL AGREGADO Y RELACIÓN AGUA/CEMENTO PARA LA ÓPTIMA ELABORACIÓN DE CONCRETO PERMEABLE CON ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE UTILIZANDO MATERIAS PRIMAS DE LA CANTERA WUANUKO MIX - HUÁNUCO*		
TESISTA:	Bach. SANTIAGO SIMON, ROBINSON EDGAR		
Localización:	Localidad: Andabamba / Dist.: Pillco Marca / Prov.: Huánuco / Reg.: Huánuco		
Material:	Agregado Grueso		
Ensayo :	Porcentaje de Absorción (ASTM C 128-07a Y ASTM C 127-07 )		
Laboratorio:	Laboratorio N°01-WUANUKO MIX	Fecha:	Abril del 2021

**MATERIALES PARA LA ELABORACION DEL ENSAYO**

CONTENEDOR DE MUESTRA (RECIPIENTE DE ALAMBRE DE 3.35mm N°06 DE ABERTURA) CON CAPACIDAD DE 4-7 LITROS

BALANZA

HORNO CAPACIDAD DE 110 ± 5°C

TAMIZ DE N°04

TANQUE DE AGUA

**AGREGADO GRUESO (RETENIDO 3/4")**

**DENSIDAD : ASTM C 127-07**

$$Gr_{(se)} = \frac{A}{B - C}$$

$$Gr_{(ges)} = \frac{A}{A - C}$$

$$G_{ms} = \frac{997,5 \cdot B}{B - C}$$

$$Gr_{(ms)} = \frac{B}{B - C}$$

$$G_{ms} = \frac{997,5 \cdot A}{B - C}$$

$$G_a = \frac{997,5 \cdot A}{A - C}$$

$$G = \frac{1}{\frac{P_1}{100 G_1} + \frac{P_2}{100 G_2} + \frac{P_3}{100 G_3} + \frac{P_4}{100 G_4}}$$

SIMB.	DESCRIPCION	UND	MUESTRA		
			M-01	M-02	M-03
A	MASA DE LA MUESTRA SECA AL HORNO	gr	2585.00	2210.00	2280.00
B	MASA DE LA MUESTRA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO	gr	2610.00	2260.00	2300.00
C	MASA APARENTE EN AGUA DE LA MUESTRA SATURADA	gr	1740.00	1570.00	1290.00
Gr(ge)	DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECIFICA)	-	2.97	3.20	2.26
Gr(sss)	DENSIDAD RELATIVA (SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO)	-	3.00	3.28	2.28
Gr(gea)	DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECIFICA APARENTE)	-	3.06	3.45	2.30
Gsh	DENSIDAD (SECADO AL HORNO)	kg/m3	2963.84	3194.89	2251.78
Gsss	DENSIDAD (SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO)	kg/m3	2992.50	3267.17	2271.53
Ga	DENSIDAD APARENTE	kg/m3	3051.52	3444.49	2297.27

PROMEDIO DENSIDAD DEL AGREGADO GRUESO (kg/m3)

**2746.04**

OBSERVACIONES:

ELABORO:  
CONCRETERA WUANUKO MIX  
*Luis F. Carrera Cristobal*  
TÉCNICO DE CONCRETO  
Firma:

REVISO:

Firma:

*Wilmer O. Saldano Beteta*  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 69676





**LABORATORIO N°01 - CONCRETERA**

**WUANUKO MIX E.I.R.L.**

OBRAS: CONSTRUCCIÓN CIVIL Y CARRETERAS

Volquetes, Cargador Frontal, Mercedora, vibradora, etc.

VENTA: DE MATERIALES DE CONSTRUCCION NO METALICOS

Piedra, Hormigón, Arena fina, arena fina, etc.

PROYECTO N° 04-2021

REGISTRO N° 29

TESIS :	*ANÁLISIS DEL AGREGADO Y RELACIÓN AGUA/CEMENTO PARA LA ÓPTIMA ELABORACIÓN DE CONCRETO PERMEABLE CON ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE UTILIZANDO MATERIAS PRIMAS DE LA CANTERA WUANUKO MIX - HUÁNUCO*		
TESISTA:	Bach. SANTIAGO SIMON, ROBINSON EDGAR		
Localización:	Localidad: Andabamba / Dist.: Pillco Marca / Prov.: Huánuco / Reg.: Huánuco		
Material:	Agregado Grueso		
Ensayo :	Porcentaje de Absorción (ASTM C 128-07a Y ASTM C 127-07 )		
Laboratorio:	Laboratorio N°01-WUANUKO MIX	Fecha:	Abril del 2021

**MATERIALES PARA LA ELABORACION DEL ENSAYO**

CONTENEDOR DE MUESTRA (RECIPIENTE DE ALAMBRE DE 3.35mm N°06 DE ABERTURA) CON CAPACIDAD DE 4 -7 LITROS

BALANZA

HORNO CAPACIDAD DE 110 ± 5°c

TAMIZ DE N°04

TANQUE DE AGUA

**AGREGADO GRUESO (RETENIDO 1/2")**

**DENSIDAD : ASTM C 127-07**

$$G_{r(ge)} = \frac{A}{D-C} \quad G_{r(gea)} = \frac{A}{A-C} \quad G_{sss} = \frac{997,5 \cdot B}{B-C}$$

$$G_{r(sss)} = \frac{B}{B-C} \quad G_{sh} = \frac{997,5 \cdot A}{B-C} \quad G_a = \frac{997,5 \cdot A}{A-C}$$

$$\beta = \frac{1}{\frac{P_1}{100 G_1} + \frac{P_2}{100 G_2} + \frac{P_3}{100 G_3} + \frac{P_n}{100 G_n}}$$

SIMB.	DESCRIPCION	UND	MUESTRA		
			M-01	M-02	M-03
A	MASA DE LA MUESTRA SECA AL HORNO	gr	2030.00	2150.00	3310.00
B	MASA DE LA MUESTRA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO	gr	2050.00	2170.00	3350.00
C	MASA APARENTE EN AGUA DE LA MUESTRA SATURADA	gr	1315.00	1370.00	2100.00
Gr(ge)	DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECIFICA)	-	2.76	2.69	2.65
Gr(sss)	DENSIDAD RELATIVA (SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO)	-	2.79	2.71	2.68
Gr(gea)	DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECIFICA APARENTE)	-	2.84	2.76	2.74
Gsh	DENSIDAD (SECADO AL HORNO)	kg/m3	2755.00	2680.78	2641.38
Gsss	DENSIDAD (SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO)	kg/m3	2782.14	2705.72	2673.30
Ga	DENSIDAD APARENTE	kg/m3	2832.06	2749.52	2728.70

PROMEDIO DENSIDAD DEL AGREGADO GRUESO (kg/m3)

**2682.68**

OBSERVACIONES:

ELABORO:  
CONCRETERA WUANUKO MIX  
*Luis F. Carrera Cristobal*  
TÉCNICO DE CONCRETO  
Firma:

REVISO:

Firma:

*Wilmer G. Sotelo Beteta*  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 69676



**LABORATORIO N°01 - CONCRETERA**

**WUANUKO MIX E.I.R.L.**

OBRAS: CONSTRUCCIÓN CIVIL Y CARRETERAS

Volquetes, Cargador Frontal, Mercedora, vibradora, etc

VENTA: DE MATERIALES DE CONSTRUCCION NO METALICOS

Piedra, Homogéneo, Arena roja, arena fina, etc

PROYECTO N° 04-2021

REGISTRO N° 30

TESIS :	*ANÁLISIS DEL AGREGADO Y RELACIÓN AGUA/CEMENTO PARA LA ÓPTIMA ELABORACIÓN DE CONCRETO PERMEABLE CON ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE UTILIZANDO MATERIAS PRIMAS DE LA CANTERA WUANUKO MIX - HUÁNUCO*		
TESISTA:	Bach. SANTIAGO SIMON, ROBINSON EDGAR		
Localización:	Localidad: Andabamba / Dist.: Pillco Marca / Prov.: Huánuco / Reg.: Huánuco		
Material:	Agregado Grueso		
Ensayo :	Porcentaje de Absorción (ASTM C 126-07a Y ASTM C 127-07 )		
Laboratorio:	Laboratorio N°01-WUANUKO MIX	Fecha:	Abril del 2021

**MATERIALES PARA LA ELABORACION DEL ENSAYO**

CONTENEDOR DE MUESTRA (RECIPIENTE DE ALAMBRE DE 3.35mm N°06 DE ABERTURA) CON CAPACIDAD DE 4 -7 LITROS

BALANZA

HORNO CAPACIDAD DE 110 ± 5°C

TAMIZ DE N°04

TANQUE DE AGUA

**AGREGADO GRUESO (RETENIDO 3/8")**

**DENSIDAD : ASTM C 127-07**

$$Gr_{(ge)} = \frac{A}{B-C} \quad Gr_{(gea)} = \frac{A}{A-C} \quad G_{ss} = \frac{997,5 \cdot B}{B-C}$$

$$Gr_{(sss)} = \frac{B}{B-C} \quad G_{sh} = \frac{997,5 \cdot A}{B-C} \quad G_a = \frac{997,5 \cdot A}{A-C}$$

$$G = \frac{1}{\frac{P_1}{100 G_1} + \frac{P_2}{100 G_2} + \frac{P_3}{100 G_3} + \frac{P_4}{100 G_4}}$$

SIMB.	DESCRIPCION	UND	MUESTRA		
			M-01	M-02	M-03
A	MASA DE LA MUESTRA SECA AL HORNO	gr	1690.00	1600.00	1690.00
B	MASA DE LA MUESTRA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO	gr	1710.00	1630.00	1710.00
C	MASA APARENTE EN AGUA DE LA MUESTRA SATURADA	gr	1070.00	1020.00	1080.00
Gr(ge)	DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECIFICA)	-	2.64	2.62	2.68
Gr(sss)	DENSIDAD RELATIVA (SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO)	-	2.67	2.67	2.71
Gr(gea)	DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECIFICA APARENTE)	-	2.73	2.76	2.77
Gsh	DENSIDAD (SECADO AL HORNO)	kg/m3	2634.02	2616.39	2675.83
Gsss	DENSIDAD (SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO)	kg/m3	2665.20	2665.45	2707.50
Ga	DENSIDAD APARENTE	kg/m3	2718.99	2751.72	2763.57

PROMEDIO DENSIDAD DEL AGREGADO GRUESO (kg/m3)

**2642.31**

OBSERVACIONES:

ELABORO:  
CONCRETERA WUANUKO MIX

Luis F. Carrera Cristobal  
TÉCNICO DE CONCRETO

Firma:

REVISO:


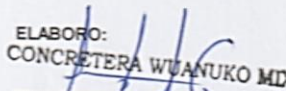
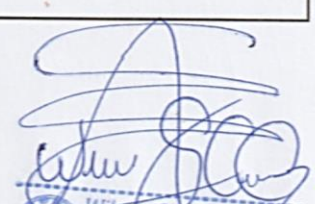

Firma:

Wilder G. Solano Beteta  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 69676

Av. Tupac Amaru N° 1002 Cent. Paucarbamba Amarillos - Huánuco Paradero 13  
Telf. 062635567 Cel. 941537558 - 990908690 - 980651293 - 950379152



## D. CONTENIDO DE HUMEDAD.

	<p><b>LABORATORIO N°01 - CONCRETERA</b>  <b>WUANUKO MIX E.I.R.L.</b>                  OBRAS: CONSTRUCCIÓN CIVIL Y CARRETERAS                  Volquetes, Cargador Frontal, Mezcladora, vibradora, etc.                  VENTA: DE MATERIALES DE CONSTRUCCION NO METALICOS                  Piedra, Hormigón, Arena coja, arena fina, etc.</p>	PROYECTO N° 04-2021 REGISTRO N° 31					
<b>TESIS :</b>	*ANÁLISIS DEL AGREGADO Y RELACIÓN AGUA/CEMENTO PARA LA ÓPTIMA ELABORACIÓN DE CONCRETO PERMEABLE CON ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE UTILIZANDO MATERIAS PRIMAS DE LA CANTERA WUANUKO MIX – HUÁNUCO*						
<b>TESISTA:</b>	Bach. SANTIAGO SIMON, ROBINSON EDGAR						
<b>Localización:</b>	Localidad: Andabamba / Dist.: Pillco Marca / Prov.: Huánuco / Reg.: Huánuco						
<b>Material:</b>	Agregado Fino						
<b>Eneayo :</b>	Porcentaje de Absorción (ASTM C 126-07a Y ASTM C 127-07 )						
<b>Laboratorio:</b>	Laboratorio N°01-WUANUKO MIX	<b>Fecha:</b> Abril del 2021					
<b>MATERIALES PARA LA ELABORACION DEL ENSAYO</b>							
BALANZA							
BANDEJAS							
HORNO CAPACIDAD DE 110 ± 5°C							
CUCHARON DE ALUMINIO (DESPACHO)							
<b>AGREGADO FINO</b>							
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD : ASTM C 566-13</b>							
$P = \left( \frac{(W - T_a) - (D - T_a)}{D - T_a} \right) \times 100$							
<b>SIMB.</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>UND</b>	<b>MUESTRA</b>				
			<b>M-1</b>	<b>M-2</b>	<b>M-3</b>	<b>M-4</b>	<b>M-5</b>
Ta	MASA DE TARA	gr	125.00	125.00	130.00	125.00	125.00
W	MASA DEL A.FINO HUMEDO + TARA	gr	720.00	670.00	700.00	660.00	560.00
D	MASA DEL A.FINO SECO + TARA	gr	700.00	650.00	685.00	640.00	550.00
-	MASA DEL AGUA	gr	20.00	20.00	15.00	20.00	10.00
-	MASA DEL A.FINO HUMEDO	gr	595.00	545.00	570.00	535.00	435.00
-	MASA DEL A.FINO SECO	gr	575.00	525.00	555.00	515.00	425.00
P	% DE HUMEDAD	-	3.48	3.81	2.70	3.88	2.35
<b>PROMEDIO % DE HUMEDAD</b>			<b>3.25</b>				
<b>OBSERVACIONES:</b>							
ELABORO: CONCRETERA WUANUKO MIX  Luis F. Carreta Cristobal TECNICO DE CONCRETO Firma:			REVISO:  Firma:  Wilmer C. Colano Beteta INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 69676				
Av. Tupac Amaru N° 1002 Cent. Paucorbamba Amarillos - Huánuco Paradero 13 Telf. 062635567 Cel. 941537558 - 990908690 - 980651293 - 950379152							



**LABORATORIO N°01 - CONCRETERA  
WUANUKO MIX E.I.R.L.**

OBRAS: CONSTRUCCIÓN CIVIL Y CARRETERAS

Volquetes, Cargador Frontal, Mezcladora, vibradora, etc.

VENTA: DE MATERIALES DE CONSTRUCCION NO METALICOS

Piedra, Hormigón, Arena roja, arena fina, etc.

PROYECTO N° 04-2021

REGISTRO N° 32

TESIS :	"ANÁLISIS DEL AGREGADO Y RELACIÓN AGUA/CEMENTO PARA LA ÓPTIMA ELABORACIÓN DE CONCRETO PERMEABLE CON ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE UTILIZANDO MATERIAS PRIMAS DE LA CANTERA WUANUKO MIX - HUÁNUCO"		
TESISTA:	Bach. SANTIAGO SIMON, ROBINSON EDGAR		
Localización:	Localidad: Andabamba / Dist.: Pillco Marca / Prov.: Huánuco / Reg.: Huánuco		
Material:	Agregado Fino		
Eneayo :	Porcentaje de Absorción (ASTM C 126-07a Y ASTM C 127-07 )		
Laboratorio:	Laboratorio N°01-WUANUKO MIX	Fecha:	Abril del 2021

**MATERIALES PARA LA ELABORACION DEL ENSAYO**

BALANZA

BANDEJAS

HORNO CAPACIDAD DE 110 ± 5°C

CUCHARON DE ALUMINIO (DESPACHO)

**AGREGADO GRUESO (RETENIDO 3/4")**

**CONTENIDO DE HUMEDAD : ASTM C 566-13**

$$r = \left( \frac{(P_i - T_a) - (P_f - T_a)}{P_f - T_a} \right) \times 100$$

SIMB.	DESCRIPCION	UND	MUESTRA		
			M-01	M-02	M-03
Ta	MASA DE TARA	gr	125.00	125.00	125.00
Pi	MASA DEL A.GRUESO HUMEDO + TARA	gr	863.50	617.50	725.80
Pf	MASA DEL A.GRUESO + TARA	gr	863.40	617.40	725.70
-	MASA DEL AGUA	gr	0.10	0.10	0.10
-	MASA DEL A.FINO HUMEDO	gr	738.50	492.50	600.80
-	MASA DEL A.FINO SECO	gr	738.40	492.40	600.70
P	% DE HUMEDAD	-	0.0135	0.0203	0.0166

**PROMEDIO % DE HUMEDAD**

**0.0168**

OBSERVACIONES:

ELABORO:

CONCRETERA WUANUKO MIX

Luis F. Carrera Cristobal  
TÉCNICO DE CONCRETO

REVISO:

Firma:

*[Signature]*  
Walter G. Solano Beteta  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 69676





LABORATORIO N°01 - CONCRETERA  
WUANUKO MIX E.I.R.L.

OBRAS: CONSTRUCCIÓN CIVIL Y CARRETERAS

Volkretes, Cargador Frontal, Mezcladora, vibradora, etc.

VENTA: DE MATERIALES DE CONSTRUCCION NO METALICOS

Piedra, Hormigón, Arena rosa, arena fina, etc.

PROYECTO N° 04-2021

REGISTRO N° 33

TESIS :	*ANÁLISIS DEL AGREGADO Y RELACIÓN AGUA/CEMENTO PARA LA ÓPTIMA ELABORACIÓN DE CONCRETO PERMEABLE CON ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE UTILIZANDO MATERIAS PRIMAS DE LA CANTERA WUANUKO MIX - HUÁNUCO*		
TESISTA:	Bach. SANTIAGO SIMON, ROBINSON EDGAR		
Localización:	Localidad: Andabamba / Dist.: Pillco Marca / Prov.: Huánuco / Reg.: Huánuco		
Material:	Agregado Fino		
Eneayo :	Porcentaje de Absorción (ASTM C 126-07a Y ASTM C 127-07 )		
Laboratorio:	Laboratorio N°01-WUANUKO MIX	Fecha:	Abril del 2021

MATERIALES PARA LA ELABORACION DEL ENSAYO

BALANZA
BANDEJAS
HORNO CAPACIDAD DE 110 ± 5°C
CUCHARON DE ALUMINIO (DESPACHO)

AGREGADO GRUESO (RETENIDO 1/2")

CONTENIDO DE HUMEDAD : ASTM C 566-13

$$r = \left( \frac{(P_i - T_a) - (P_f - T_a)}{P_f - T_a} \right) \times 100$$

SIMB.	DESCRIPCION	UND	MUESTRA		
			M-01	M-02	M-03
Ta	MASA DE TARA	gr	125.00	125.00	125.00
Pi	MASA DEL A GRUESO HUMEDO + TARA	gr	612.20	532.00	561.80
Pf	MASA DEL A GRUESO + TARA	gr	612.10	531.90	561.70
-	MASA DEL AGUA	gr	0.10	0.10	0.10
-	MASA DEL A FINO HUMEDO	gr	487.20	407.00	436.80
-	MASA DEL A FINO SECO	gr	487.10	406.90	436.70
P	% DE HUMEDAD	-	0.0205	0.0246	0.0229

PROMEDIO % DE HUMEDAD

0.0227

OBSERVACIONES:

ELABORO:  
CONCRETERA WUANUKO MIX  
*Luis F. Carrera Cristobal*  
TÉCNICO DE CONCRETO  
Firma:

REVISO:

Firma:



*Wilmer G. Salano Beteta*  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 69670



## LABORATORIO N°01 - CONCRETERA

WUANUKO MIX E.I.R.L.

OBRAS: CONSTRUCCIÓN CIVIL Y CARRETERAS

Volquetes, Cargador Frontal, Mezcladora, vibradora, etc.

VENTA: DE MATERIALES DE CONSTRUCCION NO METALICOS

Piedra, Hormigón, Arena roja, arena fina, etc.

PROYECTO N° 04-2021

REGISTRO N° 34

TESIS:	"ANÁLISIS DEL AGREGADO Y RELACIÓN AGUA/CEMENTO PARA LA ÓPTIMA ELABORACIÓN DE CONCRETO PERMEABLE CON ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE UTILIZANDO MATERIAS PRIMAS DE LA CANTERA WUANUKO MIX - HUÁNUCO"		
TESISTA:	Bach. SANTIAGO SIMON, ROBINSON EDGAR		
Localización:	Localidad: Andabamba / Dist.: Pillco Marca / Prov.: Huánuco / Reg.: Huánuco		
Material:	Agregado Fino		
Eneayo:	Porcentaje de Absorción (ASTM C 126-07a Y ASTM C 127-07)		
Laboratorio:	Laboratorio N°01-WUANUKO MIX	Fecha:	Abril del 2021

### MATERIALES PARA LA ELABORACION DEL ENSAYO

BALANZA
BANDEJAS
HORNO CAPACIDAD DE 110 ± 5°C
CUCHARON DE ALUMINIO (DESPACHO)

### AGREGADO GRUESO (RETENIDO 3/8")

CONTENIDO DE HUMEDAD : ASTM C 566-13

$$r = \left( \frac{(P_i - T_a) - (P_f - T_a)}{P_f - T_a} \right) \times 100$$

SIMB.	DESCRIPCION	UND	MUESTRA		
			M-01	M-02	M-03
Ta	MASA DE TARA	gr	125.00	125.00	125.00
Pi	MASA DEL A.GRUESO HUMEDO + TARA	gr	453.50	659.30	573.30
Pf	MASA DEL A.GRUESO + TARA	gr	453.40	659.20	573.20
-	MASA DEL AGUA	gr	0.10	0.10	0.10
-	MASA DEL A.FINO HUMEDO	gr	328.50	534.30	448.30
-	MASA DEL A.FINO SECO	gr	328.40	534.20	448.20
P	% DE HUMEDAD	-	0.0305	0.0187	0.0223

PROMEDIO % DE HUMEDAD

0.0238

OBSERVACIONES:

ELABORO:  
CONCRETERA WUANUKO MIX  
Luis F. Carrera Cristobal  
TÉCNICO DE CONCRETO  
Firma:


REVISO:

Firma:

WILMER G. SOKANO BETETA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 69676



## E. PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO.

	<b>LABORATORIO N°01 - CONCRETERA</b> <b>WUANUKO MIX E.I.R.L.</b> OBRAS: CONSTRUCCIÓN CIVIL Y CARRETERAS Volquetes, Cargador Frontal, Mezcladora, vibradora, etc. VENTA: DE MATERIALES DE CONSTRUCCION NO METALICOS Piedra, Homogén, Arena fina, arena gruesa, etc.	PROYECTO N° 04-2021 REGISTRO N° 33
<b>TESIS :</b>	"ANÁLISIS DEL AGREGADO Y RELACIÓN AGUAJEMENTO PARA LA ÓPTIMA ELABORACIÓN DE CONCRETO PERMEABLE CON ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE UTILIZANDO MATERIAS PRIMAS DE LA CANTERA WUANUKO MIX – HUÁNUCO"	
<b>TESISTA:</b>	Bach. SANTIAGO SIMON, ROBINSON EDGAR	
<b>Localización:</b>	Localidad: Andabamba / Dist: Pilco Marca / Prov.: Huánuco / Reg.: Huánuco	
<b>Material:</b>	Agregado Fino	
<b>Ensayo :</b>	Porcentaje de Absorción (ASTM C 128-07a Y ASTM C 127-07)	
<b>Laboratorio:</b>	Laboratorio N°01-WUANUKO MIX	<b>Fecha:</b> Abril del 2021

MATERIALES PARA LA ELABORACION DEL ENSAYO
BALANZA
RECIPIENTE DE ACERO
VARILLA METALICA DE 5/8" CON PUNTA ESFERICA
HORNO CAPACIDAD DE 110 ± 5°C
CUCHARON DE ALUMINIO (DESPACHO)

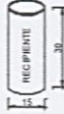
**AGREGADO FINO**

**PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO : ASTM C 29-97**

$$P.U.S = \frac{(W_s - W_t)}{V_c}$$

$$P.U.C = \frac{(W_c - W_t)}{V_c}$$



SIMB.	DESCRIPCION	UND	MUESTRA	
			M-01	M-02
Wt	MASA DE TARA	kg	2.27	2.27
Ws	MASA DEL A.FINO SUELTO + TARA	kg	11.58	11.57
Wc	MASA DEL A.FINO COMPACTADO + TARA	kg	12.18	12.17
Vc	VOLUMEN DE LA TARA CILINDRICO	m <sup>3</sup>	0.00530	0.00530
P.U.S.	MASA UNITARIO SUELTO	kg/m <sup>3</sup>	1567.92	1566.04
P.U.C.	MASA UNITARIO COMPACTADO	kg/m <sup>3</sup>	1681.13	1679.25

$V_c = \pi \cdot r^2 \cdot h$   
 $V_c = \pi \cdot 0.075^2 \cdot 0.30$   
 $V_c = 0.00530 \text{ m}^3$

<b>PROMEDIO DE PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO FINO</b>	<b>1566.98 kg/m<sup>3</sup></b>
<b>PROMEDIO DE PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO FINO</b>	<b>1680.19 kg/m<sup>3</sup></b>

**OBSERVACIONES:**

ELABORADO:

**CONCRETERA WUANUKO MIX**


*Luis F. Carrera Cristobal*

TÉCNICO DE CONCRETO

REVISADO:

*Wilmer G. Solano Beteta*

Firma:


**Wilmer G. Solano Beteta**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 69676

Av. Tupac Amaru N° 1002 Cent. Paucarbamba Amarillos - Huánuco Paradero 13  
 Telf. 062635567 Cel. 941537558 - 990908690 - 980651293 - 950379152



**LABORATORIO N°01 - CONCRETERA**

**WUANUKO MIX E.I.R.L.**

OBRA: CONSTRUCCIÓN CIVIL Y CARRETERAS

Volquetes, Cargador Frontal, Mezcladora, vibradora, etc.

VENTA DE MATERIALES DE CONSTRUCCION NO METALICOS

Piedra, Hormigón, Arena gruesa, arena fina, etc.

PROYECTO N° 94-303  
REGISTRO N° 36

TESIS:	"ANÁLISIS DEL AGREGADO Y RELACIÓN AGUA/CEMENTO PARA LA ÓPTIMA ELABORACIÓN DE CONCRETO PERMEABLE CON ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE UTILIZANDO MATERIAS PRIMAS DE LA CANTERA WUANUKO MIX - HUÁNUCO"		
TESISTA:	Bach. SANTIAGO SIMON, ROBINSON EDGAR		
Localización:	Localidad: Andabamba / Dist: Pilco Marca / Prov.: Huánuco / Reg.: Huánuco		
Material:	Agregado Grueso		
Ensayo:	Porcentaje de Absorción (ASTM C 128-07a Y ASTM C 127-07)		
Laboratorio:	Laboratorio N°01-WUANUKO MIX	Fecha:	Abril del 2021

**MATERIALES PARA LA ELABORACION DEL ENSAYO**

BALANZA
RECIPIENTE DE ACERO
VARILLA METALICA DE 5/8" CON PUNTA ESFERICA
HORNO CAPACIDAD DE 110 ± 5°C
CUCHARON DE ALUMINO (DESPACHO)

**AGREGADO GRUESO (RETENIDO 3/4")**

**PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO : ASTM C 29-97**

$$P.U.S = \frac{(W_s - W_t)}{V_c} \quad P.U.C = \frac{(W_c - W_t)}{V_c}$$



SIMB.	DESCRIPCION	UND	MUESTRA	
			M-01	M-02
Wt	MASA DE TARA	hg	7.87	8.17
Ws	MASA DEL A.GRUESO SUELTO + TARA	kg	10.36	10.31
Wc	MASA DEL A.GRUESO COMPACTADO + TARA	kg	11.05	11.15
Vc	VOLUMEN DE LA TARA CILINDRICO	m3	0.00530	0.00530
P.U.S.	MASA UNITARIO SUELTO	kg/m3	1337.74	1328.30
P.U.C.	MASA UNITARIO COMPACTADO	kg/m3	1467.92	1486.79

$$V_c = \pi \cdot r^2 \cdot h$$

$$V_c = \pi \cdot 0.075^2 \cdot 0.30$$

$$V_c = 0.00530 \text{ m}^3$$

PROMEDIO DE PESO UNITARIO SUELTO DEL A. GRUESO	<b>1333.02 kg/m3</b>
--	----------------------

PROMEDIO DE PESO UNITARIO COMPACTADO DEL A. GRUESO	<b>1477.36 kg/m3</b>
--	----------------------

OBSERVACIONES:	
----------------	--

ELABORADO:  
**CONCRETERA WUANUKO MIX**  
*Luis F. Carrera Cristobal*  
TECNICO DE CONCRETO

REVISO:

Firma:

*Wilma G. Salano Beteta*  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 69676





**LABORATORIO N°01 - CONCRETERA  
WUANUKO MIX E.I.R.L.**

OBRA: CONSTRUCCIÓN CIVIL Y CARRETERAS  
Volquetes, Cargador Frontal, Mezcladora, vibradora, etc.  
VENTA DE MATERIALES DE CONSTRUCCION NO METALICOS  
Piedra, Hormigón, arena fina, arena gruesa, etc.

PROYECTO N° 04-2021  
REGISTRO N° 37

TESIS:	"ANÁLISIS DEL AGREGADO Y RELACIÓN AGUAJAMIENTO PARA LA ÓPTIMA ELABORACIÓN DE CONCRETO PERMEABLE CON ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE UTILIZANDO MATERIAS PRIMAS DE LA CANTERA WUANUKO MX - HUÁNUCO"		
TESISTA:	Bach. SANTIAGO SIMON, ROBINSON EDGAR		
Localización:	Localidad: Andabamba / Dist: Pilco Marca / Prov.: Huánuco / Reg.: Huánuco		
Material:	Agregado Grueso		
Ensayo:	Porcentaje de Absorción (ASTM C 128-07a Y ASTM C 127-07)		
Laboratorio:	Laboratorio N°01-WUANUKO MX	Fecha:	Abril del 2021

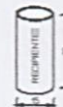
**MATERIALES PARA LA ELABORACION DEL ENSAYO**

BALANZA
RECIPIENTE DE ACERO
VARILLA METALICA DE 5/8" CON PUNTA ESFERICA
HORNO CAPACIDAD DE 110 ± 5°C
CUCHARON DE ALUMINIO (DESPACHO)

**AGREGADO GRUESO (RETENIDO 1/2")**

**PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO : ASTM C 29-97**

$$P. U. S = \frac{(W_s - W_t)}{V_c} \quad P. U. C = \frac{(W_c - W_t)}{V_c}$$



SIMB.	DESCRIPCION	UND	MUESTRA	
			M-01	M-02
Wt	MASA DE TARA	hg	9.87	0.17
Ws	MASA DEL AGRUESO SUELTO + TARA	kg	10.42	10.49
Wc	MASA DEL AGRUESO COMPACTADO + TARA	kg	11.17	11.02
Vc	VOLUMEN DE LA TARA CILIMBRICO	m3	0.00530	0.00530
P.U.S.	MASA UNITARIO SUELTO	kg/m3	1349.06	1362.26
P.U.C.	MASA UNITARIO COMPACTADO	kg/m3	1490.57	1462.26

$$V_c = \pi \cdot r^2 \cdot h$$

$$V_c = \pi \cdot 0.075^2 \cdot 0.30$$

$$V_c = 0.00530 \text{ m}^3$$

PROMEDIO DE PESO UNITARIO SUELTO DEL A. GRUESO	<b>1355.66 kg/m3</b>
--	----------------------

PROMEDIO DE PESO UNITARIO COMPACTADO DEL A. GRUESO	<b>1476.42 kg/m3</b>
--	----------------------

OBSERVACIONES:	
----------------	--

ELABORADO:  
**CONCRETERA WUANUKO MIX**  
*Luis F. Carrera Cristobal*  
TECNICO DE CONCRETO

REVISOR:

Firma:

*Walker G. Solano Beteta*  
**Walker G. Solano Beteta**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 69676



**LABORATORIO N°01 - CONCRETERA**

**WUANUKO MIX E.I.R.L.**

OBRAS: CONSTRUCCIÓN CIVIL Y CARRETERAS

Volquetes, Cargador Frontal, Mezcladora, vibradores, etc.

VENTA DE MATERIALES DE CONSTRUCCION NO METALICOS

Piedra, Hormigón, Arena 10/4, arena fina, etc.

PROYECTO N° 04-2021  
REGISTRO N° 38

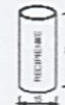
TESIS:	"ANÁLISIS DEL AGREGADO Y RELACIÓN AGUA/CEMENTO PARA LA ÓPTIMA ELABORACIÓN DE CONCRETO PERMEABLE CON ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE UTILIZANDO MATERIAS PRIMAS DE LA CANTERA WUANUKO MIX - HUÁNUCO"		
TESISTA:	Bach. SANTIAGO SIMON, ROBINSON EDGAR		
Localización:	Localidad: Andabamba / Dist.: Pilco Marca / Prov.: Huánuco / Reg.: Huánuco		
Material:	Agregado Grueso		
Ensayo:	Porcentaje de Absorción (ASTM C 128-07a y ASTM C 127-07)		
Laboratorio:	Laboratorio N°01-WUANUKO MIX	Fecha:	Abril del 2021

MATERIALES PARA LA ELABORACION DEL ENSAYO	
BALANZA	
RECIPIENTE DE ACERO	
VARILLA METALICA DE 5/8" CON PUNTA ESFERICA	
HORNO CAPACIDAD DE 110 ± 5°C	
CUCHARON DE ALUMINO (DESPACHO)	

**AGREGADO GRUESO (RETENIDO 3/8")**

PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO : ASTM C 29-97

$$P. U. S = \frac{(W_s - W_t)}{V_c} \quad P. U. C = \frac{(W_c - W_t)}{V_c}$$



SIMB.	DESCRIPCION	UND	MUESTRA	
			M-01	M-02
Wt	MASA DE TARA	kg	3.27	3.27
Ws	MASA DEL A.GRUESO SUELTO + TARA	kg	10.13	10.14
Wc	MASA DEL A.GRUESO COMPACTADO + TARA	kg	10.71	10.57
Vc	VOLUMEN DE LA TARA CILINDRICO	m <sup>3</sup>	0.00530	0.00530
P.U.S.	MASA UNITARIO SUELTO	kg/m <sup>3</sup>	1294.34	1296.23
P.U.C.	MASA UNITARIO COMPACTADO	kg/m <sup>3</sup>	1403.77	1377.36

$$V_c = \pi \times r^2 \times h$$

$$V_c = \pi \times 0.075^2 \times 0.30$$

$$V_c = 0.00530 \text{ m}^3$$

PROMEDIO DE PESO UNITARIO SUELTO DEL A. GRUESO	<b>1295.28 kg/m<sup>3</sup></b>
--	---------------------------------

PROMEDIO DE PESO UNITARIO COMPACTADO DEL A. GRUESO	<b>1390.57 kg/m<sup>3</sup></b>
--	---------------------------------


OBSERVACIONES:	
----------------	--

ELABORO:  
CONCRETERA WUANUKO MIX  
*Luis F. Carrera Cristobal*  
TECNICO DE CONCRETO

REVISO:  
*[Signature]*  
FIRME: *Walter R. Solano Beteta*  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 69676



## F. MÓDULO DE FINURA.



**LABORATORIO N°01 - CONCRETERA**  
**WUANUKO MIX E.I.R.L.**  
OBRAS: CONSTRUCCIÓN CIVIL Y CARRETERAS  
Volquetes, Cargador Frontal, Mezcladora, vibradora, etc.  
**VENTA DE MATERIALES DE CONSTRUCCION NO METALICOS**  
Pedras, Hormigón, Arena seca, arena fina, etc.

PROYECTO N° 04-2021  
REGISTRO N° 39

TESIS :	"ANÁLISIS DEL AGREGADO Y RELACIÓN AGUA/CEMENTO PARA LA ÓPTIMA ELABORACIÓN DE CONCRETO PERMEABLE CON ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE UTILIZANDO MATERIAS PRIMAS DE LA CANTERA WUANUKO MIX – HUÁNUCO"		
TESISTA:	Bach. SANTIAGO SIMON, ROBINSON EDGAR		
Localización:	Localidad: Andabamba / Dist.: Pilco Marca / Prov.: Huánuco / Reg.: Huánuco		
Material:	Agregado Fino		
Ensayo :	Porcentaje de Absorción (ASTM C 128-07a Y ASTM C 127-07)		
Laboratorio:	Laboratorio N°01-WUANUKO MIX	Fecha:	Abril del 2021

**MATERIALES PARA LA ELABORACION DEL ENSAYO**

TAMICES DE 3/8"+N°4+N°8+N°16+N°30+N°50+N°100

CUCHARON DE ALUMINO (DESPACHO)

HORNO DE 110 ± 5°C

BALANZA

BANDEJAS

**AGREGADO FINO**

**MODULO DE FINURA : ASTM C-33**

$$MF = \frac{\sum \% \text{retenido}_{acu}(3/8" + N^{\circ}4 + N^{\circ}8 + N^{\circ}16 + N^{\circ}30 + N^{\circ}50 + N^{\circ}100)}{100}$$

MUESTRA N°01						
TAMIZ N°	Abertura (mm)	Peso Retenido (g)	Porcentaje Retenido	Porcentaje Acumulado	Porcentaje que Pasa	Requisito de % que Pasa
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100
4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00	95 a 100
8	2.36	100.10	5.18	5.18	94.82	90 a 100
16	1.18	215.80	11.17	16.35	83.65	50 a 85
30	0.60	515.40	26.67	43.02	56.98	25 a 60
50	0.30	610.70	31.60	74.62	25.38	10 a 30
100	0.15	430.30	22.27	96.88	3.12	2 a 10
Bandeja		60.20	3.12	100.00	0.00	
<b>Total</b>		<b>1932.50</b>	<b>100</b>	<b>236.05</b>		

$$MF = \frac{236.0}{100} = 2.36$$

OBSERVACIONES:

ELABORÓ:

**CONCRETERA WUANUKO MIX**

*Luis F. Carrera Cristobal*

TÉCNICO DE CONCRETO

REVISÓ:

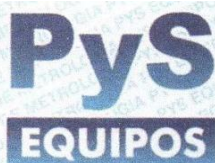
*Wilber G. Solano Beteta*

Firma: **Wilber G. Solano Beteta**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 69676

Av. Tupac Amaru N° 1002 Cent. Paucarbamba Amarilis - Huánuco Paradero 13  
Telf. 062635567 Cel. 941537558 - 990908690 - 980651293 - 950379152

# ANEXO 4

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN



LABORATORIO DE METROLOGIA

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LF-1440-2021

Pág. 1 de 3

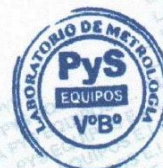
INSTRUMENTO : PRENSA CONCRETO  
MARCA : PYS EQUIPOS  
MODELO : STYE-2000  
N° SERIE : 170252  
RANGO DE MEDICION : 0 – 100.000 kgf  
SOLICITANTE : CONCRETERA WUANUKO MIX EIRL.  
DIRECCION : CARRETERA CENTRAL S/N – ANDABAMBA - HUANUCO  
CLASE DE PRECISION : 1  
FECHA DE CALIBRACION : 2021-06-24  
METODO DE CALIBRACIÓN : Comparación Directa  
LUGAR DE CALIBRACIÓN : Laboratorio de Concreto del cliente

- Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido total o parcialmente, excepto cuando se haya obtenido previamente permiso por escrito de la organización que lo emite.
- Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. La organización que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos calibrados.
- El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados

E.P.P

Revisado por:  
Eler Pozo S.  
Dpto. Metrología

Calibrado por:  
Angel Perez B  
Dpto. Metrología



Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31  
Telf.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989  
E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe  
Web Page: www.pys.pe

\*PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.



#### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LF-1440-2021

Pág. 2 de 3

**TRAZABILIDAD** : CELDA DE CARGA  
Marca : KELI  
Serie N° : 91  
Capacidad : 2000KN (nominal)

**INDICADOR DIGITAL**  
Marca : HIGH-WEIGH  
Modelo : 315-X5  
Serie N° : 0332565

*La celda patrón empleada en la calibración mantiene la trazabilidad durante las mediciones realizadas a la máquina de ensayo ya que se encuentra trazada por el Laboratorio de Estructuras Antisísmicas de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Expediente: INF-LE 052-20*

#### RESULTADOS DE CALIBRACIÓN

Error de Exactitud : 0.17 %  
Error de repetibilidad : 0.10 %  
Resolución : 0.100 %

De acuerdo con los datos anteriores y según la clasificación de la Norma internacional ISO 7500-1 la máquina de ensayos se encuentra clasificada

*La MAQUINA descrita CUMPLE con los errores máximos tolerados en uso, según lo estipulado en la Norma ASTM E74-06 y se procedió a aplicar valores de carga indicadas en la página 4. El proceso de calibración consistió en la aplicación de tres series de carga de celda mediante una gata hidráulica en serie con la celda patrón.*

#### RECOMEDACIONES

1. Es necesario implementar un programa de comprobación continua de la MAQUINA con patrones adecuados.
2. Se debe implementar un programa de aseo permanente para la MAQUINA. Esto con el fin de tratar de garantizar un correcto funcionamiento



Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31  
Telf.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989  
E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe  
Web Page: www.pys.pe

\*PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.



RESULTADOS DE LAS PRUEBAS REALIZADAS

Lectura Máquina (Fi)			Lectura del patrón			
			1(ASC)	2(ASC)	3(ASC)	PROMEDIO LECTURAS
%	kgf	kN	kN	kN	kN	kN
10	10197	100.00	99.83	99.93	99.83	99.83
20	20395	200.00	199.96	200.06	200.15	200.06
30	30592	300.00	300.08	300.18	300.08	300.08
40	40789	400.00	400.01	400.21	400.11	400.11
50	50987	500.00	500.24	500.43	500.34	500.34
60	61184	600.00	600.27	600.46	600.36	600.36
70	71381	700.00	700.19	700.39	700.29	700.29
80	81579	800.00	800.12	800.32	800.22	800.22
90	91776	900.00	900.15	900.35	900.25	900.25
100	101973	1000.00	1000.47	1000.67	1000.57	1000.57
Lectura máquina después de la fuerza			0	0	0	-----

Lectura Máquina (Fi)			Cálculo de errores relativos		Resolución	Incertidumbre
			Exactitud	Repetibilidad		
%	kgf	kN	q(%)	b(%)	a(%)	U(%)
10	10197	100.00	0.17	0.10	0.100	0.260
20	20395	200.00	-0.03	0.10	0.050	0.248
30	30592	300.00	-0.03	0.03	0.033	0.242
40	40789	400.00	-0.03	0.05	0.025	0.242
50	50987	500.00	-0.07	0.04	0.020	0.241
60	61184	600.00	-0.06	0.03	0.017	0.241
70	71381	700.00	-0.04	0.03	0.014	0.241
80	81579	800.00	-0.03	0.02	0.012	0.241
90	91776	900.00	-0.03	0.02	0.011	0.240
100	101973	1000.00	-0.06	0.02	0.010	0.240
Error de cero fo (%)			0	0	No aplica	Error máx. de cero(0)=0,00




Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31  
 Telf.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989  
 E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe  
 Web Page: www.pys.pe

\*PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.

## ANEXO 5

### ENSAYO DE LABORATORIO PARA RESISTENCIA (kg/cm<sup>2</sup>)



**CONCRETERA WUANUKO MIX E.I.R.L.**  
Venta de Concreto Pre Mezclado

OBRAS: CONSTRUCCIÓN CIVIL Y CARRETERAS  
Volquetes, Cargador Frontal, Mezcladora, vibradora, etc.

VENTA: DE MATERIALES DE CONSTRUCCION NO METALICOS  
Piedra, Hormigón, Arena roja, arena fina, etc.

PROYECTO N° 008-2021  
REGISTRO N° 019

*Wilmar C. Salino Beteta*  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 69676

#### PRUEBA ESTANDAR DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO NORMA: ASTM C-39

**TESIS** : "ANÁLISIS DEL AGREGADO Y RELACIÓN AGUA/CEMENTO PARA LA ÓPTIMA ELABORACIÓN DE CONCRETO PERMEABLE CON ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE UTILIZANDO MATERIAS PRIMAS DE LA CANTERA WUANUKO MIX – HUÁNUCO"

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE PILLO MARCA, PROVINCIA DE HUÁNUCO, REGION DE HUÁNUCO

**TESISTA** : Bach. ROBINSON EDGAR SANTIAGO SIMON

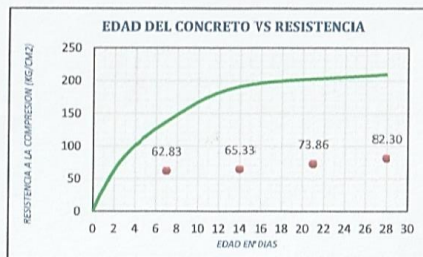
**FECHA** : 23/08/2021







**ESTRUCTURA** : DISEÑO DE MEZCLA N° 01 (AGREGADO Grueso, 3/4" - AGREGADO fino, 0% - W/C=0.30) Laboratorio:  Obra:  Insitu:

*Luis F. Carrera Cristóbal*  
CONCRETERA WUANUKO MIX  
Luis F. Carrera Cristóbal  
TÉCNICO DE CONCRETO

BLOQUE	DISEÑO F'c Kg/cm <sup>2</sup>
Variable	210

CODIGO	DESCRIPCIÓN DE MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	PROPIEDADES FÍSICAS DEL CILINDRO					CARGA KN	RESISTENCIA Kg/cm <sup>2</sup>	RESISTENCIA %	TIPO DE FRACTURA
					Diámetro (cm)			AREA cm <sup>2</sup>	ALTURA cm				
					Diam. Sup	Diam. Inf	Diam. Prom						
M-01	D. DE MEZCLA A.G. 3/4" - Af. 0% - w/c 0.30	23/06/2021	05/07/2021	7	15.00	15.30	15.15	180.27	29.00	111.07	62.83	29.92%	TIPO VI
M-02	D. DE MEZCLA A.G. 3/4" - Af. 0% - w/c 0.30	23/06/2021	12/07/2021	14	15.30	15.30	15.30	183.85	30.00	117.79	65.33	31.11%	TIPO I
M-03	D. DE MEZCLA A.G. 3/4" - Af. 0% - w/c 0.30	23/06/2021	19/07/2021	21	15.30	14.80	15.05	177.89	30.00	128.86	73.86	35.17%	TIPO II
M-04	D. DE MEZCLA A.G. 3/4" - Af. 0% - w/c 0.30	23/06/2021	26/07/2021	28	15.30	14.50	14.90	174.37	30.00	140.73	82.30	39.19%	TIPO II



					
<b>TIPO I</b> Conos bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 pulg (25mm)	<b>TIPO II</b> Conos bien formados en los extremos, fisuras verticales a través de los cabezales, como no bien definido en el otro extremo.	<b>TIPO III</b> Fisuras verticales encumbradas a través de los extremos, conos no bien formados.	<b>TIPO IV</b> Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpeo suavemente con un martillo para	<b>TIPO V</b> Fractura en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con tapas no adheridas)	<b>TIPO VI</b> Similar al tipo V pero el extremo del cilindro es puntiagudo.

Av. Tupac Amaru N° 1002 Cent. Paucarbamba Amarillis - Huánuco Paradero 13 Telf. 062635567 Cel. 941537558 - 990908690 - 980651293 - 950379152





## CONCRETERA WUANUKO MIX E.I.R.L.

Venta de Concreto Pre Mezclado

OBRAS: CONSTRUCCIÓN CIVIL Y CARRETERAS  
Volquetes, Cargador Frontal, Mezcladora, vibradora, etc.  
VENTA: DE MATERIALES DE CONSTRUCCION NO METALICOS  
Piedra, Hormigón, Arena roja, arena fina, etc.

PROYECTO N° 008-2021  
REGISTRO N° 020

*Wilber C. Salano Beteta*  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 69676

### PRUEBA ESTANDAR DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO NORMA: ASTM C-39

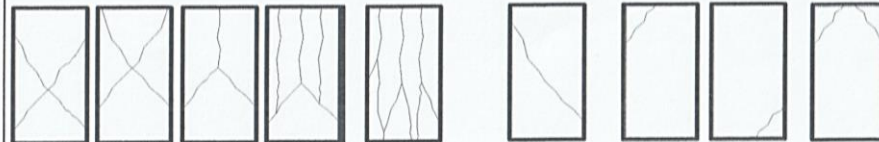
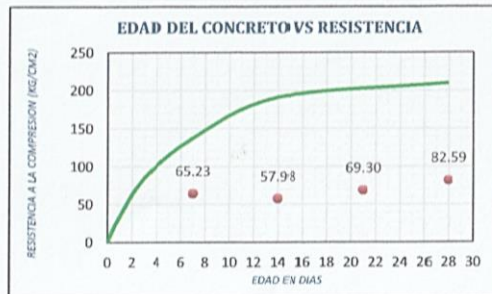
**TESIS** : "ANÁLISIS DEL AGREGADO Y RELACIÓN AGUA/CEMENTO PARA LA ÓPTIMA ELABORACIÓN DE CONCRETO PERMEABLE CON ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE UTILIZANDO MATERIAS PRIMAS DE LA CANTERA WUANUKO MIX - HUÁNUCO"  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE PILCO MARCA, PROVINCIA DE HUÁNUCO, REGION DE HUÁNUCO  
**TESISTA** : Bach. ROBINSON EDGAR SANTIAGO SIMON  
**FECHA** : 23/08/2021  
**ESTRUCTURA** : DISEÑO DE MEZCLA N° 02 | AGREGADO Grueso. 3/4" - AGREGADO fino. 0% - W/C=0.35

Laboratorio:  Obra:  Insitu:

CONCRETERA WUANUKO MIX  
*Luis F. Carrera Cristobal*  
TECNICO DE CONCRETO

BLOQUE	DISEÑO F'c Kgf/cm <sup>2</sup>
Variable	210

CODIGO	DESCRIPCIÓN DE MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	PROPIEDADES FÍSICAS DEL CILINDRO				CARGA kn	RESISTENCIA Kgf/cm <sup>2</sup>	RESISTENCIA %	TIPO DE FRACTURA	
					Diametro (cm)			AREA cm <sup>2</sup>					ALTURA cm
					Diam. Sup	Diam. Inf	Diam. Prom						
M-05	D. DE MEZCLA A.G. 3/4" - Af. 0% - w/c 0.35	29/06/2021	06/07/2021	7	15.00	15.30	15.15	180.27	30.20	115.31	65.23	31.06%	TIPO VI
M-06	D. DE MEZCLA A.G. 3/4" - Af. 0% - w/c 0.35	29/06/2021	13/07/2021	14	15.10	15.30	15.20	181.46	30.00	103.17	57.98	27.51%	TIPO I
M-07	D. DE MEZCLA A.G. 3/4" - Af. 0% - w/c 0.35	29/06/2021	20/07/2021	21	15.40	14.80	15.10	179.08	30.10	121.71	69.30	33.00%	TIPO VI
M-08	D. DE MEZCLA A.G. 3/4" - Af. 0% - w/c 0.35	29/06/2021	27/07/2021	28	15.40	14.30	14.85	173.20	30.00	140.28	82.59	39.33%	TIPO I



**TIPO I**  
Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 pulg (25mm)

**TIPO II**  
Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, como no bien definidos en el otro extremo.

**TIPO III**  
Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos no bien formados.

**TIPO IV**  
Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpe suavemente con un martillo para

**TIPO V**  
Fractura en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con tapas no adheridas)

**TIPO VI**  
Similar al tipo V pero el extremo del cilindro es puntiagudo.





## CONCRETERA WUANUKO MIX E.I.R.L.

Venta de Concreto Pre Mezclado

OBRAS: CONSTRUCCIÓN CIVIL Y CARRETERAS

Volquetes, Cargador Frontal, Mezcladora, vibradora, etc.

VENTA: DE MATERIALES DE CONSTRUCCION NO METALICOS

Piedra, Hormigón, Arena roja, arena fina, etc.

PROYECTO N° 008-2021

REGISTRO N° 021

*Wilmer C. Solano Beteta*  
 Wilmer C. Solano Beteta  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 69070

### PRUEBA ESTANDAR DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

NORMA: ASTM C-39

**TESIS** : "ANÁLISIS DEL AGREGADO Y RELACIÓN AGUA/CEMENTO PARA LA ÓPTIMA ELABORACIÓN DE CONCRETO PERMEABLE CON ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE UTILIZANDO MATERIAS PRIMAS DE LA CANTERA WUANUKO MIX – HUÁNUCO"

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE PILLCO MARCA, PROVINCIA DE WUANUKO, REGION DE HUÁNUCO

**TESISTA** : Bach. ROBINSON EDGAR SANTIAGO SIMON

**FECHA** : 23/08/2021

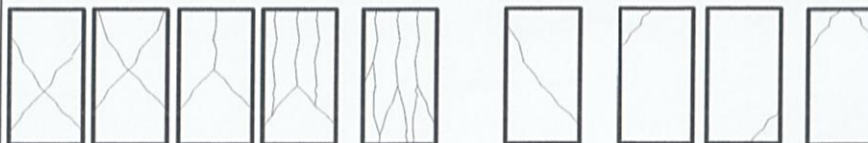
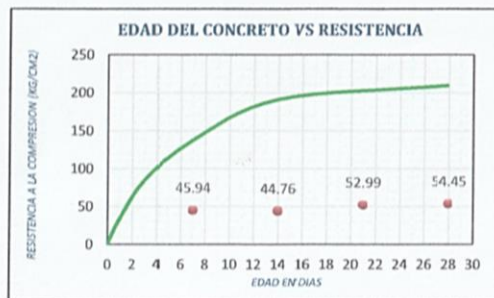
**ESTRUCTURA** : DISEÑO DE MEZCLA N° 03 (AGREGADO Grueso. 3/4" - AGREGADO fino. 0% - W/C=0.40) Laboratorio:  Obra:  Insitu:

CONCRETERA WUANUKO MIX

*Luis F. Carrera Cristobal*  
 Luis F. Carrera Cristobal  
 TÉCNICO DE CONCRETO

BLOQUE	DISEÑO F'c Kgf/cm <sup>2</sup>
Variable	210

CODIGO	DESCRIPCIÓN DE MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	PROPIEDADES FÍSICAS DEL CILINDRO				CARGA kn	RESISTENCIA Kgf/cm <sup>2</sup>	RESISTENCIA %	TIPO DE FRACTURA	
					Diámetro (cm)			AREA cm <sup>2</sup>					ALTURA cm
					Diam. Sup	Diam. Inf	Diam. Prom						
M-09	D. DE MEZCLA A.G. 3/4" - Af. 0% - w/c 0.40	30/06/2021	07/07/2021	7	15.40	15.30	15.35	185.06	30.10	83.38	45.94	21.88%	TIPO II
M-10	D. DE MEZCLA A.G. 3/4" - Af. 0% - w/c 0.40	30/06/2021	14/07/2021	14	15.30	14.80	15.05	177.89	29.90	78.08	44.76	21.31%	TIPO V
M-11	D. DE MEZCLA A.G. 3/4" - Af. 0% - w/c 0.40	30/06/2021	21/07/2021	21	15.30	14.80	15.05	177.89	34.00	92.45	52.99	25.23%	TIPO VI
M-12	D. DE MEZCLA A.G. 3/4" - Af. 0% - w/c 0.40	30/06/2021	28/07/2021	28	15.40	14.80	15.10	179.08	30.10	95.62	54.45	25.93%	TIPO I



**TIPO I**  
 Conos razonablemente bien formados en ambos extremos. fisuras a través de los cabezales de menos de 1 pulg (25mm)

**TIPO II**  
 Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, cono no bien definido en el otro extremo.

**TIPO III**  
 Fisuras verticales en columnadas a través de ambos extremos, conos no bien formados.

**TIPO IV**  
 Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpe suave con un martillo para

**TIPO V**  
 Fractura en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con tapas no adheridas)

**TIPO VI**  
 Similar al tipo V pero el extremo del cilindro es puntiagudo.



## CONCRETERA HUÁNUCO MIX E.I.R.L.

Venta de Concreto Pre Mezclado

OBRAS: CONSTRUCCIÓN CIVIL Y CARRETERAS

Volquetes, Cargador Frontal, Mezcladora, vibradora, etc.

VENTA: DE MATERIALES DE CONSTRUCCION NO METALICOS

Piedra, Hormigón, Arena roja, arena fina, etc.

PROYECTO N° 008-2021

REGISTRO N° 022

*Wilmer G. Solano Beteta*  
**Wilmer G. Solano Beteta**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 68676

### PRUEBA ESTANDAR DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

NORMA: ASTM C-39

**TESIS** : "ANÁLISIS DEL AGREGADO Y RELACIÓN AGUA/CEMENTO PARA LA ÓPTIMA ELABORACIÓN DE CONCRETO PERMEABLE CON ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE UTILIZANDO MATERIAS PRIMAS DE LA CANTERA HUÁNUCO MIX – HUÁNUCO "

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE PILLCO MARCA, PROVINCIA DE HUÁNUCO, REGION DE HUÁNUCO

**TESISTA** : Bach. ROBINSON EDGAR SANTIAGO SIMON

**FECHA** : 23/08/2021

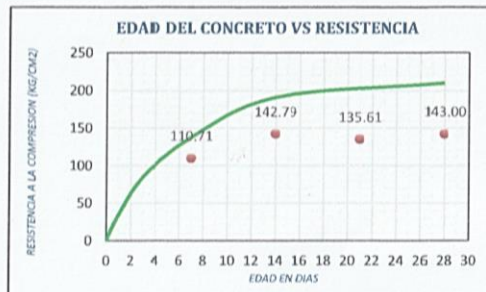
**ESTRUCTURA** : DISEÑO DE MEZCLA N° 04 (AGREGADO Grueso. 1/2" - AGREGADO fino. 0% - W/C=0.30) Laboratorio:  Obra:  Insitu:

CONCRETERA HUÁNUCO MIX

*Luis F. Carrera Cristobal*  
**Luis F. Carrera Cristobal**  
 TÉCNICO DE CONCRETO

BLOQUE	DISEÑO F'c Kgf/cm <sup>2</sup>
Variable	210

CODIGO	DESCRIPCIÓN DE MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	PROPIEDADES FÍSICAS DEL CILINDRO					CARGA kn	RESISTENCIA Kgf/cm <sup>2</sup>	RESISTENCIA %	TIPO DE FRACTURA
					Diametro (cm)			AREA cm <sup>2</sup>	ALTURA cm				
					Diam. Sup	Diam. Inf	Diam. Prom						
M-13	D. DE MEZCLA A.G. 1/2" - Af. 0% - w/c 0.30	01/07/2021	08/07/2021	7	15.40	15.30	15.35	185.06	30.10	200.92	110.71	52.72%	TIPO VI
M-14	D. DE MEZCLA A.G. 1/2" - Af. 0% - w/c 0.30	01/07/2021	15/07/2021	14	15.20	14.80	15.00	176.71	30.10	247.45	142.79	67.99%	TIPO VI
M-15	D. DE MEZCLA A.G. 1/2" - Af. 0% - w/c 0.30	01/07/2021	22/07/2021	21	15.30	14.90	15.10	179.08	30.00	238.16	135.61	64.58%	TIPO I
M-16	D. DE MEZCLA A.G. 1/2" - Af. 0% - w/c 0.30	01/07/2021	29/07/2021	28	15.30	14.80	15.05	177.89	30.00	249.47	143.00	68.69%	TIPO I



**TIPO I**  
 Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 pulg (25mm)

**TIPO II**  
 Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, como no bien definidos en el otro extremo.

**TIPO III**  
 Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos no bien formados.

**TIPO IV**  
 Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpe suavemente con un martillo para

**TIPO V**  
 Fractura en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con tapas no adheridas)

**TIPO VI**  
 Similar al tipo V pero el extremo del cilindro es puntiagudo.

Av. Tupac Amaru N° 1002 Cent. Paucarbamba Amarilis - Huánuco Paradero 13 Telf. 062635567 Cel. 941537558 - 990908690 - 980651293 - 950379152





## CONCRETERA WUANUKO MIX E.I.R.L.

Venta de Concreto Pre Mezclado

OBRAS: CONSTRUCCIÓN CIVIL Y CARRETERAS

Volquetes, Cargador Frontal, Mezcladora, vibradora, etc.

VENTA: DE MATERIALES DE CONSTRUCCION NO METALICOS

Piedra, Hormigón, Arena roja, arena fina, etc.

PROYECTO N° 008-2021

REGISTRO N° 023

*Walter C. Solano Beteta*  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 69070

### PRUEBA ESTANDAR DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

NORMA: ASTM C-39

TESIS : "ANÁLISIS DEL AGREGADO Y RELACIÓN AGUA/CEMENTO PARA LA ÓPTIMA ELABORACIÓN DE CONCRETO PERMEABLE CON ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE UTILIZANDO MATERIAS PRIMAS DE LA CANTERA WUANUKO MIX – HUÁNUCO"

UBICACIÓN : DISTRITO DE PILLO MARCA, PROVINCIA DE HUÁNUCO, REGION DE HUÁNUCO

TESISTA : Bach. ROBINSON EDGAR SANTIAGO SIMON

FECHA : 23/08/2021

ESTRUCTURA : DISEÑO DE MEZCLA N° 05 (AGREGADO Grueso. 1/2" - AGREGADO fino. 0% - W/C=0.35)

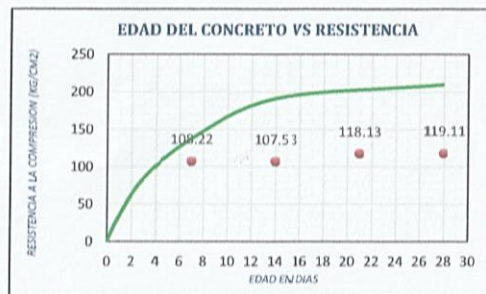
Laboratorio:  Obra:  Insitu:

CONCRETERA WUANUKO MIX

*Luis F. Carrera Cristobal*  
 TÉCNICO DE CONCRETO

BLOQUE	DISEÑO F'c Kg/cm <sup>2</sup>
Variable	210

CODIGO	DESCRIPCIÓN DE MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	PROPIEDADES FÍSICAS DEL CILINDRO					CARGA kn	RESISTENCIA Kg/cm <sup>2</sup>	RESISTENCIA %	TIPO DE FRACTURA
					Diametro (cm)			AREA cm <sup>2</sup>	ALTURA cm				
					Diam. Sup	Diam. Inf	Diam. Prom						
M-17	D. DE MEZCLA A.G. 1/2" - Af. 0% - w/c 0.35	02/07/2023	09/07/2023	7	15.30	14.80	15.05	177.89	30.10	188.79	108.22	51.53%	TIPO VI
M-18	D. DE MEZCLA A.G. 1/2" - Af. 0% - w/c 0.35	02/07/2023	16/07/2023	14	15.20	14.80	15.00	176.71	30.10	186.35	107.53	51.20%	TIPO I
M-19	D. DE MEZCLA A.G. 1/2" - Af. 0% - w/c 0.35	02/07/2023	23/07/2023	21	15.20	14.80	15.00	176.71	30.10	204.72	118.13	56.25%	TIPO I
M-20	D. DE MEZCLA A.G. 1/2" - Af. 0% - w/c 0.35	02/07/2023	30/07/2023	28	15.30	14.80	15.05	177.89	30.00	207.79	119.11	56.72%	TIPO I



- TIPO I**  
Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 pulg (25mm)
- TIPO II**  
Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, como no bien definido en el otro extremo.
- TIPO III**  
Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos no bien formados.
- TIPO IV**  
Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpee suavemente con un martillo para
- TIPO V**  
Fractura en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con tapas no adheridas)
- TIPO VI**  
Similar al tipo V pero el extremo del cilindro es puntiagudo.

Av. Tupac Amaru N° 1002 Cent. Paucarbamba Amarilis - Huánuco Paradero 13 Telf. 062635567 Cel. 941537558 - 990908690 - 980651293 - 950379152



## CONCRETERA HUÁNUCO MIX E.I.R.L.

Venta de Concreto Pre Mezclado

OBRAS: CONSTRUCCIÓN CIVIL Y CARRETERAS

Volquetes, Cargador Frontal, Mezcladora, vibradora, etc.

VENTA: DE MATERIALES DE CONSTRUCCION NO METALICOS

Piedra, Hormigón, Arena roja, arena fina, etc.

PROYECTO N° 008-2021

REGISTRO N° 024

*Wilmar G. Sillano Beteta*  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 69676

### PRUEBA ESTANDAR DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

NORMA: ASTM C-39

**TESIS** : "ANÁLISIS DEL AGREGADO Y RELACIÓN AGUA/CEMENTO PARA LA ÓPTIMA ELABORACIÓN DE CONCRETO PERMEABLE CON ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE UTILIZANDO MATERIAS PRIMAS DE LA CANTERA HUÁNUCO MIX - HUÁNUCO"

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE PILLCO MARCA, PROVINCIA DE HUÁNUCO, REGION DE HUÁNUCO

**TESISTA** : Bach. ROBINSON EDGAR SANTIAGO SIMON

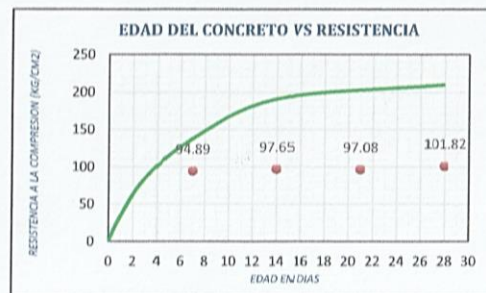
**FECHA** : 23/08/2021

**ESTRUCTURA** : DISEÑO DE MEZCLA N° 06 (AGREGADO Grueso, 1/2" - AGREGADO fino, 0% - W/C=0.40) Laboratorio:  Obra:  Insitu:

CONCRETERA HUÁNUCO MIX  
*Luis P. Cárdena Cristóbal*  
TÉCNICO DE CONCRETO

BLOQUE	DISEÑO F'c
Variable	Kgf/cm <sup>2</sup> 210

CODIGO	DESCRIPCIÓN DE MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	PROPIEDADES FÍSICAS DEL CILINDRO					CARGA kn	RESISTENCIA Kgf/cm <sup>2</sup>	RESISTENCIA %	TIPO DE FRACTURA
					Diametro (cm)			AREA cm <sup>2</sup>	ALTURA cm				
					Diam. Sup	Diam. Inf	Diam. Prom						
M-21	D. DE MEZCLA A.G. 1/2" - Af. 0% - w/c 0.40	01/07/2023	10/07/2023	7	15.20	14.80	15.00	176.71	30.00	164.44	94.89	45.18%	TIPO I
M-22	D. DE MEZCLA A.G. 1/2" - Af. 0% - w/c 0.40	01/07/2023	17/07/2023	14	15.20	14.80	15.00	176.71	30.10	169.22	97.65	46.50%	TIPO VI
M-23	D. DE MEZCLA A.G. 1/2" - Af. 0% - w/c 0.40	01/07/2023	24/07/2023	21	15.20	14.90	15.05	177.89	30.00	169.36	97.08	46.23%	TIPO VI
M-24	D. DE MEZCLA A.G. 1/2" - Af. 0% - w/c 0.40	01/07/2023	31/07/2023	28	15.20	14.80	15.00	176.71	30.00	176.46	101.82	48.49%	TIPO III



**TIPO I**  
Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 pulg (25mm)

**TIPO II**  
Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, como no bien definidas en el otro extremo.

**TIPO III**  
Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos no bien formados.

**TIPO IV**  
Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpe suavemente con un martillo para

**TIPO V**  
Fractura en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con tapas no adheridas)

**TIPO VI**  
Similar al tipo V pero el extremo del cilindro es puntiagudo.





## CONCRETERA WUANUKO MIX E.I.R.L.

Venta de Concreto Pre Mezclado

OBRAS: CONSTRUCCIÓN CIVIL Y CARRETERAS

Volquetes, Cargador Frontal, Mezcladora, vibradora, etc.

VENTA: DE MATERIALES DE CONSTRUCCION NO METALICOS

Piedra, Hormigón, Arena roja, arena fina, etc.

PROYECTO N° 008-2021

REGISTRO N° 025

*Walter G. Sofiano Beteta*  
 WALTER G. SOFIANO BETETA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 69676

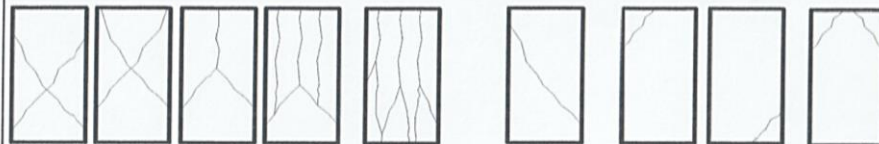
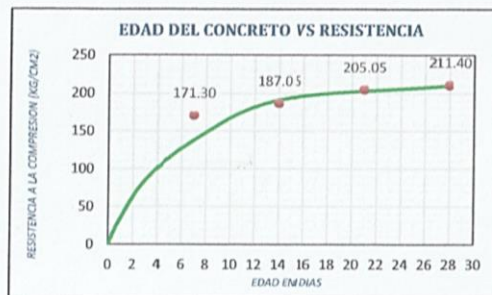
### PRUEBA ESTANDAR DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO NORMA: ASTM C-39

CONCRETERA WUANUKO MIX  
*Luis B. Carrera Cristobal*  
 LUIS B. CARRERA CRISTOBAL  
 TÉCNICO DE CONCRETO

TESIS : "ANÁLISIS DEL AGREGADO Y RELACIÓN AGUA/CEMENTO PARA LA ÓPTIMA ELABORACIÓN DE CONCRETO PERMEABLE CON ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE UTILIZANDO MATERIAS PRIMAS DE LA CANTERA WUANUKO MIX – HUÁNUCO"  
 UBICACIÓN : DISTRITO DE PILLCO MARCA, PROVINCIA DE HUÁNUCO, REGION DE HUÁNUCO  
 TESISISTA : Bach. ROBINSON EDGAR SANTIAGO SIMON  
 FECHA : 23/08/2021  
 ESTRUCTURA : DISEÑO DE MEZCLA N° 07 (AGREGADO Grueso. 3/8" - AGREGADO fino. 0% - W/C=0.30) Laboratorio:  Obra:  Insitu:

BLOQUE	DISEÑO F'c Kgt/cm <sup>2</sup>
Variable	210

CODIGO	DESCRIPCIÓN DE MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	PROPIEDADES FISICAS DEL CILINDRO				CARGA kn	RESISTENCIA Kgt/cm <sup>2</sup>	RESISTENCIA %	TIPO DE FRACTURA	
					Diámetro (cm)			AREA cm <sup>2</sup>					ALTURA cm
					Diam. Sup	Diam. Inf	Diam. Prom						
M-25	D. DE MEZCLA A.G. 3/8" - Af. 0% - w/c 0.30	05/07/2023	12/07/2023	7	15.30	14.90	15.10	179.08	30.10	300.84	171.30	81.57%	TIPO V
M-26	D. DE MEZCLA A.G. 3/8" - Af. 0% - w/c 0.30	05/07/2023	19/07/2023	14	15.30	14.90	15.10	179.08	30.10	328.49	187.05	89.07%	TIPO I
M-27	D. DE MEZCLA A.G. 3/8" - Af. 0% - w/c 0.30	05/07/2023	26/07/2023	21	15.20	14.90	15.05	177.89	30.10	357.73	205.05	97.64%	TIPO I
M-28	D. DE MEZCLA A.G. 3/8" - Af. 0% - w/c 0.30	05/07/2023	02/08/2023	28	15.20	14.80	15.00	176.71	30.00	366.35	211.40	100.66%	TIPO V



- TIPO I**  
Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 pulg (25mm)
- TIPO II**  
Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, cono no bien definido en el otro extremo.
- TIPO III**  
Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos no bien formados.
- TIPO IV**  
Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpe suavemente con un martillo para
- TIPO V**  
Fractura en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con tapas no adheridas)
- TIPO VI**  
Similar al tipo V pero el extremo del cilindro es puntiagudo.



## CONCRETERA WUANUKO MIX E.R.L.

Venta de Concreto Pre Mezclado

OBRAS: CONSTRUCCIÓN CIVIL Y CARRETERAS

Volquetes, Cargador Frontal, Mezcladora, vibradora, etc.

VENTA: DE MATERIALES DE CONSTRUCCION NO METALICOS

Piedra, Hormigón, Arena roja, arena fina, etc.

PROYECTO N° 008-2021

REGISTRO N° 026

*Wilmar G. Salano Boteta*  
 Wilmar G. Salano Boteta  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 69676

### PRUEBA ESTANDAR DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO NORMA: ASTM C-39

TESIS : "ANÁLISIS DEL AGREGADO Y RELACIÓN AGUA/CEMENTO PARA LA ÓPTIMA ELABORACIÓN DE CONCRETO PERMEABLE CON ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE UTILIZANDO MATERIAS PRIMAS DE LA CANTERA WUANUKO MIX - HUÁNUCO"

UBICACIÓN : DISTRITO DE PILLCO MARCA, PROVINCIA DE HUÁNUCO, REGION DE HUÁNUCO

TESISTA : Bach. ROBINSON EDGAR SANTIAGO SIMON

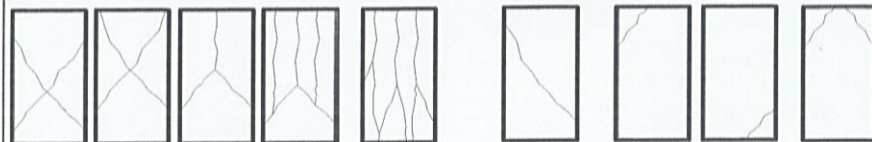
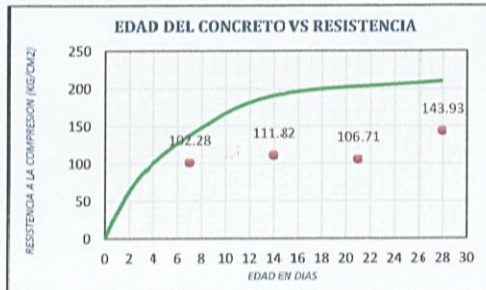
FECHA : 23/08/2021

ESTRUCTURA : DISEÑO DE MEZCLA N° 08 (AGREGADO Grueso. 3/8" - AGREGADO fino. 0% - W/C=0.35) Laboratorio:  Obra:  Insitu:

CONCRETERA WUANUKO MIX  
*Luis F. Carreta Cristobal*  
 Luis F. Carreta Cristobal  
 TÉCNICO DE CONCRETO

BLOQUE	DISEÑO f'c Kgf/cm <sup>2</sup>
Variable	210

CODIGO	DESCRIPCIÓN DE MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	PROPIEDADES BÁSICAS DEL CILINDRO					CARGA kn	RESISTENCIA Kgf/cm <sup>2</sup>	RESISTENCIA %	TIPO DE FRACTURA
					Diametro [cm]			AREA cm <sup>2</sup>	ALTURA cm				
					Diam. Sup	Diam. Inf	Elam. Prom						
M-29	D. DE MEZCLA A.G. 3/8" - Af. 0% - w/c 0.35	06/07/2023	13/07/2023	7	15.40	14.90	15.15	180.27	30.10	180.81	102.28	48.70%	TIPO V
M-30	D. DE MEZCLA A.G. 3/8" - Af. 0% - w/c 0.35	06/07/2023	20/07/2023	14	15.60	14.80	15.20	181.46	30.00	198.98	111.82	53.25%	TIPO I
M-31	D. DE MEZCLA A.G. 3/8" - Af. 0% - w/c 0.35	06/07/2023	27/07/2023	21	15.20	14.90	15.05	177.89	30.00	186.17	106.71	50.82%	TIPO I
M-32	D. DE MEZCLA A.G. 3/8" - Af. 0% - w/c 0.35	06/07/2023	03/08/2023	28	15.30	14.80	15.05	177.89	30.00	251.10	143.93	68.54%	TIPO I



**TIPO I**  
 Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 pulg (25mm)

**TIPO II**  
 Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, como no bien definido en el otro extremo.

**TIPO III**  
 Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos no bien formados.

**TIPO IV**  
 Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpeo suavemente con un martillo para

**TIPO V**  
 Fractura en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con tapas no adheridas.)

**TIPO VI**  
 Similar al tipo V pero el extremo del cilindro es puntiagudo.





## CONCRETERA WUANUKO MIX E.I.R.L.

Venta de Concreto Pre Mezclado

OBRAS: CONSTRUCCIÓN CIVIL Y CARRETERAS

Volquetes, Cargador Frontal, Mezcladora, vibradora, etc.

VENTA: DE MATERIALES DE CONSTRUCCION NO METALICOS

Piedra, Hormigón, Arena roja, arena fina, etc.

PROYECTO N° 008-2021

REGISTRO N° 027

*Walter G. Solano Beteta*  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 69076

### PRUEBA ESTANDAR DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO NORMA: ASTM C-39

CONCRETERA WUANUKO MIX

*Luis F. Carrera Cristobal*  
TÉCNICO DE CONCRETO

TESIS : "ANÁLISIS DEL AGREGADO Y RELACIÓN AGUA/CEMENTO PARA LA ÓPTIMA ELABORACIÓN DE CONCRETO PERMEABLE CON ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE UTILIZANDO MATERIAS PRIMAS DE LA CANTERA WUANUKO MIX – HUÁNUCO"

UBICACIÓN : DISTRITO DE PILLCO MARCA, PROVINCIA DE HUÁNUCO, REGION DE HUÁNUCO

TESISTA : Bach. ROBINSON EDGAR SANTIAGO SIMON

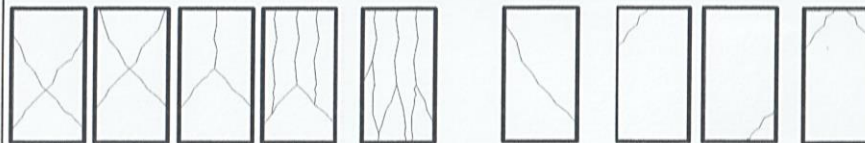
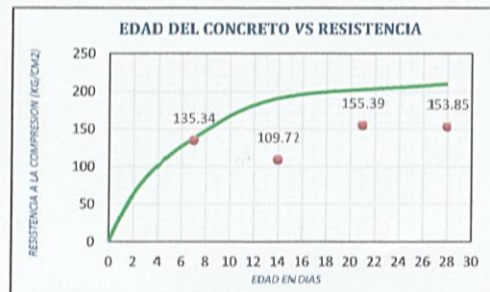
FICHA : 23/08/2021

ESTRUCTURA : DISEÑO DE MEZCLA N° 09 (AGREGADO Grueso, 3/8" - AGREGADO fino, 0% - W/C=0.40)

Laboratorio:  Obra:  Insitu:

BLOQUE	DISEÑO F'c Kg/cm <sup>2</sup>
Variable	210

CODIGO	DESCRIPCIÓN DE MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	PROPIEDADES FÍSICAS DEL CILINDRO					CARGA KN	RESISTENCIA Kg/cm <sup>2</sup>	RESISTENCIA %	TIPO DE FRACTURA
					Diametro (cm)			AREA cm <sup>2</sup>	ALTURA cm				
					Diam. Sup	Diam. Inf	Diam. Prom						
M-33	D. DE MEZCLA A.G. 3/8" - Af. 0% - w/c 0.40	08/07/2023	15/07/2023	7	15.00	14.40	14.70	169.72	30.10	225.25	135.34	64.45%	TIPO VI
M-34	D. DE MEZCLA A.G. 3/8" - Af. 0% - w/c 0.40	08/07/2023	22/07/2023	14	15.30	14.80	15.05	177.89	30.10	191.41	109.72	52.25%	TIPO VI
M-35	D. DE MEZCLA A.G. 3/8" - Af. 0% - w/c 0.40	08/07/2023	29/07/2023	21	15.00	14.80	14.90	174.37	30.00	265.71	155.39	73.99%	TIPO V
M-36	D. DE MEZCLA A.G. 3/8" - Af. 0% - w/c 0.40	08/07/2023	05/08/2023	28	15.30	14.90	15.10	179.08	30.00	270.19	153.85	73.26%	TIPO VI



- TIPO I**  
Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 pulg (25mm)
- TIPO II**  
Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, como no bien definido en el otro extremo.
- TIPO III**  
Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos no bien formados.
- TIPO IV**  
Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpee suavemente con un martillo para
- TIPO V**  
Fractura en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con tapas no adheridas)
- TIPO VI**  
Similar al tipo V pero el extremo del cilindro es puntiagudo.

Av. Tupac Amaru N° 1002 Cent. Paucarbamba Amarillis - Huánuco Paradero 13 Telf. 062635567 Cel. 941537558 - 990908690 - 980651293 - 950379152



## CONCRETERA WUANUKO MIX E.R.L.

Venta de Concreto Pre Mezclado

OBRAS: CONSTRUCCIÓN CIVIL Y CARRETERAS

Volquetes, Cargador Frontal, Mezcladora, vibradora, etc.

VENTA: DE MATERIALES DE CONSTRUCCION NO METALICOS

Piedra, Hormigón, Arena roja, arena fina, etc.

PROYECTO N° 008-2021

REGISTRO N° 028

*Walter G. Salano Beteta*  
 Walter G. Salano Beteta  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 69676

### PRUEBA ESTANDAR DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO NORMA: ASTM C-39

**TESIS** : "ANÁLISIS DEL AGREGADO Y RELACIÓN AGUA/CEMENTO PARA LA ÓPTIMA ELABORACIÓN DE CONCRETO PERMEABLE CON ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE UTILIZANDO MATERIAS PRIMAS DE LA CANTERA WUANUKO MIX – HUÁNUCO"

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE PILLCO MARCA, PROVINCIA DE HUÁNUCO, REGION DE HUÁNUCO

**TESISTA** : Bach. ROBINSON EDGAR SANTIAGO SIMON

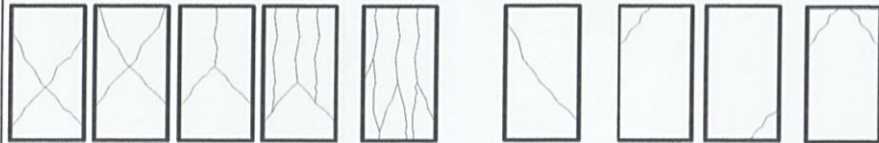
**FECHA** : 23/08/2021

**ESTRUCTURA** : DISEÑO DE MEZCLA N° 10 (AGREGADO Grueso, 3/4" - AGREGADO fino, 10% - W/C=0.30) Laboratorio:  Obra:  Insitu:

CONCRETERA WUANUKO MIX  
*Luis F. Carrera Cristobal*  
 Luis F. Carrera Cristobal  
 TÉCNICO DE CONCRETO

BLOQUE	DISEÑO Fc Kg/cm <sup>2</sup>
Variable	210

CODIGO	DESCRIPCIÓN DE MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	PROPIEDADES FÍSICAS DEL CILINDRO					CARGA KN	RESISTENCIA Kg/cm <sup>2</sup>	RESISTENCIA %	TIPO DE FRACTURA
					Diametro (cm)			AREA cm <sup>2</sup>	ALTURA cm				
					Diam. Sup	Diam. Inf	Diam. Prom						
M-37	D. DE MEZCLA A.G. 3/4" - Af. 10% - w/c 0.30	12/07/2021	19/07/2021	7	15.40	14.80	15.10	179.08	30.00	273.38	155.67	74.13%	TIPO VI
M-38	D. DE MEZCLA A.G. 3/4" - Af. 10% - w/c 0.30	12/07/2021	26/07/2021	14	15.30	14.80	15.05	177.89	30.00	320.69	183.82	87.53%	TIPO I
M-39	D. DE MEZCLA A.G. 3/4" - Af. 10% - w/c 0.30	12/07/2021	02/08/2021	21	15.30	14.80	15.05	177.89	30.10	380.16	217.91	103.77%	TIPO I
M-40	D. DE MEZCLA A.G. 3/4" - Af. 10% - w/c 0.30	12/07/2021	09/08/2021	28	15.30	14.80	15.05	177.89	30.10	391.78	224.57	106.94%	TIPO VI



**TIPO I**  
 Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 pulg (25mm)

**TIPO II**  
 Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, como no bien definidos en el otro extremo.

**TIPO III**  
 Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos no bien formados.

**TIPO IV**  
 Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpe suavemente con un martillo para

**TIPO V**  
 Fractura en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con tapas no adheridas.)

**TIPO VI**  
 Similar al tipo V pero el extremo del cilindro es puntiagudo.





## CONCRETERA WUANUKO MIX E.I.R.L.

Venta de Concreto Pre Mezclado

OBRAS: CONSTRUCCIÓN CIVIL Y CARRETERAS

Volquetes, Cargador Frontal, Mezcladora, vibradora, etc.

VENTA: DE MATERIALES DE CONSTRUCCION NO METALICOS

Piedra, Hormigón, Arena roja, arena fina, etc.

PROYECTO N° 008-2021

REGISTRO N° 029

*[Signature]*  
**Walter G. Salano Beteta**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 69676

### PRUEBA ESTANDAR DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO NORMA: ASTM C-39

**TESIS** : "ANÁLISIS DEL AGREGADO Y RELACIÓN AGUA/CEMENTO PARA LA ÓPTIMA ELABORACIÓN DE CONCRETO PERMEABLE CON ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE UTILIZANDO MATERIAS PRIMAS DE LA CANTERA WUANUKO MIX – HUÁNUCO "

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE PILLCO MARCA, PROVINCIA DE HUÁNUCO, REGION DE HUÁNUCO

**TESISTA** : Bach. ROBINSON EDGAR SANTIAGO SIMON

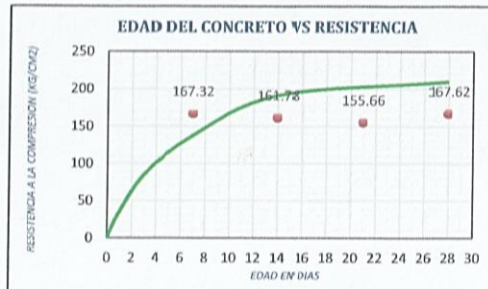
**FECHA** : 23/08/2021

**ESTRUCTURA** : DISEÑO DE MEZCLA N° 11 (AGREGADO Grueso. 3/4" - AGREGADO fino. 10% - W/C=0.35) Laboratorio:  Obra:  Insitu:

CONCRETERA WUANUKO MIX  
*[Signature]*  
**Luis F. Carrera Cristobal**  
 TÉCNICO DE CONCRETO

BLOQUE	DISEÑO F'c Kg/cm <sup>2</sup>
Variable	210

CODIGO	DESCRIPCIÓN DE MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	PROPIEDADES FÍSICAS DEL CILINDRO					CARGA KN	RESISTENCIA Kg/cm <sup>2</sup>	RESISTENCIA %	TIPO DE FRACTURA
					Diametro [cm]			AREA cm <sup>2</sup>	ALTURA cm				
					Diam. Sup	Diam. Inf	Diam. Prom						
M-41	D. DE MEZCLA A.G. 3/4" - Af. 10% - w/c 0.35	13/07/2021	20/07/2021	7	15.30	14.80	15.05	177.89	30.00	291.91	167.32	79.68%	TIPO I
M-42	D. DE MEZCLA A.G. 3/4" - Af. 10% - w/c 0.35	13/07/2021	27/07/2021	14	15.10	14.80	14.95	175.54	30.00	278.50	161.78	77.04%	TIPO I
M-43	D. DE MEZCLA A.G. 3/4" - Af. 10% - w/c 0.35	13/07/2021	03/08/2021	21	15.40	14.80	15.10	179.08	30.00	273.36	155.66	74.12%	TIPO I
M-44	D. DE MEZCLA A.G. 3/4" - Af. 10% - w/c 0.35	13/07/2021	10/08/2021	28	15.30	14.80	15.05	177.89	30.10	292.42	167.62	79.82%	TIPO V



- TIPO I**  
Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 pulg (25mm)
- TIPO II**  
Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, como no bien definidos en el otro extremo.
- TIPO III**  
Fisuras verticales en columnadas a través de ambos extremos, conos no bien formados.
- TIPO IV**  
Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpee suavemente con un martillo para
- TIPO V**  
Fractura en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con tapas no adheridas)
- TIPO VI**  
Similar al tipo V pero el extremo del cilindro es puntiagudo.



## CONCRETERA WUANUKO MIX E.I.R.L.

Venta de Concreto Pre Mezclado

OBRAS: CONSTRUCCIÓN CIVIL Y CARRETERAS

Volquetes, Cargador Frontal, Mezcladora, vibradora, etc.

VENTA: DE MATERIALES DE CONSTRUCCION NO METALICOS

Piedra, Hormigón, Arena roja, arena fina, etc.

PROYECTO N° 008-2021

REGISTRO N° 030



### PRUEBA ESTANDAR DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO NORMA: ASTM C-39

<b>TESIS</b>	: "ANÁLISIS DEL AGREGADO Y RELACIÓN AGUA/CEMENTO PARA LA ÓPTIMA ELABORACIÓN DE CONCRETO PERMEABLE CON ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE UTILIZANDO MATERIAS PRIMAS DE LA CANTERA WUANUKO MIX – HUÁNUCO"		
<b>UBICACIÓN</b>	: DISTRITO DE PILLCO MARCA, PROVINCIA DE HUÁNUCO, REGION DE HUÁNUCO		
<b>TESISTA</b>	: Bach. ROBINSON EDGAR SANTIAGO SIMON		
<b>FECHA</b>	: 23/08/2021		
<b>ESTRUCTURA</b>	: DISEÑO DE MEZCLA N° 12 (AGREGADO Grueso. 3/4" - AGREGADO fino. 10% - W/C=0.40)		

Laboratorio:  Obra:  Insitu:

CONCRETERA WUANUKO MIX  
*Luis F. Carreña Cristóbal*  
TÉCNICO DE CONCRETO

BLOQUE	DISEÑO f'c Kg/cm <sup>2</sup>
Variable	210

CODIGO	DESCRIPCIÓN DE MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	PROPIEDADES FÍSICAS DEL CILINDRO				CARGA KN	RESISTENCIA Kg/cm <sup>2</sup>	RESISTENCIA %	TIPO DE FRACTURA	
					Diametro [cm]			AREA cm <sup>2</sup>					ALTURA cm
					Diam. Sup	Diam. Inf	Diam. Prom						
M-45	D. DE MEZCLA A.G. 3/4" - Af. 10% - w/c 0.40	14/07/2021	21/07/2021	7	15.20	14.80	15.00	176.71	30.00	171.62	99.03	47.16%	TIPO VI
M-46	D. DE MEZCLA A.G. 3/4" - Af. 10% - w/c 0.40	14/07/2021	28/07/2021	14	15.30	14.80	15.05	177.89	30.00	219.91	126.05	60.03%	TIPO V
M-47	D. DE MEZCLA A.G. 3/4" - Af. 10% - w/c 0.40	14/07/2021	04/08/2021	21	15.20	14.80	15.00	176.71	29.00	315.38	181.98	86.66%	TIPO VI
M-48	D. DE MEZCLA A.G. 3/4" - Af. 10% - w/c 0.40	14/07/2021	11/08/2021	28	15.40	14.90	15.15	180.27	30.10	322.64	182.51	86.91%	TIPO VI



- |  |   |  |  |   |   |
|--|---|--|--|---|---|
| <p><b>TIPO I</b><br/>Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 pulg (25mm)</p> | <p><b>TIPO II</b><br/>Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, como no bien definidos en el otro extremo.</p> | <p><b>TIPO III</b><br/>Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos no bien formados.</p> | <p><b>TIPO IV</b><br/>Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpee suavemente con un martillo para</p> | <p><b>TIPO V</b><br/>Fractura en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con tapas no adheridas)</p> | <p><b>TIPO VI</b><br/>Similar al tipo V pero el extremo del cilindro es puntiagudo.</p> |
|--|---|--|--|---|---|

Av. Tupac Amaru N° 1002 Cent. Paucarbamba Amarillis - Huanuco Paradero 13 Telf. 062635567 Cel. 941537558 - 990908690 - 980651293 - 950379152





## CONCRETERA WUANUKO MIX E.I.R.L.

Venta de Concreto Pre Mezclado

OBRAS: CONSTRUCCIÓN CIVIL Y CARRETERAS

Volquetes, Cargador Frontal, Mezcladora, vibradora, etc.

VENTA: DE MATERIALES DE CONSTRUCCION NO METALICOS

Piedra, Hormigón, Arena roja, arena fina, etc.

PROYECTO N° 008-2021

REGISTRO N° 031

*Walter G. Sofano Beteta*  
 Walter G. Sofano Beteta  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 69676

### PRUEBA ESTANDAR DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO NORMA: ASTM C-39

CONCRETERA WUANUKO MIX  
*Luis F. Carrera Cristobal*  
 Luis F. Carrera Cristobal  
 TÉCNICO DE CONCRETO

**TESIS** : "ANÁLISIS DEL AGREGADO Y RELACIÓN AGUA/CEMENTO PARA LA ÓPTIMA ELABORACIÓN DE CONCRETO PERMEABLE CON ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE UTILIZANDO MATERIAS PRIMAS DE LA CANTERA WUANUKO MIX – HUÁNUCO "

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE PILLCO MARCA, PROVINCIA DE HUÁNUCO, REGION DE HUÁNUCO

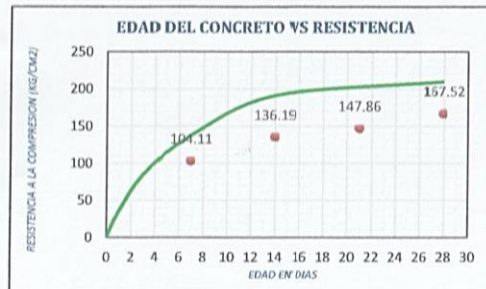
**TESTISTA** : Bach. ROBINSON EDGAR SANTIAGO SIMON

**FECHA** : 23/08/2021

**ESTRUCTURA** : DISEÑO DE MEZCLA N° 13 (AGREGADO Grueso. 1/2" - AGREGADO fino. 10% - W/C=0.30) Laboratorio:  Obra:  Insitu:

BLOQUE	DISEÑO F'c Kgf/cm <sup>2</sup>
Variable	210

CODIGO	DESCRIPCIÓN DE MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	PROPIEDADES FÍSICAS DEL CILINDRO					CARGA KN	RESISTENCIA Kgf/cm <sup>2</sup>	RESISTENCIA %	TIPO DE FRACTURA
					Diámetro (cm)			AREA cm <sup>2</sup>	ALTURA cm				
					Diam. Sup	Diam. Inf	Diam. Prom						
M-49	D. DE MEZCLA A.G. 1/2" - Af. 10% - w/c 0.30	15/07/2021	22/07/2021	7	15.40	14.80	15.10	179.08	30.00	182.83	104.11	49.57%	TIPO VI
M-50	D. DE MEZCLA A.G. 1/2" - Af. 10% - w/c 0.30	15/07/2021	29/07/2021	14	15.30	14.80	15.05	177.89	30.00	237.60	136.19	64.85%	TIPO I
M-51	D. DE MEZCLA A.G. 1/2" - Af. 10% - w/c 0.30	15/07/2021	05/08/2021	21	15.30	14.90	15.10	179.08	30.00	259.67	147.86	70.41%	TIPO I
M-52	D. DE MEZCLA A.G. 1/2" - Af. 10% - w/c 0.30	15/07/2021	12/08/2021	28	15.20	14.80	15.00	176.71	30.10	290.32	167.52	79.77%	TIPO I



**TIPO I**  
 Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 pulg (25mm)

**TIPO II**  
 Corcos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, como no bien definidos en el otro extremo.

**TIPO III**  
 Fisuras verticales en columnadas a través de ambos extremos, conos no bien formados.

**TIPO IV**  
 Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpee suavemente con un martillo para

**TIPO V**  
 Fractura en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con tapas no adheridas)

**TIPO VI**  
 Similar al tipo V pero el extremo del cilindro es puntiagudo.



## CONCRETERA WUANUKO MIX E.I.R.L.

Venta de Concreto Pre Mezclado

OBRAS: CONSTRUCCIÓN CIVIL Y CARRETERAS

Volquetes, Cargador Frontal, Mezcladora, vibradora, etc.

VENTA: DE MATERIALES DE CONSTRUCCION NO METALICOS

Piedra, Hormigón, Arena roja, arena fina, etc.

PROYECTO N° 008-2021

REGISTRO N° 032

*Wilmer E. Solano Beteta*  
 Wilmer E. Solano Beteta  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 69676

### PRUEBA ESTANDAR DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO NORMA: ASTM C-39

**TESIS** : "ANÁLISIS DEL AGREGADO Y RELACIÓN AGUA/CEMENTO PARA LA ÓPTIMA ELABORACIÓN DE CONCRETO PERMEABLE CON ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE UTILIZANDO MATERIAS PRIMAS DE LA CANTERA WUANUKO MIX – HUÁNUCO"

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE PILCO MARCA, PROVINCIA DE HUÁNUCO, REGION DE HUÁNUCO

**TESISTA** : Bach. ROBINSON EDGAR SANTIAGO SIMON

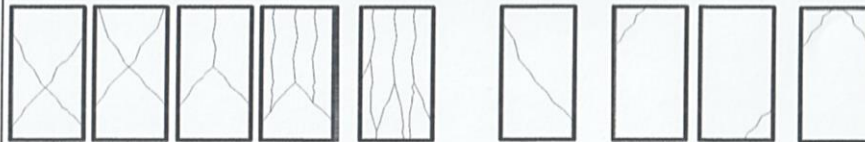
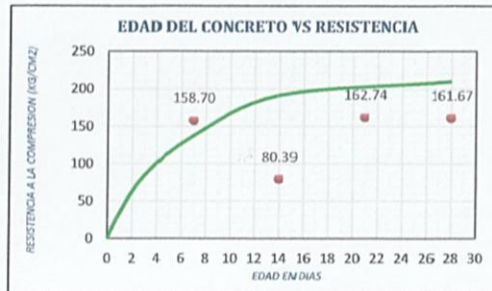
**FECHA** : 23/08/2021

**ESTRUCTURA** : DISEÑO DE MEZCLA N° 14 (AGREGADO Grueso. 1/2" - AGREGADO fino. 10% - W/C=0.35) Laboratorio:  Obra:  Insitu:

*Luis F. Carrera Cristobal*  
 CONCRETERA WUANUKO MIX  
 Luis F. Carrera Cristobal  
 TÉCNICO DE CONCRETO

BLOQUE	DISEÑO f'c Kg/cm <sup>2</sup>
Variable	210

CODIGO	DESCRIPCIÓN DE MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	PROPIEDADES BÁSICAS DEL CILINDRO			CARGA KN	RESISTENCIA Kg/cm <sup>2</sup>	RESISTENCIA %	TIPO DE FRACTURA		
					Diametro [cm]							AREA cm <sup>2</sup>	ALTURA cm
					Diam. Sup	Diam. Inf	Diam. Prom						
M-53	D. DE MEZCLA A.G. 1/2" - Af. 10% - w/c 0.35	16/07/2021	23/07/2021	7	15.30	14.80	15.05	177.89	30.00	276.87	158.70	75.57%	TIPO VI
M-54	D. DE MEZCLA A.G. 1/2" - Af. 10% - w/c 0.35	16/07/2021	30/07/2021	14	15.20	14.80	15.00	176.71	30.10	139.32	80.39	38.28%	TIPO III
M-55	D. DE MEZCLA A.G. 1/2" - Af. 10% - w/c 0.35	16/07/2021	06/08/2021	21	15.10	14.80	14.95	175.54	30.00	280.15	162.74	77.49%	TIPO I
M-56	D. DE MEZCLA A.G. 1/2" - Af. 10% - w/c 0.35	16/07/2021	13/08/2021	28	15.10	14.90	15.00	176.71	30.00	280.18	161.67	76.99%	TIPO VI



**TIPO I**  
 Conosazonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 pulg (25mm)

**TIPO II**  
 Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, pero no bien definidos en el otro extremo.

**TIPO III**  
 Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos no bien formados.

**TIPO IV**  
 Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpee suavemente con un martillo para

**TIPO V**  
 Fractura en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con tapas no adheridas)

**TIPO VI**  
 Similar al tipo V pero el extremo del cilindro es puntiagudo.

Av. Tupac Amaru N° 1002 Cent. Paucarbamba Amarilis - Huánuco Paradero 13 Telf. 062635567 Cel. 941537558 - 990908690 - 980651293 - 950379152





## CONCRETERA WUANUKO MIX E.I.R.L.

Venta de Concreto Pre Mezclado

OBRAS: CONSTRUCCIÓN CIVIL Y CARRETERAS

Volquetes, Cargador Frontal, Mezcladora, vibradora, etc.

VENTA: DE MATERIALES DE CONSTRUCCION NO METALICOS

Piedra, Hormigón, Arena roja, arena fina, etc.

PROYECTO N° 008-2021

REGISTRO N° 033



### PRUEBA ESTANDAR DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO NORMA: ASTM C-39

**TESIS** : "ANÁLISIS DEL AGREGADO Y RELACIÓN AGUA/CEMENTO PARA LA ÓPTIMA ELABORACIÓN DE CONCRETO PERMEABLE CON ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE UTILIZANDO MATERIAS PRIMAS DE LA CANTERA WUANUKO MIX - HUÁNUCO"

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE PILCO MARCA, PROVINCIA DE HUÁNUCO, REGION DE HUÁNUCO

**TESISTA** : Bach. ROBINSON EDGAR SANTIAGO SIMON

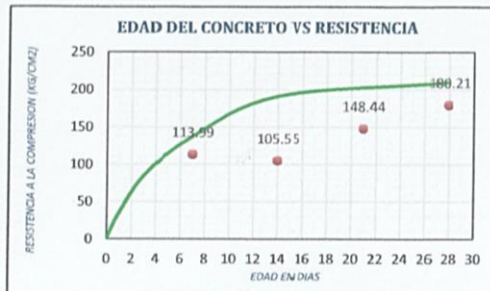
**FECHA** : 23/08/2021

**ESTRUCTURA** : DISEÑO DE MEZCLA N° 15 (AGREGADO Grueso. 1/2" - AGREGADO fino. 10% - W/C=0.40) Laboratorio:  Obra:  Insitu:

CONCRETERA WUANUKO MIX  
*Luis F. Carrera Cristobal*  
TECNICO DE CONCRETO

BLOQUE	DISEÑO F'c Kgf/cm <sup>2</sup>
Variable	210

CODIGO	DESCRIPCIÓN DE MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	PROPIEDADES BÁSICAS DEL CILINDRO					CARGA KN	RESISTENCIA Kgf/cm <sup>2</sup>	RESISTENCIA %	TIPO DE FRACTURA
					Diametro (cm)			ÁREA cm <sup>2</sup>	ALTURA cm				
					Diam. Sup	Diam. Inf	Diam. Prom						
M-57	D. DE MEZCLA A.G. 1/2" - Af. 10% - w/c 0.40	19/07/2021	26/07/2021	7	15.40	14.80	15.10	179.08	30.00	200.18	113.99	54.28%	TIPO I
M-58	D. DE MEZCLA A.G. 1/2" - Af. 10% - w/c 0.40	19/07/2021	02/08/2021	14	15.30	15.00	15.15	180.27	30.10	186.60	105.55	50.26%	TIPO VI
M-59	D. DE MEZCLA A.G. 1/2" - Af. 10% - w/c 0.40	19/07/2021	09/08/2021	21	15.30	14.80	15.05	177.89	30.00	258.96	148.44	70.68%	TIPO VI
M-60	D. DE MEZCLA A.G. 1/2" - Af. 10% - w/c 0.40	19/07/2021	16/08/2021	28	15.40	14.80	15.10	179.08	30.10	316.49	180.21	85.82%	TIPO VI



**TIPO I**  
Conos razonablemente bien formados en ambos extremos; fisuras a través de los cabezales de menos de 1 pulg (25mm)

**TIPO II**  
Conos bien formados en un extremo; fisuras verticales a través de los cabezales, cono no bien definido en el otro extremo.

**TIPO III**  
Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos no bien formados.

**TIPO IV**  
Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpee suavemente con un martillo para

**TIPO V**  
Fractura en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con tapas no adheridas)

**TIPO VI**  
Similar al tipo V pero el extremo del cilindro es puntiagudo.



## CONCRETERA WUANUKO MIX E.I.R.L.

Venta de Concreto Pre Mezclado

OBRAS: CONSTRUCCIÓN CIVIL Y CARRETERAS

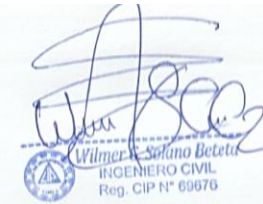
Volquetes, Cargador Frontal, Mezcladora, vibradora, etc.

VENTA: DE MATERIALES DE CONSTRUCCION NO METALICOS

Piedra, Hormigón, Arena roja, arena fina, etc.

PROYECTO N° 008-2021

REGISTRO N° 034



### PRUEBA ESTANDAR DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO NORMA: ASTM C-39

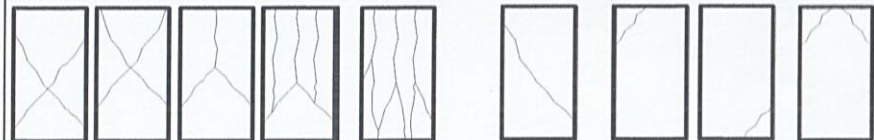
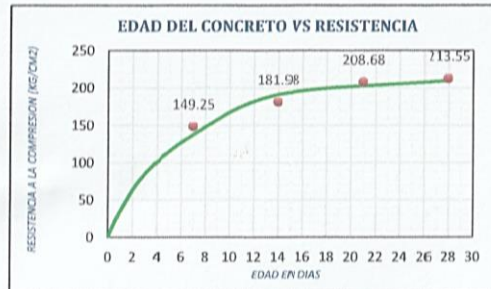
<b>TESIS</b>	: "ANÁLISIS DEL AGREGADO Y RELACIÓN AGUA/CEMENTO PARA LA ÓPTIMA ELABORACIÓN DE CONCRETO PERMEABLE CON ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE UTILIZANDO MATERIAS PRIMAS DE LA CANTERA WUANUKO MIX – HUÁNUCO "
<b>UBICACIÓN</b>	: DISTRITO DE PILLCO MARCA, PROVINCIA DE HUÁNUCO, REGION DE HUÁNUCO
<b>TESISTA</b>	: Bach. ROBINSON EDGAR SANTIAGO SIMON
<b>FECHA</b>	: 23/08/2021
<b>ESTRUCTURA</b>	: DISEÑO DE MEZCLA N° 16 (AGREGADO Grueso. 3/8" - AGREGADO fino. 10% - W/C=0.30)

Laboratorio:  Obra:  Insitu:

CONCRETERA WUANUKO MIX  
Luis F. Carrera Cristobal  
TECNICO DE CONCRETO

BLOQUE	DISEÑO f'c Kgf/cm <sup>2</sup>
Variable	210

CODIGO	DESCRIPCIÓN DE MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	PROPIEDADES BÁSICAS DEL CILINDRO					CARGA KN	RESISTENCIA Kgf/cm <sup>2</sup>	RESISTENCIA %	TIPO DE FRACTURA
					Diametro (cm)			AREA cm <sup>2</sup>	ALTURA cm				
					Diam. Sup	Diam. Inf	Diam. Prom						
M-61	D. DE MEZCLA A.G. 3/8" - Af. 10% - w/c 0.30	20/07/2021	27/07/2021	7	15.40	14.80	15.10	179.08	30.10	262.12	149.25	71.07%	TIPO I
M-62	D. DE MEZCLA A.G. 3/8" - Af. 10% - w/c 0.30	20/07/2021	03/08/2021	14	15.20	14.80	15.00	176.71	29.00	315.38	181.98	86.66%	TIPO I
M-63	D. DE MEZCLA A.G. 3/8" - Af. 10% - w/c 0.30	20/07/2021	10/08/2021	21	15.20	14.80	15.00	176.71	30.10	361.65	208.68	99.37%	TIPO I
M-64	D. DE MEZCLA A.G. 3/8" - Af. 10% - w/c 0.30	20/07/2021	17/08/2021	28	15.20	14.90	15.05	177.89	30.00	372.56	213.55	101.69%	TIPO I



**TIPO I**  
Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 pulg (25mm)

**TIPO II**  
Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, como no bien definidos en el otro extremo.

**TIPO III**  
Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos no bien formados.

**TIPO IV**  
Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpe suave con un martillo para

**TIPO V**  
Fractura en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con tapas no adheridas)

**TIPO VI**  
Similar al tipo V pero el extremo del cilindro es puntiagudo.





## CONCRETERA WUANUKO MIX E.I.R.L.

Venta de Concreto Pre Mezclado

OBRAS: CONSTRUCCIÓN CIVIL Y CARRETERAS

Volquetes, Cargador Frontal, Mezcladora, vibradora, etc.

VENTA: DE MATERIALES DE CONSTRUCCION NO METALICOS

Piedra, Hormigón, Arena roja, arena fina, etc.

PROYECTO N° 008-2021

REGISTRO N° 035

*Wilmer G. Solano Beteta*  
 Wilmer G. Solano Beteta  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 69676

### PRUEBA ESTANDAR DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO NORMA: ASTM C-39

**TESIS** : "ANÁLISIS DEL AGREGADO Y RELACIÓN AGUA/CEMENTO PARA LA ÓPTIMA ELABORACIÓN DE CONCRETO PERMEABLE CON ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE UTILIZANDO MATERIAS PRIMAS DE LA CANTERA WUANUKO MIX – HUÁNUCO "

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE PILLCO MARCA, PROVINCIA DE HUÁNUCO, REGION DE HUÁNUCO

**TESISTA** : Bach. ROBINSON EDGAR SANTIAGO SIMON

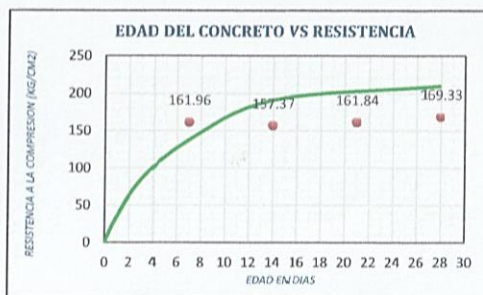
**FECHA** : 23/08/2021

**ESTRUCTURA** : DISEÑO DE MEZCLA N° 17 (AGREGADO Grueso. 3/8" - AGREGADO fino. 10% - W/C=0.35) Laboratorio:  Obra:  Insitu:

CONCRETERA WUANUKO MIX  
*Luis F. Carretera Cristobal*  
 Luis F. Carretera Cristobal  
 TÉCNICO DE CONCRETO

BLOQUE	DISEÑO F'c Kg/cm <sup>2</sup>
Variable	210

CODIGO	DESCRIPCIÓN DE MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	PROPIEDADES FÍSICAS DEL CILINDRO					CARGA KN	RESISTENCIA Kg/cm <sup>2</sup>	RESISTENCIA %	TIPO DE FRACTURA
					Diametro (cm)			AREA cm <sup>2</sup>	ALTURA cm				
					Diam. Sup	Diam. Inf	Diam. Prom						
M-65	D. DE MEZCLA A.G. 3/8" - Af. 0% - w/c 0.35	21/07/2021	28/07/2021	7	15.30	14.90	15.10	179.08	30.10	284.43	161.96	77.12%	TIPO I
M-66	D. DE MEZCLA A.G. 3/8" - Af. 0% - w/c 0.35	21/07/2021	04/08/2021	14	15.30	14.90	15.10	179.08	30.00	276.38	157.37	74.94%	TIPO I
M-67	D. DE MEZCLA A.G. 3/8" - Af. 0% - w/c 0.35	21/07/2021	11/08/2021	21	15.40	14.90	15.15	180.27	30.10	286.10	161.84	77.06%	TIPO V
M-68	D. DE MEZCLA A.G. 3/8" - Af. 0% - w/c 0.35	21/07/2021	18/08/2021	28	15.30	14.90	15.10	179.08	31.00	297.37	169.33	80.63%	TIPO I



**TIPO I**  
 Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 pulg (25mm)

**TIPO II**  
 Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, como no bien definidos en el otro extremo.

**TIPO III**  
 Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos no bien formados.

**TIPO IV**  
 Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpe suavemente con un martillo para

**TIPO V**  
 Fractura en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con tapas no adheridas)

**TIPO VI**  
 Similar al tipo V pero el extremo del cilindro es puntiagudo.





## CONCRETERA WUANUKO MIX E.I.R.L.

Venta de Concreto Pre Mezclado

OBRAS: CONSTRUCCIÓN CIVIL Y CARRETERAS

Volquetes, Cargador Frontal, Mezcladora, vibradora, etc.

VENTA: DE MATERIALES DE CONSTRUCCION NO METALICOS

Piedra, Hormigón, Arena roja, arena fina, etc.

PROYECTO N° 008-2021

REGISTRO N° 036

*Wilmer G. Solano Beleta*  
 Wilmer G. Solano Beleta  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 69676

### PRUEBA ESTANDAR DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

NORMA: ASTM C-39

CONCRETERA WUANUKO MIX  
*Luis F. Carrera Cristobal*  
 Luis F. Carrera Cristobal  
 TÉCNICO DE CONCRETO

**TESIS** : "ANÁLISIS DEL AGREGADO Y RELACIÓN AGUA/CEMENTO PARA LA ÓPTIMA ELABORACIÓN DE CONCRETO PERMEABLE CON ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE UTILIZANDO MATERIAS PRIMAS DE LA CANTERA WUANUKO MIX - HUÁNUCO"

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE PILCO MARCA, PROVINCIA DE HUÁNUCO, REGION DE HUÁNUCO

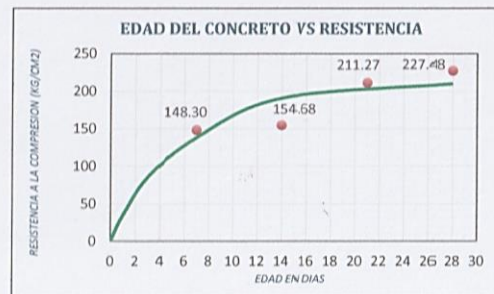
**TESISTA** : Bach. ROBINSON EDGAR SANTIAGO SIMON

**FECHA** : 23/08/2021

**ESTRUCTURA** : DISEÑO DE MEZCLA N° 18 (AGREGADO Grueso. 3/8" - AGREGADO fino. 10% - W/C=0.40) Laboratorio:  Obra:  Insitu:

BLOQUE	DISEÑO Fc Kgf/cm <sup>2</sup>
Variable	210

CODIGO	DESCRIPCIÓN DE MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	PROPIEDADES FÍSICAS DEL CILINDRO				CARGA KN	RESISTENCIA Kgf/cm <sup>2</sup>	RESISTENCIA %	TIPO DE FRACTURA	
					Diametro (cm)			AREA cm <sup>2</sup>					ALTURA cm
					Diam. Sup	Diam. Inf	Diam. Prom						
M-69	D. DE MEZCLA A.G. 3/8" - Af. 10% - w/c 0.40	22/07/2021	29/07/2021	7	15.40	14.80	15.10	179.08	30.00	260.45	148.30	70.62%	TIPO VI
M-70	D. DE MEZCLA A.G. 3/8" - Af. 10% - w/c 0.40	22/07/2021	05/08/2021	14	15.30	14.90	15.10	179.08	30.10	271.65	154.68	73.66%	TIPO I
M-71	D. DE MEZCLA A.G. 3/8" - Af. 10% - w/c 0.40	22/07/2021	12/08/2021	21	15.20	14.80	15.00	176.71	30.10	366.14	211.27	100.61%	TIPO I
M-72	D. DE MEZCLA A.G. 3/8" - Af. 10% - w/c 0.40	22/07/2021	19/08/2021	28	15.20	14.80	15.00	176.71	30.00	394.23	227.48	108.33%	TIPO I



**TIPO I**  
 Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 pulg. (25mm)

**TIPO II**  
 Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, como no bien definidas en el otro extremo.

**TIPO III**  
 Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos no bien formados.

**TIPO IV**  
 Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpe suavemente con un martillo para

**TIPO V**  
 Fractura en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con tapas no adheridas)

**TIPO VI**  
 Similar al tipo V pero el extremo del cilindro es puntiagudo.

## ANEXO 6

### ENSAYO DE LABORATORIO PARA PERMEABILIDAD

A. TABLAS DE TIEMPO PROMEDIO PARA ENSAYO DE PERMEABILIDAD.

CÓDIGO	TIEMPO DE PRUEBA (s)	TIEMPO PROMEDIO (s)
M-73	10.85	10.72
	9.45	
	10.61	
	11.95	

CÓDIGO	TIEMPO DE PRUEBA (s)	TIEMPO PROMEDIO (s)
M-74	8.62	8.45
	8.53	
	7.58	
	9.07	

CÓDIGO	TIEMPO DE PRUEBA (s)	TIEMPO PROMEDIO (s)
M-75	10.52	10.60
	10.96	
	9.51	
	11.41	

CÓDIGO	TIEMPO DE PRUEBA (s)	TIEMPO PROMEDIO (s)
M-76	13.60	11.77
	11.86	
	10.65	
	10.97	

<b>CÓDIGO</b>	<b>TIEMPO DE PRUEBA (s)</b>	<b>TIEMPO PROMEDIO (s)</b>
	9.91	
M-77	9.12	9.54
	9.86	
	9.26	

<b>CÓDIGO</b>	<b>TIEMPO DE PRUEBA (s)</b>	<b>TIEMPO PROMEDIO (s)</b>
	11.27	
M-78	9.84	10.26
	9.67	
	10.26	

<b>CÓDIGO</b>	<b>TIEMPO DE PRUEBA (s)</b>	<b>TIEMPO PROMEDIO (s)</b>
	12.21	
M-79	12.64	11.87
	11.73	
	10.91	

<b>CÓDIGO</b>	<b>TIEMPO DE PRUEBA (s)</b>	<b>TIEMPO PROMEDIO (s)</b>
	10.21	
M-80	10.95	10.88
	10.78	
	11.57	

## B. INFORME DE ENSAYO DE PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE.



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

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por  
 Engineering  
 Technology  
 Accreditation  
 Commission

---

### INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
 A : ROBINSON EDGAR SANTIAGO SIMÓN  
 Obra : TESIS: ANÁLISIS DEL AGREGADO Y RELACIÓN AGUA/CEMENTO PARA LA ÓPTIMA ELABORACIÓN DE CONCRETO PERMEABLE CON ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE UTILIZANDO MATERIAS PRIMAS DE LA CANTERA WANUKO MIX.

Ubicación : HUÁNUCO - HUÁNUCO - ANDABAMBA  
 Asunto : Ensayo de Permeabilidad del Concreto Permeable  
 Expediente N° : 21-1970-A  
 Recibo N° : 75562  
 Fecha de emisión : 19/09/2021

---

1. DE LA MUESTRA : Consistente en 8 probetas cilíndricas de concreto permeable de 15 cm x 15 cm  
 2. DEL EQUIPO : Permeámetro de carga variable, construido según ACI 522R-10  
 3. MÉTODO DE ENSAYO : Norma de referencia ACI 522R-10  
 Protocolo interno PRO-006-2021  
 4. RESULTADOS :

N°	IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS	ÁREA DE INGRESO (cm <sup>2</sup> )	ÁREA DE MUESTRA (cm <sup>2</sup> )	TIEMPO PROMEDIO (s)	ALTURAS DE CARGA		ALTURA DE LA MUESTRA (cm)	Permeabilidad (K) (cm/seg)
					H1 (cm)	H2 (cm)		
1	M-79 (agregado grueso 3/8"-10% agregado fino)	81.07	180.27	10.72	33.0	1.0	15.20	2.23
2	M-80 (A.Gr. 3/8"-10%A.f)	81.07	177.89	8.45	33.0	1.0	15.00	2.83
3	M-73 (A.Gr. 3/8"-Sin A.f)	81.07	179.08	10.60	33.0	1.0	15.20	2.27
4	M-74 (A.Gr. 3/8"-Sin A.f)	81.07	180.27	11.77	33.0	1.0	15.30	2.05
5	M-75 (A.Gr. 3/4"-10% A.f)	81.07	177.89	9.54	33.0	1.0	14.80	2.47
6	M-76 (A.Gr. 3/4"-10%A.f)	81.07	175.54	10.26	33.0	1.0	15.00	2.36
7	M-77 (A.Gr. 3/8"-10% A.f)	81.07	179.08	11.87	33.0	1.0	15.00	2.00
8	M-78 (A.Gr. 3/8"-10% A.f)	81.07	176.71	10.88	33.0	1.0	15.10	2.23

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

Elaborado por : Mag. Ing. M. A. Tejada S.  
 Técnico : Srta. M.M.Q.



  
 Ing. Oscar Miranda Hospital  
 Jefe (e) del laboratorio

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

---



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

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

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





## ANEXO 7

### PANEL FOTOGRÁFICO

1. Materiales para la construcción agregado grueso y fino.



2. Granulometría para Agregados Gruesos.



3. Determinar la Densidad y Adsorción de Agregado Fino.



4. Determinar la Densidad y Adsorción de Agregado Grueso.







5. Verificación de asentamiento de concreto fresco (cono de Abrams).





6. Elaboración de los Especímenes Cilíndricos de 6" X 12".



7. Curado de probetas mediante plástico LDPE.



8. Prensa Hidráulica para medir Resistencia a la Compresión.



9. Preparación de Muestras para el Ensayo a Compresión.



10. Certificado de Calibración de equipo (prensa hidráulica).

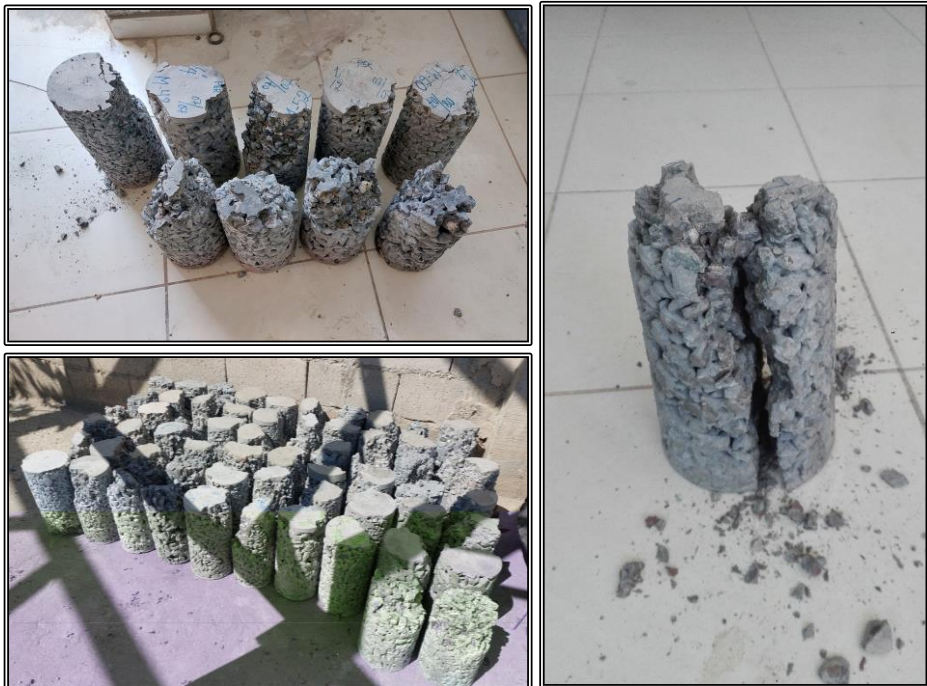




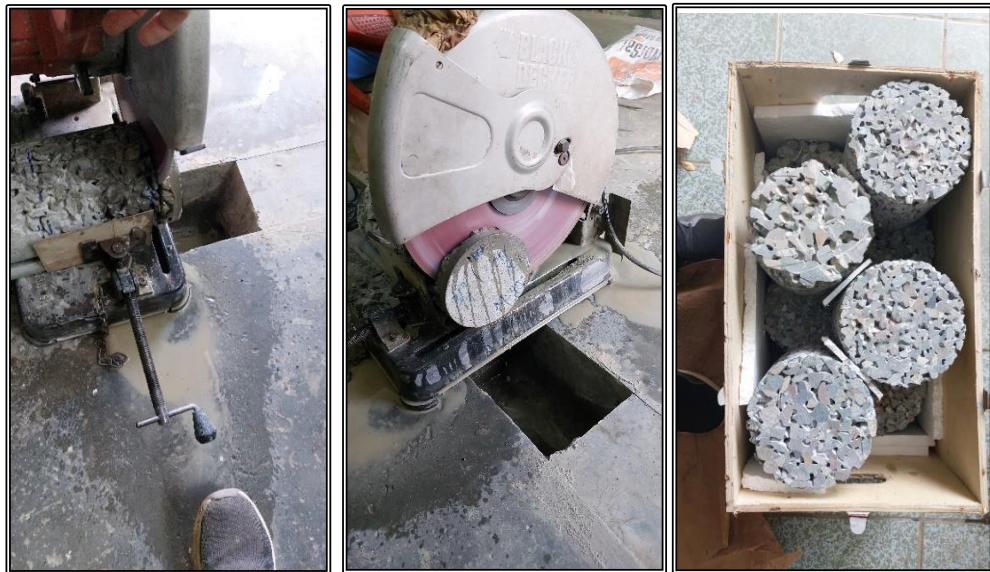
11. Ensayo de Resistencia a Compresión.



12. Residuos de Probetas Ensayadas por Compresión.



13. Ensayo de Permeabilidad (preparación de muestra y empaque).



14. Ensayo de Permeabilidad (Determinación de Tiempo en segundo).

