

UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

Evaluación del comportamiento del concreto poroso permeable mediante la incorporación de plastómeros en el distrito de Chalhuanca, provincia de Aymaraes – Apurímac

Presentado por:

Karen Yuly Hilares Suel
Jane Steve Camacho Ortiz

Para optar el Título de Ingeniero Civil

Abancay, Perú
2023



UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



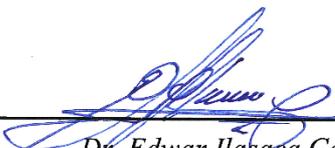
TESIS

“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO POROSO
PERMEABLE MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE PLASTÓMEROS EN EL
DISTRITO DE CHALHUANCA, PROVINCIA DE AYMARAES – APURÍMAC”

Presentado por **Karen Yuly Hilares Suel** y **Jane Steve Camacho Ortiz**, para optar el Título
de: **INGENIERO CIVIL**

Sustentado y aprobado el 09 de agosto del 2023 ante el jurado evaluador:

Presidente:



Dr. Edwar Ilasaca Cahuata

Primer Miembro:



Mag. José Adolfo Cárdenas Catalán

Segundo Miembro:



Ing. Percy Leónidas Cortez

Asesor:



Ing. Darwin Duhamel Loayza Encalada



Agradecimiento

A mi padre Luciano Hilares Luna, que me acompaña y guía siempre desde el cielo. A mi padrino Sabino Baca Orellana, por inculcarme valores y principios que regirán el resto de mi vida. A doña Gloria Ortiz López, por haber formado parte de mi vida universitaria, por haberme enseñado lo que es la nobleza, amor, sacrificio y perseverancia.

Karen Yuly Hilares Suel

A mi compañera de tesis, que más que ser una compañera fue una luchadora a lo largo de la vida universitaria. Eres un vivo ejemplo que los obstáculos pueden superarse a base de sacrificio y esfuerzo. Gracias por tu paciencia y tus cuidados que sin ellos no habiéramos terminado nuestra tesis.

Jane Steve Camacho Ortiz

Dedicatoria

A mi querida madre Yolanda Suel Utani, por su apoyo incondicional, ya que sin ella no lo habría logrado. A mi padre Braulio y a mi hermana Luzbenia por estar siempre a mi lado motivándome a seguir con mi vida profesional.

Karen Yuly Hilares Suel

Para mis padres Gloria y Tito, ellos me dieron la base para poder llegar a ser quien soy ahora, por su motivación y ayuda fraternal en cada etapa de mi formación académica.

Jane Steve Camacho Ortiz

“Evaluación del comportamiento del concreto poroso permeable mediante la incorporación de plastómeros en el distrito de Chalhuanca, provincia de Aymaraes - Apurímac”

Línea de investigación: Ingeniería de materiales

Esta publicación está bajo una Licencia Creative Commons



ÍNDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
RESUMEN	2
ABSTRACT	3
CAPÍTULO I	4
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
1.1 Descripción del problema	4
1.2 Enunciado del problema.....	6
1.2.1 Problema general.....	6
1.2.2 Problemas específicos	6
1.3 Justificación de la investigación.....	6
CAPÍTULO II	8
OBJETIVOS E HIPÓTESIS	8
2.1 Objetivos de la investigación	8
2.1.1 Objetivo general	8
2.1.2 Objetivos específicos	8
2.2 Hipótesis de la investigación.....	8
2.2.1 Hipótesis general	8
2.2.2 Hipótesis específicos	8
2.3 Operacionalización de variables	10
CAPÍTULO III	11
MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	11
3.1 Antecedentes	11
3.1.1 A nivel internacional	11
3.1.2 A nivel nacional	12
3.1.3 A nivel local	14
3.2 Marco teórico	15
3.2.1 Concreto	15
3.2.2 Concreto poroso	17
3.2.3 Pavimento permeable	17
3.2.4 Plastómeros	18
3.3 Marco conceptual	19
CAPÍTULO IV	21
METODOLOGÍA	21
4.1 Tipo y nivel de investigación	21



4.1.1 Tipo de investigación	21
4.1.2 Nivel de investigación.....	21
4.2 Diseño de investigación	21
4.3 Descripción ética de la investigación	22
4.4 Población y muestra	22
4.4.1 Población.....	22
4.4.2 Muestra.....	22
4.5 Procedimiento	25
4.5.1 Fase 1 – Selección y elaboración de los materiales	26
4.5.2 Fase 2 – Elección de equipos y herramientas.....	27
4.5.3 Fase 3 – Control de calidad de los agregados	28
4.5.4 Fase 4 – Fabricación de ensayos para prediseño de mezcla.....	30
4.5.5 Fase 5 – Establecer las proporciones del diseño de mezcla	31
4.5.6 Fase 6 – Mezclado y elaboración de especímenes	31
4.5.7 Fase 7 – Ensayos de laboratorio de las propiedades físicas del concreto poroso permeable.....	33
4.5.8 Fase 8 – Ensayos de laboratorio de las propiedades mecánicas del concreto poroso permeable.....	34
4.5.9 Fase 9 – Ensayos de laboratorio de permeabilidad del concreto poroso permeable	35
4.5.10 Fase 10 – Análisis y evaluación de los resultados	36
4.6 Técnicas e instrumentos	36
4.7 Análisis estadístico.....	36
CAPÍTULO V.....	38
RESULTADOS Y DISCUSIONES	38
5.1 Análisis de resultados.....	38
5.1.1 Ensayo de los agregados	38
5.1.2 Propiedades físicas del concreto poroso permeable.....	47
5.1.3 Propiedades mecánicas del concreto poroso permeable	52
5.1.4 Ensayo de permeabilidad del concreto poroso (ACI 522 R-10)	60
5.2 Contrastación de hipótesis	64
5.2.1 Contrastación de hipótesis general.....	64
5.2.2 Contrastación de hipótesis específicos.....	64
5.3 Discusiones	65
CAPÍTULO VI.....	70
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	70
6.1 Conclusiones	70
6.2 Recomendaciones.....	71



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	72
ANEXOS.....	76



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 — Operacionalización de variables	10
Tabla 2 — Propiedades físicas del concreto	16
Tabla 3 — Propiedades mecánicas del concreto	16
Tabla 4 — Propiedades físicas del concreto poroso en estado fresco.....	17
Tabla 5 — Tipos de plástico	19
Tabla 6 — Descripción de los materiales	26
Tabla 7 — Ensayos de laboratorio de los agregados	29
Tabla 8 — Ensayos de las propiedades físicas del concreto poroso permeable	33
Tabla 9 — Características de los agregados.....	38
Tabla 10 — Análisis granulométrico por lavado y tamizado del agregado grueso	39
Tabla 11 — Análisis granulométrico por lavado y tamizado del agregado fino	40
Tabla 12 — Peso unitario suelto, compactado y vacíos del agregado grueso.....	41
Tabla 13 — Peso unitario suelto, compactado y vacíos del agregado fino	42
Tabla 14 — Peso específico y absorción del agregado grueso	43
Tabla 15 — Gravedad específica y absorción del agregado fino.....	43
Tabla 16 — Contenido de humedad del agregado grueso	44
Tabla 17 — Contenido de humedad del agregado fino	44
Tabla 18 — Porcentaje de fino que pasa el tamiz N° 200 del agregado grueso.....	45
Tabla 19 — Porcentaje de fino que pasa el tamiz N° 200 del agregado fino	45
Tabla 20 — Abrasión los ángeles al desgaste	46
Tabla 21 — Propiedades físicas del concreto patrón poroso	47
Tabla 22 — Propiedades físicas del concreto poroso +1% de plastómeros.....	48
Tabla 23 — Propiedades físicas concreto poroso +1.5% de plastómeros.....	49
Tabla 24 — Propiedades físicas concreto poroso +3% de plastómeros.....	51
Tabla 25 — Resistencia de roturas a compresión axial concreto poroso patrón	52
Tabla 26 — Resistencia de roturas a compresión axial concreto poroso +1% de plastómeros.....	53
Tabla 27 — Resistencia de roturas a compresión axial del concreto poroso +1.5% de plastómeros.....	54
Tabla 28 — Resistencia de roturas a compresión axial del concreto poroso +3% de plastómeros.....	55
Tabla 29 — Resistencia a la flexión del concreto poroso patrón.....	56



Tabla 30 — Resistencia a la flexión del concreto poroso +1% de plastómeros	57
Tabla 31 — Resistencia a la flexión del concreto poroso +1.5% de plastómeros	58
Tabla 32 — Resistencia a la flexión del concreto poroso +3% de plastómeros	59
Tabla 33 — Norma de permeabilidad del concreto poroso (ACI 522 R-10)	61
Tabla 34 — Coeficiente de permeabilidad del concreto poroso patrón.....	62
Tabla 35 — Coeficiente de permeabilidad del concreto poroso +1% de plastómeros	63
Tabla 36 — Coeficiente de permeabilidad del concreto poroso +1.5% de plastómeros .	63
Tabla 37 — Coeficiente de permeabilidad del concreto poroso +3% plastómeros	64
Tabla 38 — Matriz de consistencia	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 — Pavimento permeable.....	18
Figura 2 — En la imagen se observa un ejemplo de diseño de la investigación.....	22
Figura 3 — Procedimiento	25
Figura 4 — Ubicación de cantera	26
Figura 5 — Selección y elaboración de los materiales.....	27
Figura 6 — Preparación de los materiales para la elaboración de especímenes	31
Figura 7 — Pesaje de plastómeros para la adición al concreto permeable	32
Figura 8 — Mezclado y colocación del concreto poroso en los moldes.....	32
Figura 9 — Desencofrado y curado de los especímenes a los 7, 14 y 28 días	33
Figura 10 — Medición de temperatura, asentamiento, contenido de aire y ensayo de peso unitario del concreto fresco.....	34
Figura 11 — Medición y peso de los especímenes antes de la compresión	34
Figura 12 — Prueba de resistencia a compresión de las briquetas.....	35
Figura 13 — Prueba de resistencia a la flexión de vigas	35
Figura 14 — Prueba de permeabilidad del concreto poroso permeable	36
Figura 15 — Curva granulométrica del agregado grueso	39
Figura 16 — Curva granulométrica del agregado fino	40
Figura 17 — Representación de la fórmula de la permeabilidad.....	61
Figura 18 — Resultados de la permeabilidad con la adición de plastómeros	62
Figura 19 — Medición de temperatura	79
Figura 20 — Medición de asentamiento	79
Figura 21 — Medición de contenido de aire.....	80
Figura 22 — Probetas de concreto para resistencia de roturas a compresión axial.....	80
Figura 23 — Resistencia en 7 días de roturas a compresión axial del concreto patrón .	81
Figura 24 — Resistencia en 7 días de roturas a compresión axial del concreto con 1% de plastómeros.....	81
Figura 25 — Resistencia en 7 días de roturas a compresión axial del concreto con 1.5% de plastómeros.....	82
Figura 26 — Resistencia en 7 días de roturas a compresión axial del concreto con 3% de plastómeros.....	82
Figura 27 — Resistencia en 14 días de roturas a compresión axial del concreto patrón	83

Figura 28 — Resistencia en 14 días de roturas a compresión axial del concreto con 1% de plastómeros.....	83
Figura 29 — Resistencia en 14 días de roturas a compresión axial del concreto con 1.5% de plastómeros.....	84
Figura 30 — Resistencia en 14 días de roturas a compresión axial del concreto con 3% de plastómeros.....	84
Figura 31 — Resistencia en 28 días de roturas a compresión axial del concreto patrón	85
Figura 32 — Resistencia en 28 días de roturas a compresión axial del concreto con 1% de plastómeros.....	85
Figura 33 — Resistencia en 28 días de roturas a compresión axial del concreto con 1.5% de plastómeros.....	86
Figura 34 — Resistencia en 28 días de roturas a compresión axial del concreto con 3% de plastómeros.....	86
Figura 35 — Resistencia a la flexión de vigas de concreto con cargas a los tercios del tramo	87
Figura 36 — Resistencia a la flexión de vigas de concreto con cargas a los tercios del tramo en la máquina.....	87
Figura 37 — Resistencia a la flexión en 7 días de vigas con cargas a los tercios del tramo, del concreto patrón	88
Figura 38 — Resistencia a la flexión en 7 días de vigas con cargas a los tercios del tramo, del concreto con 1% de plastómeros	88
Figura 39 — Resistencia a la flexión en 7 días de vigas con cargas a los tercios del tramo, del concreto con 1.5% de plastómeros	89
Figura 40 — Resistencia a la flexión en 7 días de vigas con cargas a los tercios del tramo, del concreto con 3% de plastómeros	89
Figura 41 — Resistencia a la flexión en 14 días de vigas con cargas a los tercios del tramo, del concreto patrón	90
Figura 42 — Resistencia a la flexión en 14 días de vigas con cargas a los tercios del tramo, del concreto con 1% de plastómeros	90
Figura 43 — Resistencia a la flexión en 14 días de vigas con cargas a los tercios del tramo, del concreto con 1.5% de plastómeros	91
Figura 44 — Resistencia a la flexión en 14 días de vigas con cargas a los tercios del tramo, del concreto con 3% de plastómeros	91



Figura 45 — Resistencia a la flexión en 28 días de vigas con cargas a los tercios del tramo, del concreto patrón	92
Figura 46 — Resistencia a la flexión en 28 días de vigas con cargas a los tercios del tramo, del concreto con 1% de plastómeros	92
Figura 47 — Resistencia a la flexión en 28 días de vigas con cargas a los tercios del tramo, del concreto con 1.5% de plastómeros	93
Figura 48 — Resistencia a la flexión en 28 días de vigas con cargas a los tercios del tramo, del concreto con 3% de plastómeros	93
Figura 49 — Ensayo de permeabilidad del concreto patrón (ACI 522 R - 10)	94
Figura 50 — Ensayo de permeabilidad con concreto poroso +1% plastómeros	94
Figura 51 — Ensayo de permeabilidad con concreto poroso +1.5% plastómeros	95
Figura 52 — Ensayo de permeabilidad con concreto poroso +3% plastómeros	95
Figura 53 — Informe de resultados de los ensayos de los agregados – carátula	96
Figura 54 — Ensayo de los agregados.....	97
Figura 55 — Análisis granulométrico de agregado grueso	98
Figura 56 — Análisis granulométrico de agregado fino.....	99
Figura 57 — Peso unitario suelto y varillado del agregado grueso.....	100
Figura 58 — Peso unitario suelto y varillado del agregado fino	101
Figura 59 — Peso específico y absorción del agregado grueso / MTC E 206 - 2016	102
Figura 60 — Gravedad específica y absorción del agregado fino / MTC E 205 - 2016.....	103
Figura 61 — Contenido de humedad del agregado grueso MTC E 215 - 2016.....	104
Figura 62 — Contenido de humedad del agregado fino MTC E 215 - 2016	105
Figura 63 — Cantidad de material fino que pasa el tamiz N° 200 del agregado grueso MTC E 202 - 2016	106
Figura 64 — Cantidad de material fino que pasa el tamiz N° 200 del agregado fino MTC E 202 - 2016.....	107
Figura 65 — Abrasión los ángeles al desgaste del material grueso de cantera MTC E 207 - 2016	108
Figura 66 — Resultados de los ensayos de las propiedades físicas, mecánicas y permeabilidad del concreto poroso permeable - carátula.....	109
Figura 67 — Temperatura, asentamiento, peso unitario del concreto fresco y contenido de aire del concreto poroso patrón	110
Figura 68 — Temperatura, asentamiento, peso unitario del concreto fresco y contenido de aire del concreto poroso con incorporación de 1% de plastómeros.....	111

Figura 69 — Temperatura, asentamiento, peso unitario del concreto fresco y contenido de aire del concreto poroso con incorporación de 1.5% de plastómeros.....	112
Figura 70 — Temperatura, asentamiento, peso unitario del concreto fresco y contenido de aire del concreto poroso con incorporación de 3% de plastómeros.....	113
Figura 71 — Resistencia a la compresión de probetas del concreto poroso patrón	114
Figura 72 — Resistencia a la compresión de probetas del concreto poroso con incorporación de 1% de plastómeros	115
Figura 73 — Resistencia a la compresión de probetas del concreto poroso con incorporación de 1.5% de plastómeros.....	116
Figura 74 — Resistencia a la compresión de probetas del concreto poroso con incorporación de 3% de plastómeros.....	117
Figura 75 — Resistencia a la flexión de vigas del concreto poroso patrón.....	118
Figura 76 — Resistencia a la flexión de vigas del concreto poroso con incorporación de 1% de plastómeros.....	119
Figura 77 — Resistencia a la flexión de vigas del concreto poroso con incorporación de 1.5% de plastómeros.....	120
Figura 78 — Resistencia a la flexión de vigas del concreto poroso con incorporación de 3% de plastómeros.....	121
Figura 79 — Ensayo de permeabilidad del concreto poroso patrón.....	122
Figura 80 — Ensayo de permeabilidad del concreto poroso con incorporación de 1% de plastómeros.....	123
Figura 81 — Ensayo de permeabilidad del concreto poroso con incorporación de 1.5% de plastómeros.....	124
Figura 82 — Ensayo de permeabilidad del concreto poroso con incorporación de 3% de plastómeros.....	125
Figura 83 — Certificado de calibración de la prensa de concreto – datos de la prensa de concreto.....	126
Figura 84 — Método, lugar, condiciones ambientales, patrones de referencia y observaciones de calibración de la prensa de concreto	127
Figura 85 — Resultados de medición de la calibración de la prensa de concreto	128
Figura 86 — Certificado de calibración del horno de laboratorio – datos del horno de laboratorio	129
Figura 87 — Resultados de temperatura del horno de laboratorio	130



Figura 88 — Grafico de variabilidad de temperatura en punto N°01 - N°06 del horno de laboratorio	131
Figura 89 — Grafico de variabilidad de temperatura en punto N°07 - N°10 del horno de laboratorio y distribución de la temperatura.....	132
Figura 90 — Grafico de distribución de sensores de temperatura del horno de laboratorio	133
Figura 91 — Certificado de calibración de la balanza electrónica – datos de la balanza electrónica.....	134
Figura 92 — Método, lugar, condiciones ambientales, patrones de referencia y observaciones de calibración de la balanza electrónica.....	135
Figura 93 — Resultados de medición de inspección visual, ensayo de repetibilidad y ensayo de excentricidad de la balanza electrónica.....	136
Figura 94 — Ensayo de pesaje de la balanza electrónica.....	137

INTRODUCCIÓN

El presente estudio de investigación titulado: “Evaluación del comportamiento del concreto poroso permeable mediante la incorporación de plastómeros en el distrito de Chalhuanca, provincia de Aymaraes - Apurímac”. Tiene como objetivo general, determinar el comportamiento del concreto poroso permeable al incorporar plastómeros, en el distrito de Chalhuanca, provincia de Aymaraes - Apurímac; esta investigación pretende dar a conocer una nueva alternativa de concreto y de esta manera disminuir el uso habitual del concreto convencional reutilizando plastómeros para el cuidado del medio ambiente, evitando inundaciones en épocas de intensas lluvias mediante la infiltración y evacuación de aguas por el concreto poroso, es posible lograr estructuras con mayor vida útil y menor costo de mantenimiento a largo plazo. Por ello en los últimos años y gracias al progreso de la industria química, principalmente con la nanotecnología es posible lograr concretos durables y con altas resistencias mecánicas que tengan el comportamiento del concreto poroso permeable mediante la incorporación de plastómeros. Usando la metodología cuasi-experimental y cuantitativa correlacional, describimos sistemáticamente los siguientes capítulos:

- En el capítulo I, se describe el planteamiento del problema de la investigación.
- En el capítulo II, se presentan los objetivos, hipótesis y la operacionalización de variables.
- En el capítulo III, se brinda información sobre marco teórico referencial el cual incluye los antecedentes, el marco teórico y el marco conceptual.
- En el capítulo IV, se indica la metodología de la investigación el cual incluye el tipo y nivel de investigación, el diseño investigación, la descripción ética de la investigación, la población y muestra, el procedimiento, las técnicas e instrumentos y el análisis estadístico.
- En el capítulo V, se da a conocer el análisis de los resultados y discusiones.
- En el capítulo VI, se presenta las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo, determinar el comportamiento del concreto poroso permeable al incorporar plastómeros, en el distrito de Chalhuanca, provincia de Aymaraes - Apurímac. Utilizando el método experimental con los siguientes materiales; cemento, aditivo, agua, plastómeros reciclados, agregado fino y grueso para un diseño $f'c$ 175 kg/cm² con la adición de 1%, 1.5% y 3% de plastómeros, se realizó la elaboración y mezclado de los especímenes obteniendo resultados positivos en las propiedades físicas. Las muestras fueron ensayadas a compresión y la flexión a los 7, 14 y 28 días, cumpliendo su curado periódico se procedió a realizar la rotura a compresión cuya evolución de la resistencia de acuerdo a la edad de 7 días fue de (70%), 14 días (85%) y 28 días (100%). Por consiguiente, la evolución de la resistencia a flexión del concreto de acuerdo a su edad esta entre el 10% y 20% de la resistencia a compresión llegando a un resultado final, que las muestras con adición de 1.5% superan a las muestras con adición de 1% y 3% de plastómeros. Finalmente, los coeficientes de permeabilidad a la edad de 28 días del concreto poroso con la incorporación de 1%, 1.5% y 3% de plastómeros se encuentran dentro del parámetro de 1.44 mm/s y 12 mm/s, teniendo como mayor coeficiente de permeabilidad con la adición 1% de plastómeros.

Se concluye que, con la adición de 1.5% de plastómeros mejorará las propiedades físicas y mecánicas del concreto poroso permeable, mientras disminuye su permeabilidad, pero cumple con los parámetros de la norma (ACI 522 R-10), se propone esta alternativa de solución, teniendo como valor confiable la incorporación de 1.5% de plastómeros, para mejorar el comportamiento del concreto poroso permeable en la conformación de pavimentos para el control de aguas pluviales.

Palabras clave: Concreto, porosidad, permeabilidad y plastómeros.

ABSTRACT

The objective of this research is to determine the behavior of permeable porous concrete when incorporating plastomers, in the district of Chalhuanca, province of Aymaraes - Apurímac. Using the experimental method with the following materials; cement, additive, water, recycled plastomers, fine and coarse aggregate for a design $f'c$ 175 kg/cm² with the addition of 1%, 1.5% and 3% of plastomers, the preparation and mixing of the specimens was carried out, obtaining results positive in physical properties. The samples were tested for compression and flexion at 7, 14 and 28 days, fulfilling their periodic curing, they proceeded to perform the compression break whose resistance evolution according to the age of 7 days was (70%), 14 days (85%) and 28 days (100%). Consequently, the evolution of the flexural resistance of the concrete according to its age is between 10% and 20% of the compressive resistance reaching a final result, that the samples with the addition of 1.5% exceed the samples with the addition of 1% and 3% of plastomers. Finally, the permeability coefficients at the age of 28 days of the porous concrete with the incorporation of 1%, 1.5% and 3% of plastomers are within the parameter of 1.44 mm/s and 12 mm/s, having the highest permeability coefficient. with the addition of 1% plastomers.

It is concluded that, with the addition of 1.5% plastomers, the physical and mechanical properties of permeable porous concrete will improve, while its permeability decreases, but it complies with the parameters of the standard (ACI 522 R-10), this alternative solution is proposed, having as a reliable value the incorporation of 1.5% of plastomers, to improve the behavior of permeable porous concrete in the conformation of pavements for storm water control.

Keywords: Concrete, porosity, permeability and plastomers.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

Una de las problemáticas más graves en el mundo se considera, la falta de drenaje pluvial, por lo que surge la necesidad de filtrar las aguas para una buena evacuación de manera eficiente con el fin de reutilizarse para las poblaciones que no cuentan con estos servicios (RAJ y CHOCKALINGAM, 2019).

AMADOR, SANTOS y RHIS (2019) afirman también que este crecimiento desordenado de los núcleos urbanos resulta generando diversos tipos de trastornos, esencialmente que afecta a esta misma población, específicamente en materia de drenaje de aguas pluviales. Las grandes inundaciones terminan generando varias pérdidas a la sociedad.

Una de las alternativas más resaltantes en nuestra sociedad en las características de concreto poroso tener la alta permeabilidad, al presentar un elevado contenido de vacíos, baja resistencia a la compresión (CABELLO, CAMPUZANO, ESPINOZA y SÁNCHEZ, 2015).

En nuestro país, también existe una problemática incontrolable, como el incremento acelerado del plástico, debido al constante consumo por parte de la misma población de bebidas embotelladas en plásticos, siendo este material, aquel que demora más de 100 años en degradarse y al terminar su uso va a los tiraderos a cielo abierto, botadores informales, playas y calles públicas (PILLACA, 2019).

En épocas de lluvia en el distrito de Chalhuanca, se incrementan daños al pavimento vial generando un problema para la sociedad, así como en la economía de los ingresos directos de cada persona del lugar; en períodos con intensas precipitaciones pluviales impidiendo el transporte y comunicación. Una de las alternativas más viables, ante esta problemática, sería el diseño del concreto poroso permeable mediante la incorporación de plastómeros, ya que, esta brinda diversos beneficios como la reducción del riesgo en el transporte en épocas de lluvias, reducción de la humedad y gradientes térmicos, generación de drenaje y

auto ventilación, esto se da cuando incrementa a nivel estructural los macro poros, a causa de la infiltración de agua en la superficie del pavimento.

El diseño del concreto permeable o poroso, desea alcanzar altos valores de resistencia a la compresión y a la flexión, se debe agregar aditivos que le den las propiedades deseadas.

Este problema es más frecuente debido al estancamiento del agua proveniente de la lluvia como resultado directo. La impermeabilidad del concreto reduce directamente la fuente de agua del acuífero natural y reduce los niveles de servicio del pavimento.

Las estructuras de concreto en el distrito de Chalhuanca de la provincia de Aymaraes, se ven afectadas principalmente por los daños ocasionados, por la naturaleza en épocas de lluvia donde la durabilidad y la resistencia del concreto, afectan su desempeño estructural vial, haciendo que el proyecto no sea rentable. Cuando se toma un diseño durable para estructuras de concreto utilizando tecnología y un adecuado control de calidad de los materiales, logrando estructuras de mayor vida útil y costos menores a largo plazo.

Por ello en los últimos años y gracias al progreso de la industria química, principalmente con la nanotecnología es posible lograr concretos durables y con altas resistencias mecánicas que tengan el comportamiento de concreto poroso permeable mediante la incorporación de plastómeros.

En el distrito Chalhuanca, se emplea frecuentemente el concreto convencional para; pavimentos viales, estructuras hidráulicas, edificaciones y otros, donde la utilización de plásticos de reciclaje al incorporar al concreto contrarrestaría el problema, en el empleo de la elaboración del concreto convencional, incorporar los plastómeros con adición de 1.5% ya que este tuvo un resultado satisfactorio frente a la incorporación de plastómeros de 1% y 3%, obtenidos de las resistencias de los especímenes a compresión y a la flexión ensayadas en laboratorio.

1.2 Enunciado del problema

1.2.1 Problema general

¿Cuál es el comportamiento del concreto poroso permeable al incorporar plastómeros, en el distrito de Chalhuanca, provincia de Aymaraes - Apurímac?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cuál es el comportamiento de las propiedades físicas (medición de temperatura, asentamiento, peso unitario del concreto fresco y contenido de aire) del concreto poroso permeable al incorporar plastómeros, en el distrito de Chalhuanca, provincia de Aymaraes - Apurímac?
- ¿Cuál es el comportamiento de las propiedades mecánicas (resistencia de roturas a compresión axial y resistencia de roturas a flexión) del concreto poroso permeable al incorporar plastómeros, en el distrito de Chalhuanca, provincia de Aymaraes - Apurímac?
- ¿Cuál es el comportamiento de la permeabilidad, en la proporción de mezcla del concreto poroso permeable, con la incorporación de 1%, 1.5% y 3% de plastómeros, en el distrito de Chalhuanca, provincia de Aymaraes - Apurímac?

1.3 Justificación de la investigación

En la actualidad, el distrito de Chalhuanca, provincia de Aymaraes, no cuenta con estudios de concreto con incorporación de plastómeros, donde se desconoce la manifestación de incorporación de este insumo reciclable.

El estudio investigativo pretende hacer conocer una alternativa aprovechando residuos plásticos y de esta manera disminuir el uso habitual del concreto convencional aprovechando los residuos plásticos y elásticos (plastómeros), reciclando así este material no biodegradable en la provincia de Aymaraes, contando con materiales locales y condiciones ambientales y dar resultados favorables para construcción, el estudio de la evaluación del comportamiento de concreto poroso permeable, mediante la incorporación de plastómeros generará un beneficio para la ciudadanía de Chalhuanca. Por ello, se plantea la incorporación de plastómeros (plástico PET), con el propósito de mejorar el comportamiento mecánico sin afectar su permeabilidad.

En el *aspecto económico*, esta investigación se convierte en una propuesta sostenible, al reutilizar plastómeros (plástico PET) y al presentar mejores propiedades en el concreto poroso con la incorporación de este plástico, permitiendo así la reducción de costos.

Este estudio de investigación, en el *aspecto ambiental*, propone reutilizar un material residuo como el plástico PET, que cada año incrementa su utilización. Este es uno de los materiales que demora más de 100 años en degradarse, causando un impacto ambiental perjudicial para nuestro medio, por ello, la reutilización de este material para el uso en obras de conformación de pavimentos es importante porque se convierte en una alternativa sostenible para el cuidado del medio ambiente.

Finalmente, se considera una propuesta con un gran beneficio en el *aspecto social*, al generar un impacto positivo en nuestra sociedad, al brindar un nuevo material como alternativa eficiente para la construcción de pavimentos porosos permeables, evitando inundaciones en épocas de intensas lluvias mediante la infiltración y evacuación de aguas por el concreto poroso con mayor resistencia por la incorporación de plastómeros (plástico PET).

CAPÍTULO II

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1 Objetivos de la investigación

2.1.1 Objetivo general

Determinar el comportamiento del concreto poroso permeable al incorporar plastómeros, en el distrito de Chalhuanca, provincia de Aymaraes – Apurímac.

2.1.2 Objetivos específicos

- Determinar el comportamiento de las propiedades físicas (medición de temperatura, asentamiento, peso unitario del concreto fresco y contenido de aire) del concreto poroso permeable al incorporar plastómeros, en el distrito de Chalhuanca, provincia de Aymaraes – Apurímac.
- Determinar el comportamiento de las propiedades mecánicas (resistencia de roturas a compresión axial y resistencia de roturas a flexión) del concreto poroso permeable al incorporar plastómeros, en el distrito de Chalhuanca, provincia de Aymaraes – Apurímac.
- Determinar el comportamiento de la permeabilidad, en la proporción de mezcla del concreto poroso permeable, con la incorporación de 1%, 1.5% y 3% de plastómeros, en el distrito de Chalhuanca, provincia de Aymaraes – Apurímac.

2.2 Hipótesis de la investigación

2.2.1 Hipótesis general

El comportamiento del concreto poroso permeable mejora al incorporar plastómeros, en el distrito de Chalhuanca, provincia de Aymaraes – Apurímac.

2.2.2 Hipótesis específicos

- La incorporación de plastómeros en el concreto poroso permeable, mejora el comportamiento de sus propiedades físicas (medición de temperatura,

asentamiento, peso unitario del concreto fresco y contenido de aire), en el distrito de Chalhuanca, provincia de Aymaraes – Apurímac.

- La incorporación de plastómeros en el concreto poroso permeable, mejora el comportamiento de sus propiedades mecánicas (resistencia de roturas a compresión axial y resistencia de roturas a la flexión), en el distrito de Chalhuanca, provincia de Aymaraes – Apurímac.
- La incorporación de 1%, 1.5% y 3% de plastómeros en la proporción de mezcla del concreto poroso permeable, mejora el comportamiento de la permeabilidad, en el distrito de Chalhuanca, provincia de Aymaraes – Apurímac.

2.3 Operacionalización de variables

Tabla 1 — Operacionalización de variables

VARIABLES	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Índice de estudio
Variable Dependiente : Concreto poroso permeable	<p>RIAÑO y AYALA (2019), los autores evaluaron muestras con diferentes proporciones de fibras PET (0.25%, 0.50%, 0.75% y 1.00%), ya que se tomaron muestras y se probaron para su identificación del comportamiento mecánico y físico en comparación con una muestra normal sin la adición de este plástico. En este caso, el suplemento que mejor comportamiento mostró fue el de 0.50% de incorporación de PET, que consiguió mejorar las propiedades físicas en una mínima pérdida de resistencia a la compresión. La investigación actual tomó muestras de suplementos de plastómeros para incorporar al concreto poroso permeable realizando estudios de sus características físicas y mecánicas.</p>	<p>Se determinará de acuerdo a la variable dependiente; concreto poroso permeable V.D, basándose en las características de los agregados, propiedades físicas y mecánicas del concreto permeable, definiendo la resistencia en edades de 7,14 y 28 días.</p>	<p>Propiedades físicas del concreto permeable</p>	Medición de temperatura	°C
				Medición de asentamiento	in
				Peso unitario del concreto fresco	g/cm ³
				Medición de contenido de aire	%
			<p>Propiedades mecánicas del concreto permeable</p>	Resistencia de roturas a compresión axial (resistencia a la compresión de probetas de concreto NTP 339.034/ASTM C39M).	Kg/cm ²
				Resistencia de roturas a la flexión (resistencia a la flexión de vigas de concreto con cargas a los tercios del tramo NTP 339.078 / ASTM C78 / AASHTO T97).	Kg/cm ²
Variable Independiente: Plastómeros	<p>PILLACA (2019), describe sobre la fabricación de hormigones de f'c 175 kg/cm² incorporando plásticos en proporciones de 0.04%, 0.08% y 0.12% en relación al peso de los materiales, finalmente examinar la tasa de infiltración.</p> <p>La investigación actual tomó piezas de plastómeros con las dimensiones de 2.5 mm de ancho por 30 mm de largo, para incorporar en la proporción de mezcla porcentajes de +1%, +1.5% y 3% de plastómeros respecto al peso del agregado grueso, en los cuales se realizó estudios de permeabilidad.</p>	<p>Se describe la variable independiente V.I. plastómeros; basándose en el ensayo de permeabilidad del concreto (ACI 522 R-10) en la proporción de mezcla del concreto poroso permeable con la incorporación de +1%, +1.5% y 3% de plastómeros.</p>	<p>Permeabilidad del concreto con la incorporación de plastómeros</p>	<p>Ensayo de permeabilidad del concreto poroso permeable (ACI 522 R-10) con la incorporación de +1%, +1.5% y +3% de plastómeros.</p> $k = \frac{L}{t} * \frac{a}{A} * \ln\left(\frac{h_1}{h_2}\right)$	mm/s

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

3.1 Antecedentes

3.1.1 A nivel internacional

HERRERA (2020). En su tesis: “Evaluación de mezclas de concreto modificadas con PET reciclado y adición mineral; su influencia en el módulo de ruptura y en la durabilidad de pavimentos rígidos”, cuyo **objetivo** es evaluar mezclas de concreto modificadas con PET reciclado y una adición mineral, su influencia en el módulo de durabilidad y ruptura de pavimentos rígidos; uso la **metodología** cuantitativa experimental. En cuanto al **resultado** de las mezclas PR-0.8 y PM-0.8 a los 28 días cumplieron con el diseño de $f'c$ 330 kg/cm², obteniendo $f'c$ 33.33 Mpa (339.87 kg/cm²) y $f'c$ 32.97 Mpa (336.20 kg/cm²) respectivamente. Se **concluye** que, las mezclas M-C, PR-0.8 y PM-0.8 cumplieron con la resistencia a compresión por encima de las mezclas PR0.8+CBC15 y PM0.8+CBC15.

LUGO y PÉREZ (2019). En su investigación: “Caracterización del comportamiento mecánico del concreto simple con adición de fibras poliméricas recicladas PET”, tuvo como **objetivo** explicar el comportamiento mecánico del concreto simple con adición de fibras de polímeros reciclados PET. Planteando la **metodología** de enfoque cuantitativo cuasi experimental; con un **resultado** el cual indica que, si la mezcla contiene más de lo ideal de fibras no solo pierde eficacia para la mejora de la resistencia del concreto, sino que resulta perjudicial en la resistencia del mismo. Se **concluye** que presentó mayor resistencia en los elementos estructurales del concreto respecto a la acción de fuerzas con un valor y un rango valorable de 96 kg y 110 kg de fibras respecto a la estructura de concreto.

LIU, QINGHUI, KUNWU y SHENGJIA (2020). En su artículo científico: “Influence of pore structure characteristics on the mechanical and durability behavior of pervious concrete material based on image analysis”. Tuvo como **objetivo** evaluar la porosidad, la resistencia a la compresión, la permeabilidad, la durabilidad y las

características de la estructura de los poros del hormigón permeable. Planteo una **metodología** experimental, logrando un **resultado** de $f'c$; 411.15 kg/cm², 359.14 kg/cm², 342.21 kg/cm², 285.82 kg/cm², 244.93 kg/cm², 302.65 kg/cm², 395.55 kg/cm², 461.32 kg/cm² y 416.45 kg/cm² para las proporciones de mezcla P1, P2, P3, P4, P5, PS1, PS2, PS3 y PSF1 respectivamente. Se **concluye** que la adición de un 7% de A.F. con respecto al A.G. puede mejorar la resistencia a la compresión.

RIAÑO y AYALA (2019). Presentaron su investigación titulada: “Influencia de fibras tipo PET en las características de resistencia y durabilidad del mortero de cemento hidráulico”, publicada por la Universidad de la Católica de Colombia, cuyo **objetivo** principal fue analizar la influencia de las fibras tipo PET en la característica mecánica y durabilidad del mortero. **Metodología** experimental arribando a un **resultado**, los autores evaluaron muestras de cemento hidráulico suplementadas con diferentes proporciones de fibras PET (0.25%, 0.50%, 0.75% y 1.00%), el suplemento que mejor comportamiento mostró fue el 0.50% de fibras, **concluyendo** que parámetros como la porosidad, absorción, módulo de elasticidad y penetración de cloruros presentan mejoras, evidenciando un mejor comportamiento respecto al concreto patrón.

WEISS, KAYHANIAN, GULLIVER y KHAZANOVICH (2017). Presentaron su artículo científico: “Reparación y evaluación del desempeño de un innovador pavimento de hormigón permeable”, de la revista internacional de ingeniería de pavimentos. Tiene como **objetivo**; investigar avances en las propiedades de los materiales, diseño, calidad y mantenimiento de los pavimentos permeables, empleando la **metodología**, descriptiva no experimental teniendo un **resultado**; el cual describe que el pavimento consiste en una sola capa de asfalto u hormigón permeable, con una o más capas, que permite que el agua de lluvia se filtre positivamente. **Concluyendo**; que la penetración en la capa superior de la infraestructura disminuye con el tiempo.

3.1.2 A nivel nacional

PILLACA (2019). Presentó su investigación titulada: “Análisis del concreto permeable con fibras plásticas relacionado a las propiedades de compresión y flexión para su uso en pavimentos, Lima - 2019” tiene como **objetivo**, elaborar un concreto de $f'c$ 175 kg/cm² adicionando fibras plásticas para la mejora de sus propiedades



mecánicas y tasa de infiltración, empleando la **metodología** experimental porcentual de tipo aplicada arribando a un **resultado**; donde el óptimo porcentaje adicionado no se puede determinar con certeza, ya que es necesario ampliar la varianza de las composiciones de fibras entre 0.4% y 0.8%; **Concluyendo** el valor óptimo es de 10% y 5% con la suplementación de fibras en un 0.04% mejorando la resistencia mecánica y la infiltración del concreto disminuyó un 30% a mayor adición de fibras plásticas.

MÁRQUEZ HERRERA (2019). Menciona en su investigación: “Estudio del comportamiento del concreto con adición de plástico reciclado en la ciudad de Arequipa”, planteando como **objetivo** de analizar el comportamiento del concreto con la incorporación de plástico reciclado como alternativa ecológica para la ciudad de Arequipa tomando como **metodología** el enfoque cuantitativo cuasi – experimental. Tiene como **resultado** que, las resistencias a compresión a los 28 días de las mezclas con la adición de PET molido, 0.5%, 1%, 1.5% y CP alcanzaron $f'c$ 291.77 kg/cm², $f'c$ 310.38 kg/cm², $f'c$ 294.21 kg/cm² y $f'c$ 288.40 kg/cm² respectivamente. Se **concluyó** que la dosificación de 1% de PET en relación al peso de cemento es válida por obtener el mejor comportamiento de resistencia a la compresión y tensión.

PÉREZ (2019). Menciona en su investigación: “Estudio de resistencia a la compresión del concreto $f'c$ 210 kg/cm², con la adición de plástico reciclado (PET), en la ciudad de Tarapoto, 2018”, cuyo **objetivo** estudiar las propiedades física - mecánicas del concreto con incorporación de material plástico reciclado PET; teniendo como **metodología** de estudio de enfoque cuantitativo descriptivo cuyo **resultado**; se evaluaron muestras de concreto suplementadas con diferentes proporciones de fibras PET (5%, 10% y 15%), al 5% la resistencia a compresión se redujo en 13%, en 10% de fibra se redujo en 24% y en 15% de fibra se redujo en 31% todos con respecto al concreto patrón; **concluyendo** que se tiene características de uso en construcción de concreto no estructural y aportando con la mitigación ambiental de desechos plásticos.

LLANOS (2018). En su tesis “Trabajabilidad y resistencia a compresión del concreto con adición de plástico PET en el distrito de Ate - Lima, 2017”, teniendo como **objetivo** analizar la resistencia a la compresión y la trabajabilidad del concreto incorporando plástico PET en el distrito de Ate - Lima, 2017, planteando la

metodología de enfoque cuantitativo experimental, explicativo aplicado; arribando a un **resultado** en el cual las resistencias a la compresión con la adición de PET (5mm x 5mm) 0%, 5%, 10% y 20%, alcanzaron $f'c$ 353.55 kg/cm², $f'c$ 459.26 kg/cm², $f'c$ 387.44 kg/cm² y $f'c$ 285.35 kg/cm² respectivamente; el cual **concluye** que la resistencia disminuye cuanto mayor es la incorporación de plástico PET.

LÉCTOR y VILLARREAL (2017). En su tesis titulada: “Utilización de materiales plásticos de reciclaje como adición en la elaboración de concreto en la ciudad de Nuevo Chimbote”, teniendo como **objetivo** general realizar el desarrollo de concreto convencional con la adición de plásticos (PET), usando la **metodología** de enfoque cuantitativo, descriptivo y comparativo cuyo **resultado** para $f'c$ 175 kg/cm² con adición de PET de (5%, 10% y 15%) al 5% de fibra la resistencia se redujo en 21.42%, en 10% se redujo en 34.25% y en 15% se redujo en 48.49%, para $f'c$ 210 kg/cm² al 5% de fibra la resistencia se redujo en 14.61%, en 10% se redujo en 32.28% y en 15% se redujo en 48.28% todos con respecto al concreto patrón; **concluyendo** que su resistencia no alcanzó a mejorar las propiedades físicas y mecánicas.

3.1.3 A nivel local

No se ha evidenciado antecedentes en relación al tema elegido de estudio en el distrito de Chalhuanca, provincia de Aymaraes en la región de Apurímac. Por ello, se puede determinar que esta es una propuesta innovadora que busca brindar aportes nuevos mediante la reutilización de un residuo como el plástico PET en concreto poroso con fines de mejorar el pavimento vial con la sustitución parcial en el mejoramiento del concreto poroso permeable mediante la incorporación de plásticos, efectuando ensayos para determinar las propiedades físicas como: temperatura, asentamiento, peso unitario del concreto fresco, contenido de aire; teniendo como base el concreto poroso más la adición de +1%, +1.5% y +3% de plastómeros.

Se realizó ensayo de roturas a compresión axial; para determinar la resistencia a la compresión de probetas de concreto (NTP 339.034/ASTM C39M), del concreto poroso patrón más la incorporación del +1%, +1.5% y +3% de plastómeros. Ensayo para determinar la resistencia a la flexión de vigas de concreto con cargas a los tercios del tramo (NTP 339.078/ASTM C38M/AASTHO T97) del concreto poroso patrón más la incorporación del 1%, 1.5% y 3% de plastómeros. Ensayo de permeabilidad del concreto (ACI 522 R-10) del concreto poroso patrón más la incorporación del +1%, +1.5% y +3% de plastómeros.



3.2 Marco teórico

3.2.1 Concreto

El concreto, comúnmente denominado hormigón, con el paso del tiempo logra endurecerse, lo cual permite que obtenga capacidades de esfuerzos como la compresión y, en menor medida, resistencia a la tensión (AQUINO, 2019).

El hormigón es un material que consta de un 7% a un 15% de aglomerante, agregados que constituyen aproximadamente de un 60% a un 75% del volumen total, de 1% a 3% de aire atrapado, agua y posiblemente aditivos (CHAVARRY, 2018).

El concreto en la fase de endurecimiento tiene cualidades mecánicas distintivas, alto esfuerzo a la compresión, pero baja resistencia a la tracción, a la que se le agrega refuerzo para producir esta resistencia.

3.2.1.1 Composición del concreto

a) Cemento

Es el adhesivo en el mortero de concreto y, a menudo, es un material que crea una gran resistencia para el concreto y, al mismo tiempo, tiene un costo unitario más alto. Este material es producto de la pulverización del Clinker. (GARCÍA, 2017).

b) Agregado fino (arena gruesa)

Es un agregado fino que contiene arena natural siendo libre de impurezas con propiedades delimitadas como durabilidad, dureza y forma compacta (LLAMO y RODRIGUEZ, 2018).

c) Agregado grueso (piedra chancada)

Conformado por grava chancada o natural y el material debe estar libre de impurezas, se recomienda tener formas angulares para una mayor adherencia en la mezcla de concreto, resistente, compactos, duras y textura rugosa (LLAMO y RODRÍGUEZ, 2018).

d) Agua

El agua debe de estar en condiciones buenas, porque el material cumple funciones importantes como mojar el cemento, proporcionar una estructura vacía en la mezcla y lubricar la mezcla para contribuir a su maniobrabilidad general. (GARAY y QUISPE, 2016).

3.2.1.2 Propiedades físicas del concreto

Mostraremos en la tabla las propiedades físicas del concreto convencional.

Tabla 2 — Propiedades físicas del concreto

Propiedades	Descripción
Temperatura	La temperatura en el concreto es una propiedad física esencial, la cual no debe ser mayor a 32°C ni menor a 10°C, para asegurar que el material se encuentre en las mejores condiciones. (CAMARGO y HIGUERA, 2017).
Trabajabilidad	Esta propiedad mide qué tan fácil es mezclar concreto cuando es nuevo. (GARCÍA, 2017), se estima en el ensayo de asentamiento el comportamiento y consistencia del concreto fresco.
Peso unitario	Es una propiedad física del hormigón, tiene la relación del peso del hormigón compactado y recipiente del volumen. (CAMARGO e HIGUERA, 2017).
Contenido de aire	Tiene por objeto limitar la cuantía del aire que contenga hormigón, dependiendo de los factores de las propiedades físicas del agregado, tiempo de mezclado, entre otros. (CAMARGO y HIGUERA, 2017).

3.2.1.3 Propiedades mecánicas del concreto

Tabla 3 — Propiedades mecánicas del concreto

Propiedades	Descripción
Resistencia a compresión	Es la característica mecánica de acuerdo a la calidad del material soportando una carga en un área determinada (AQUINO, 2019)
Resistencia a la flexión	La resistencia a la flexión mide la resistencia a la tracción del hormigón, que es el momento de rotura de las vigas no reforzadas. (PILLACA, 2019).

3.2.2 Concreto poroso

Según FERNÁNDEZ y NAVAS (2017), Es un tipo de hormigón con un alto porcentaje de poros, a través de ellos fluye el agua, este material tiene excelentes propiedades, alta permeabilidad por filtración de agua de lluvia.

Según SANDOVAL, GALOBARDES y SCHWANTES (2019), Este tipo de hormigón se distingue por su alto valor de permeabilidad. Dado que la mayoría de sus componentes son agregados gruesos, existen vacíos que permiten que el agua fluya a altas velocidades.

3.2.2.1 Propiedades físicas del concreto poroso en estado fresco

Tabla 4 — Propiedades físicas del concreto poroso en estado fresco

Propiedades	Descripción
Permeabilidad	Es una característica del hormigón poroso, que es la cantidad de agua filtrada del hormigón. (BARREDA y CAHUATA, 2018)
Asentamiento	Resistencia del hormigón, este tipo de hormigón se caracteriza por tener un slump cero, es decir, de 0 cm a 1 cm. (GUIZADO y CURI, 2017)
Peso unitario	Característica que puede variar entre un 70% y un 85% en los hormigones porosos con respecto a otros hormigones convencionales. Su peso oscila entre los 1600 kg/m ³ y los 2000 kg/m ³ .
Contenido de vacíos	Propiedad representativa del hormigón poroso, calculado como porcentaje del aire en el interior del hormigón, y oscila entre el 15% y el 30%.

3.2.3 Pavimento permeable

Los pavimentos permeables son elaborados esencialmente para favorecer la infiltración de las precipitaciones a través de las diferentes capas de base, obteniendo



el manejo de las aguas pluviales y beneficios medioambientales. (SOPAN y SOTO, 2020).

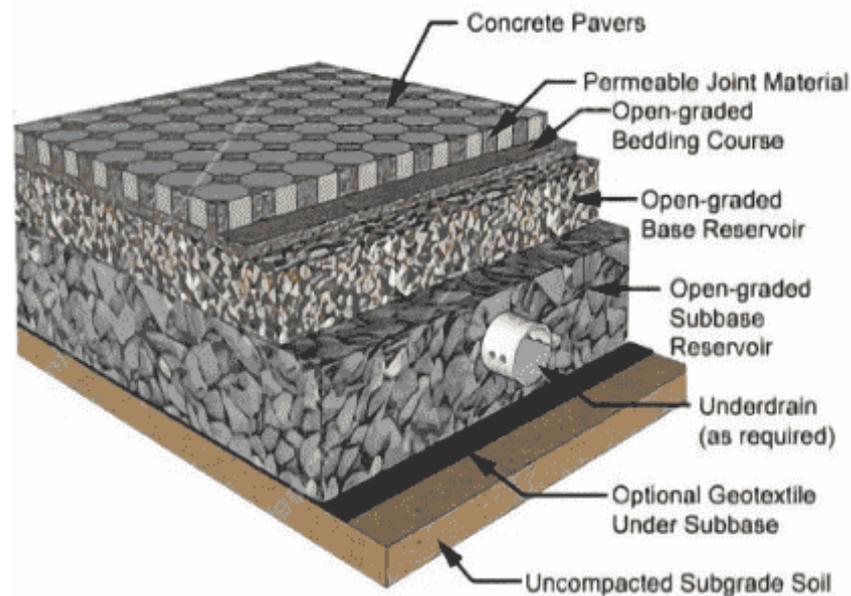


Figura 1 — Pavimento permeable

Extraído de CABELLO, 2015

3.2.4 Plastómeros

Un plastómero es un polímero lineal (o material macromolecular) que, bajo tensión, puede experimentar una deformidad elástica junto a una alteración plástica (permanente). Los plastómeros son una clase de copolímeros de etileno, que se hallan entre polietileno lineal de baja densidad y elastómeros absolutamente amorfos, explicando así el origen de la palabra abreviada "plastómero" (plástico - elastómero). Los plastómeros presentan un módulo de flexión, una resistencia a la tracción y un punto de fusión mínimo, mostrando mayor alargamiento y tenacidad (MINAYA y ORDÓÑEZ, 2006).

Son polímeros lineales que pueden, bajo la influencia de fuerzas de tracción, sufrir una deformación elástica acompañada de una deformación plástica. También pertenece a la clase de copolímeros de etileno. (PALMA et. al, 2016).

Tabla 5 — Tipos de plástico

Tipo de plástico	Características
PET o PETE (tereftalato de polietileno)	Buena resistencia física, térmica, química y peso ligero.
HDPE (polietileno de alta densidad)	Baja ductilidad, resistencia química, fácil teñido, fabricación y procesamiento, no opaco.
PVC (policloruro de vinilo)	Duro y duradero, puede usarse con solventes, así como ablandarse a 80°C es un plástico flexible y transparente.
LDPE (polietileno de baja densidad)	El material es liso y transparente a 70°C, además de la apariencia de un plástico delgado, es fácil de rayar.
PP (polipropileno)	Es difícil de trabajar aunque es flexible, se ablanda a 140°C, es resistente a los disolventes y es un material flexible y transparente.
PS (poliestireno)	Es duro, transparente, opaco, quebradizo y liso a 95°C y puede verse afectado por disolventes o incluso grasas.
PS-E (poliestireno expandido)	Al ser un material poroso, tiene la importante propiedad de que absorbe energía y ayuda a mantener la temperatura, además de ser un plástico liviano.

Extraído de MINAYA y ORDÓÑEZ, 2006

3.3 Marco conceptual

- **Concreto permeable**

Es un concreto peculiar que posibilita el transcurso del flujo del agua al alto contenido de vacíos siendo permeable a diferencia del concreto impermeable. (AMORÓS y BENDEZÚ, 2019).

- **Plastómeros**

Son modificadores del asfalto que se encuentran en el polipropileno y el polietileno, estos compuestos no incluyen metales en su composición y al mismo tiempo muestran su flexibilidad. (MINAYA y ORDOÑES, 2006).

- **Porcentaje de adición**

Es la composición que consiste en combinar o añadir una proporción de algún material o vacíos, al incorporar porcentajes mayores, disminuyen resistencia a la compresión elevando la permeabilidad (AQUINO, 2019).

- **Contenido de humedad**

El concreto contiene un porcentaje de agua, esto se comprueba mediante la realización de ensayos de contenido de humedad cumpliendo la normatividad ASTM D2216 y la NTP 339.127 (JIMENEZ, 2019).

- **Peso unitario**

Es una propiedad física del hormigón, correspondencia entre el peso del hormigón recién compactado y el volumen del recipiente (CAMARGO e HIGUERA, 2017).

- **Peso específico**

Semejanza entre el peso de un volumen de un líquido de su mismo volumen según el tipo árido (FERNANDO, 2020).

- **Temperatura**

La temperatura máxima de un concreto fresco no debe superar los 32 °C, según normatividad ASTM C94, como también el ACI limita la máxima temperatura del concreto 35 °C al instante de la colocación (BLANCAS, 2020).

- **Resistencia a la compresión**

Presenta esta propiedad mecánica la calidad del material, soportando una carga por unidad de área que sea especificada (AQUINO, 2019).

- **Resistencia a la flexión**

La resistencia a la flexión mide la resistencia a la tracción del hormigón, que es el momento de rotura de las vigas no reforzadas (PILLACA, 2019).

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA

4.1 Tipo y nivel de investigación

4.1.1 Tipo de investigación

Aplicativo: Según PAZ (2014); esta investigación experimental es manipulable una de sus variables controlada mediante normatividad, con el fin de ver el resultado, así mismo nuestro estudio de investigación evaluara el comportamiento del concreto incorporando plastómeros mediante pruebas de permeabilidad y los estudios de resistencia de compresión axial y flexión en las edades de 7, 14 y 28 días.

4.1.2 Nivel de investigación

Explicativo: Son conceptos científicos relacionando ideas; en el cual responde los fenómenos eventuales y físicos. Centrándose en explicar la relación de dos o más variables menciona SAMPIERI, (2014, pág. 95). La investigación es explicativa porque interpretaremos cómo influye al incorporar los plastómeros en el comportamiento del concreto poroso permeable en el esfuerzo a flexo – compresión, $f'c$ 175 kg/cm².

4.2 Diseño de investigación

Experimental: SAMPIERI (2014), este diseño experimental se determina como desarrollaremos nuestro experimento u observación a base de anteriores experimentos. De modo que trataremos de definir las variables propuestas en relación a las dimensiones intervinientes, medidas previo al ensayo de laboratorio y así proceder a analizar los datos de relación causa y efecto.

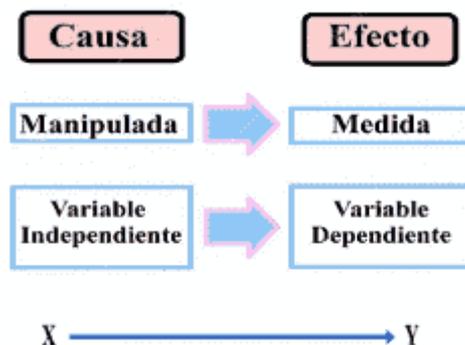


Figura 2 — En la imagen se observa un ejemplo de diseño de la investigación

Extraído de SAMPIERI, 2014

4.3 Descripción ética de la investigación

En nuestra investigación experimental, el principal objetivo es velar por la integridad y el bienestar de los investigadores, a fin de proteger y no vulnerar su derecho de autor de este estudio.

4.4 Población y muestra

4.4.1 Población

SAMPIERI, (2018) menciona; “Es conjunto universal especificándolos casos que concuerdan” (pag.198), donde la población para esta investigación tomamos especímenes integrados como, elementos del concreto poroso permeable con agregados, cemento, agua y aditivos incorporados de 1%, 1.5% y 3% de plastómeros para una resistencia a compresión $f^c = 175 \text{ kg/cm}^2$.

4.4.2 Muestra

SAMPIERI, (2018) menciona; “Es un sub conjunto de la población para realizar dicho estudio”; la muestra de estudio es de 60 especímenes teniendo como resistencia a flexo – compresión $f^c 175 \text{ kg/cm}^2$, para definir el número de especímenes se toma como referencia el reglamento nacional de edificaciones de la norma E.060 del ítem 5.6.2.3 el cual indica, que un ensayo de resistencia debe ser el promedio de las resistencias de dos especímenes elaborados de la misma muestra de concreto y ensayados a los 28 días o a la edad de ensayo establecida para el valor de f^c .

- **Para 7 días - Resistencia a la compresión y flexión**

Resistencia a la compresión de probetas 30 cm x 15 cm

PQ (1-2): Briqueta patrón: 2 especímenes

AQ (1-2): +1% plastómeros: 2 especímenes

BQ (1-2): +1.5% plastómeros: 2 especímenes

CQ (1-2): +3% plastómeros: 2 especímenes

Resistencia a la flexión de vigas 15 cm x 15 cm x 55 cm

PV (1-2): Viga patrón: 2 especímenes

AV (1-2): +1% plastómeros: 2 especímenes

BV (1-2): +1.5% plastómeros: 2 especímenes

CV (1-2): +3% plastómeros: 2 especímenes

TOTAL 16 especímenes.

- **Para 14 días - Resistencia a la compresión y flexión**

Resistencia a la compresión de probetas 30 cm x 15 cm

PQ (3-4): Briqueta patrón: 2 especímenes

AQ (3-4): +1% plastómeros: 2 especímenes

BQ (3-4): +1.5% plastómeros: 2 especímenes

CQ (3-4): +3% plastómeros: 2 especímenes

Resistencia a la flexión de vigas 15 cm x 15 cm x 55 cm

PV (3-4): Viga patrón: 2 especímenes

AV (3-4): +1% plastómeros: 2 especímenes

BV (3-4): +1.5% plastómeros: 2 especímenes

CV (3-4): +3% plastómeros: 2 especímenes

TOTAL 16 especímenes.



- **Para 28 días - Resistencia a la compresión y flexión**

Resistencia a la compresión de probetas 30 cm x 15 cm

PQ (5-6): Briqueta patrón: 2 especímenes

AQ (5-6): +1% plastómeros: 2 especímenes

BQ (5-6): +1.5% plastómeros: 2 especímenes

CQ (5-6): +3% plastómeros: 2 especímenes

Resistencia a la flexión de vigas 15 cm x 15 cm x 55 cm

PV (5-6): Viga patrón: 2 especímenes

AV (5-6): +1% plastómeros: 2 especímenes

BV (5-6): +1.5% plastómeros: 2 especímenes

CV (5-6): +3% plastómeros: 2 especímenes

TOTAL 16 especímenes.

- **Ensayo de Permeabilidad 15 cm x 10 cm**

PP: Patrón permeable: 3 especímenes

AP: +1% plastómeros: 3 especímenes

BP: +1.5% plastómeros: 3 especímenes

CP: +3% plastómeros: 3 especímenes

TOTAL 12 especímenes para el ensayo de permeabilidad.

TOMANDO UN TOTAL, de muestreo por conveniencia de 60 especímenes.

4.5 Procedimiento

Se estructuró un flujograma para organizar las actividades gráficamente, fijando un orden cronológico, por medio de una serie de fases propuestas en la tesis de investigación, tal como se detalla a continuación.

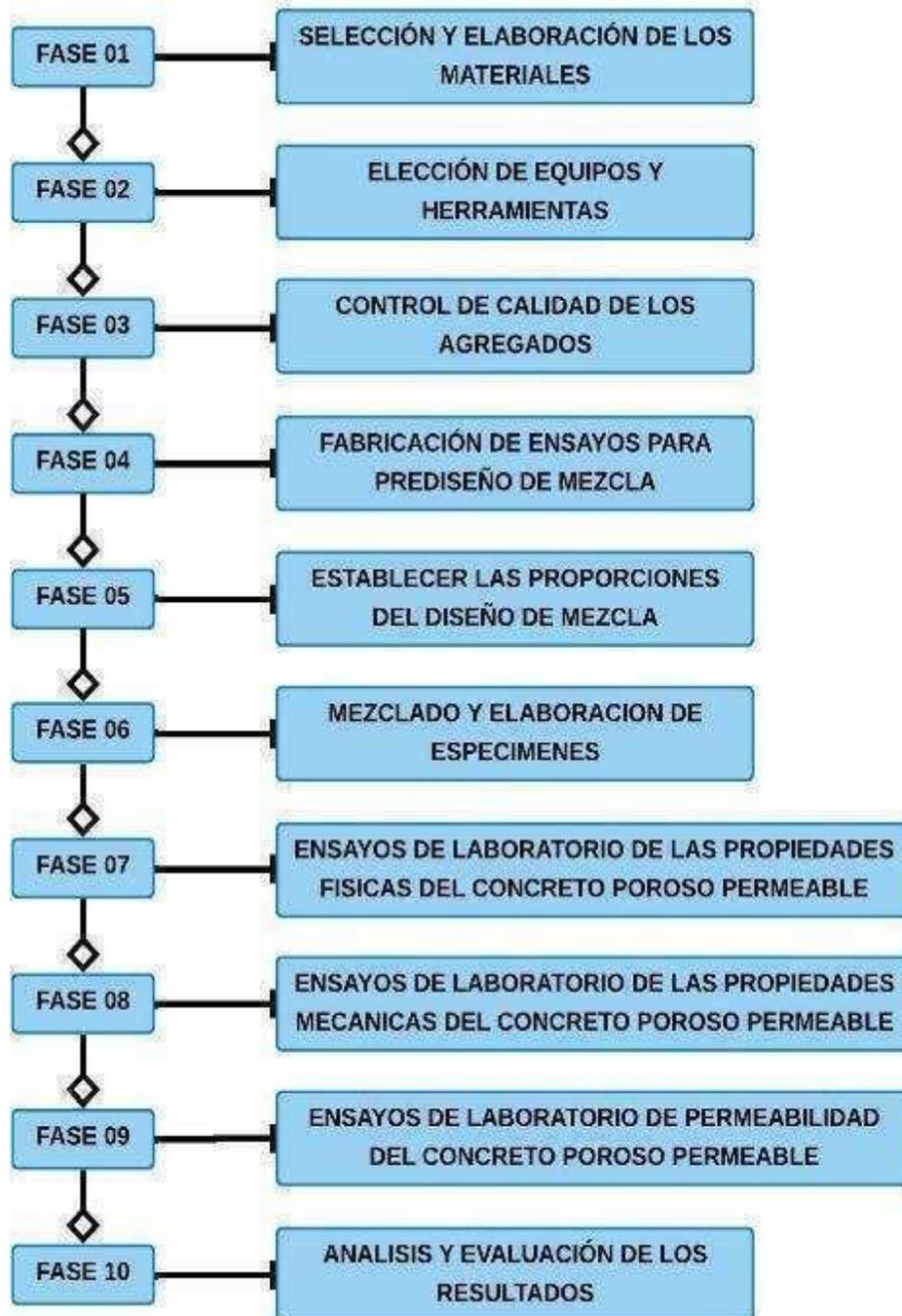


Figura 3 — Procedimiento

4.5.1 Fase 1 – Selección y elaboración de los materiales

Se seleccionó los principales componentes para la elaboración del diseño de concreto poroso permeable con la incorporación de plastómeros.

Los materiales empleados, fueron extraídos de la cantera de Pachachaca, ubicada en el centro poblado de Lucuchanga, colinda al norte con la central hidroeléctrica de Matará, al sur con Chalhuanca al Oeste con el centro poblado de Lucuchanga y al este con Caype.

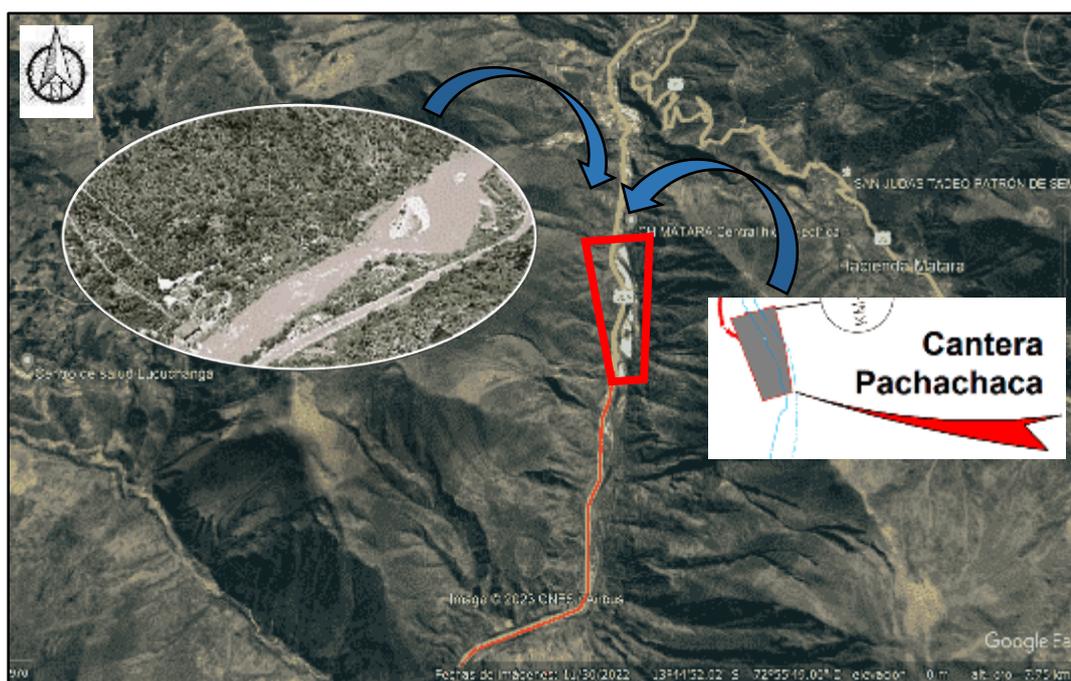


Figura 4 — Ubicación de cantera

Tabla 6 — Descripción de los materiales

N°	Tipo de material	Descripción del material seleccionado
1	Agregado fino	Arena gruesa proveniente de la cantera Pachachaca, cuenta con características que garantizan su buena calidad.
2	Agregado grueso	Grava de figura angular de ¾" proveniente de la cantera Pachachaca, cuenta con características que garantizan su buena calidad.

Continua ...

...Continuación

3	Agua	Se empleó agua potable con el fin de realizar el mezclado y curado de los especímenes de concreto poroso permeable.
4	Aditivo	Superplastificante para mezclas en concreto y mortero, reduce agua y mejora la trabajabilidad, este producto es de acuerdo a la ASTM C494, tipo A y tipo D.
5	Cemento	Se empleó cemento (Sol) Portland tipo I, tiene una óptima trabajabilidad cumpliendo con la norma técnica peruana NTP-334.009 y la norma técnica americana ASTM C-150.
6	Plastómeros	Se utilizó una combinación de materiales entre plastificantes y elastómeros (plastómeros) reciclados y lavados, los cuales fueron cortados en piezas de 2.5 mm de ancho por 30 mm de largo.



Figura 5 — Selección y elaboración de los materiales

4.5.2 Fase 2 – Elección de equipos y herramientas

Para la elaboración de los ensayos de laboratorio ya sea; en la selección y elaboración de los materiales, control de calidad de los agregados, mezclado y elaboración de especímenes, ensayos de las propiedades físicas y mecánicas y ensayos de laboratorio de permeabilidad del concreto poroso permeable, se utilizó herramientas en buen estado y aptas para su uso en laboratorio y equipos correctamente calibrados con certificados de calibración actualizados.

4.5.2.1 Equipos

- Balanzas para árido fino legible con precisión de 0.1 g
- Balanza para árido grueso legible con precisión de 0.5 g
- Cono de Abrams
- Horno eléctrico
- Maquina automática de compresión
- Maquina automática de flexión
- Permeámetro
- Maquina mezcladora de concreto

4.5.2.2 Herramientas

- Cucharon de aluminio
- Envases de aluminio
- Mazo de plástico
- Moldes para probetas 15cm x 30cm
- Moldes para vigas 0.55cm x 0.15cm x 0.15cm
- Moldes para probetas de PVC 10cm x 15cm
- Regla
- Tamices ASTM (1", 3/4", 1/2", 3/8", #4, #8, #16, #30, #50, #100, #200)
- Varilla de compactación
- Recipientes para muestreo y mezcla
- Herramientas misceláneas: Palas, palustres 7", reglas, guantes de caucho, gafas, botas con puntas de acero, casco con orejeras, calibrador de espesores, etc.

4.5.3 Fase 3 – Control de calidad de los agregados

Para conseguir resultados satisfactorios se debe elegir agregados de calidad que sean examinados mediante métodos, normas y especificaciones, certificando así la inspección de calidad de los mismos detallamos los ensayos del laboratorio.

Tabla 7 — Ensayos de laboratorio de los agregados

Ensayos de laboratorio	Procedimiento representativo
<p>1ro. Estudio granulométrico por tamizado según la normatividad del MTC E204 – 2016 del agregado grueso.</p>	
<p>2do. Análisis granulométrico por tamizado según la normatividad del MTC E204 – 2016 del agregado fino.</p>	
<p>3ro. Peso unitario suelto, compactado y vacíos según la normatividad MTC E203 – 2016 del agregado grueso.</p>	
<p>4to. Peso unitario suelto, compactado y vacíos según la normatividad MTC E203 – 2016 del agregado fino.</p>	
<p>5to. Peso específico y absorción del agregado grueso según la norma del MTC E206 – 2016.</p>	

Continua ...

...Continuación

<p>6to. Gravedad específica y absorción del agregado fino según la norma del MTC E205 – 2016.</p>	
<p>7mo. Contenido de humedad del agregado grueso y fino según la normatividad MTC E215 – 2016.</p>	
<p>8to. Cantidad de material fino que pasa el tamiz N°200 del agregado grueso y fino según la normatividad MTC E202 – 2016.</p>	
<p>9no. Abrasión los ángeles al desgaste del material grueso de cantera según la normatividad MTC E207 - 2016.</p>	

4.5.4 Fase 4 – Fabricación de ensayos para prediseño de mezcla

El prediseño de mezcla, es la prueba que se realiza con el objetivo probar algunas interrogantes siendo un diseño experimental, puede ser un resultado sugestivas en el desarrollo de la investigación.

Para la obtención de muestras de concreto poroso permeable en la primera experimentación en laboratorio, se realizó tres tipos de diseño de mezcla de concreto poroso, para cada diseño se elaboró 06 especímenes haciendo un total de 18 unidades,

los cuales posteriormente se sometieron al curado de 07 y 14 días, para luego ser sometidos al ensayo de compresión, todo esto con el fin de obtener el diseño de mezcla patrón cumpliendo con los parámetros que indica la norma ACI 522R-10.

4.5.5 Fase 5 – Establecer las proporciones del diseño de mezcla

Para establecer las proporciones del diseño de mezcla se tomó en cuenta las características que presentan los agregados y el resultado de los ensayos de prediseño de mezcla, en la presente investigación se elaboraron dosificaciones según los criterios otorgados por la norma ACI 522R-10, la cual detalla los parámetros de las propiedades y características del diseño del concreto permeable.

Se elaboraron las siguientes dosificaciones de diseño de mezcla del concreto poroso permeable; diseño de mezcla patrón, diseño de mezcla con incorporación de +1%, +1.5% y +3% de plastómeros por peso del agregado grueso, planteadas para el diseño de concreto $f'c$ 175 kg/cm².

4.5.6 Fase 6 – Mezclado y elaboración de especímenes

Para la obtención de especímenes de concreto (Probetas), se empleó una maquina mezcladora de concreto, así mismo, para la producción de probetas se trabajó de acuerdo a los procedimientos establecidos según lo que indica la NTP 339.183 (CONCRETO. Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio), señala las especificaciones para el muestreo del material y mezclado de la masa.



Figura 6 — Preparación de los materiales para la elaboración de especímenes

El procedimiento se efectuó en varias series en el laboratorio, la única variante dentro del diseño de la mezcla era la proporción de plastómeros, seguidamente se midió el revenimiento medido por el cono de Abrams el promedio fue de 0.14 in.



Figura 7 — Pesaje de plastómeros para la adición al concreto permeable

Por último, durante la sucesión de mezclado de los testigos se consideró extraer los vacíos dentro de la mezcla, para esto se vació el concreto en tres capas y cada una era compactada mediante 25 golpes con una varilla y fue golpeada ligeramente con el mazo de plástico en todo el contorno del molde de mezcla de manera circular.



Figura 8 — Mezclado y colocación del concreto poroso en los moldes

Finalmente, se procedió a dejar los especímenes en un lugar protegido donde pueda fraguar el concreto, este transcurso por lo general tardo alrededor de 2 días posteriormente se procedió a desencofrar los especímenes en la piscina de cilindros para que entren en su tiempo de curado de 7, 14 y 28 días.



Figura 9 — Desencofrado y curado de los especímenes a los 7, 14 y 28 días

4.5.7 Fase 7 – Ensayos de laboratorio de las propiedades físicas del concreto poroso permeable

Se ejecutó los ensayos de laboratorio para determinar las propiedades físicas detalladas a continuación; medición de temperatura, asentamiento, contenido de aire y ensayo de peso unitario del concreto fresco, en el diseño de mezcla patrón poroso permeable y diseño de mezcla poroso permeable con incorporación de +1%, +1.5% y +3% de plastómeros. Para la ejecución de los ensayos se tomó en cuenta las siguientes normas:

Tabla 8 — Ensayos de las propiedades físicas del concreto poroso permeable

Ensayos de las propiedades físicas del concreto poroso permeable	Normas
Medición de temperatura	NTP 339.184 / ASTM C 1064-11
Medición de asentamiento	NTP 339.035 / ASTM C143
Ensayo de peso unitario del concreto fresco	NTP 339.046 / ATSM C-138
Medición de contenido de aire	MTC E 706 / ASTM C 231 / ASTM 173



Figura 10 — Medición de temperatura, asentamiento, contenido de aire y ensayo de peso unitario del concreto fresco

4.5.8 Fase 8 – Ensayos de laboratorio de las propiedades mecánicas del concreto poroso permeable

A. Para el ensayo de compresión

Este ensayo se basa en establecer la resistencia del hormigón a las deformaciones cuando actúa sobre este un esfuerzo de compresión. En tal sentido, se realizó el ensayo de rotura de probetas con dimensiones de 0.30cm x 0.15cm; para determinar la resistencia a la compresión de probetas de concreto (NTP 339.034/ASTM C39M) del concreto poroso patrón y el concreto poroso con la incorporación del +1%, +1.5% y +3% de plastómeros. La máquina empleada para este ensayo a realizar el fallo de los cilindros de compresión fue la prensa, una vez insertado el cilindro de concreto en el interior de la prensa esta comienza a superponer carga a compresión hasta que el testigo falle. Así tal se establece la carga ultima y con esta los esfuerzos.



Figura 11 — Medición y peso de los especímenes antes de la compresión



Figura 12 — Prueba de resistencia a compresión de las briquetas

B. Para el ensayo de flexión

Para poder establecer la resistencia del concreto a flexión se utilizó vigas, con secciones de 0.55cm x 0.15cm x 0.15cm, estos especímenes de ensayo están acorde a todos los requerimientos de los métodos de ensayo de la norma la NTP 339.183 (CONCRETO. Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio). Enseguida se realizó el ensayo de rotura de probetas a flexión; para determinar la resistencia a la flexión de vigas de concreto con cargas a los tercios del tramo (NTP 339.078/ASTM C38M/AASTHO T97) del concreto poroso patrón y el concreto poroso con la incorporación del 1%, 1.5% y 3% de plastómeros.



Figura 13 — Prueba de resistencia a la flexión de vigas

4.5.9 Fase 9 – Ensayos de laboratorio de permeabilidad del concreto poroso permeable

Se llevó a cabo el ensayo de infiltración de líquidos (permeabilidad), en 12 briquetas de 10 cm de diámetro y 15 cm de altura, fabricados con moldes de tubería de PVC adaptándose a las dimensiones adecuadas, una vez que el concreto permeable en estado endurecido cumplió los 28 días de curado, se procedió a realizar la medición del coeficiente de permeabilidad con la ayuda del permeámetro en un determinado

tiempo para cada espécimen y tipo de mezcla, conforme indica el procedimiento en la norma ACI 522R-10. Así como también se realizó pruebas de permeabilidad en vigas de concreto poroso permeable comprobando así la evacuación de los líquidos.



Figura 14 — Prueba de permeabilidad del concreto poroso permeable

4.5.10 Fase 10 – Análisis y evaluación de los resultados

De acuerdo a los resultados obtenidos en el laboratorio se procedió al trabajo en gabinete para el análisis de los resultados experimentales tomando en cuenta el diseño establecido para llegar a la resistencia del concreto poroso permeable de $f'c$ 175 kg/cm², el cual se comparó con los resultados experimentales obtenidos por medio del uso de tablas normalizadas y el uso de software Excel, para la comprobación de la misma, así mismo se realizó gráficos, curvas entre otros. Con los resultados obtenidos de cada ensayo de acuerdo a las diferentes incorporaciones de plastómeros del +1%, +1.5% y +3%, va variando los resultados experimentales, de esta manera estos resultados y análisis se proyectan en tablas finales por cada ensayo, todo esto se puntualiza en el capítulo V.

4.6 Técnicas e instrumentos

Las técnicas de este trabajo de investigación son las roturas de probetas a compresión axial de concreto (NTP 339.034 / ASTM C39M), ensayo de resistencia a la flexión de vigas de concreto con cargas a los tercios del tramo (NTP 339.078/ASTM C78/AASHTO T97) y ensayo de permeabilidad del concreto (ACI 522 R-10).

4.7 Análisis estadístico

El proceso del estudio de la investigación es la comparación que se hace sobre una variable dependiente, y así teniendo un experimento que lo sustente, apoyándonos en el software Excel (Sampieri, 2018, pág. 353). En la presente investigación aplicaremos la técnica de



ensayos de roturas de probetas a compresión axial de concreto (NTP 339.034/ASTM C39M), ensayo de resistencia a la flexión de vigas de concreto con cargas a los tercios del tramo (NTP 339.078/ASTM C78/AASHTO T 97) y ensayo de permeabilidad del concreto poroso (ACI 522 R-10). Detallamos los siguientes ensayos realizados para la determinación de los resultados:

- Ensayo para determinar las propiedades físicas de temperatura, asentamiento, peso unitario del concreto fresco, contenido de aire; teniendo como base el concreto poroso más la adición del +1%, +1.5% y +3% de plastómeros.
- Ensayo de roturas a compresión axial para determinar la resistencia a la compresión de probetas (NTP 339.034/ASTM C39M), del concreto poroso patrón más la incorporación del +1%, +1.5% y +3% de plastómeros.
- Ensayo para obtener la resistencia a flexión de vigas de concreto con cargas a los tercios del tramo (NTP 339.078/ASTM C38M/AASTHO T97), del concreto poroso patrón más la incorporación del +1%, +1.5% y +3% de plastómeros.
- Ensayo de permeabilidad (ACI 522 R-10), del concreto poroso patrón más la incorporación del +1%, +1.5% y +3% de plastómeros.

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1 Análisis de resultados

5.1.1 Ensayo de los agregados

Para obtener las características físicas y mecánicas de los agregados de cantera, se realizaron ensayos de laboratorio, según el manual de ensayos de materiales del MTC.

Cada uno de los ensayos de los materiales se realizó a partir del conjunto de los materiales de cantera, en un lugar adecuado, para la realización correcta de los ensayos según la normatividad de ensayos del MTC, ASTM y AASHTO, con los instrumentos y equipos que cuentan con certificado de calibración para obtener resultados eficientes en los ensayos.

Al finalizar los ensayos de laboratorio, se obtuvo las propiedades físicas y mecánicas de los materiales, que se aplicarán como agregado para la fabricación de concreto con cemento Portland, teniendo las siguientes propiedades:

Tabla 9 — Características de los agregados

CARACTERISTICAS	CANTERA	
	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO
Porcentaje de finos que pasa el tamiz N° 200 (%)	0.08	11.29
Humedad natural (%)	0.22	1.56
Tamaño máximo nominal (in)	3/4	---
Módulo de fineza	7.73	3.63
Huso	56	---
Peso unitario suelto (kg/m ³)	1452.76	1591.8
Peso unitario compactado (kg/m ³)	1624.81	1744.36
Peso específico (g/cm ³)	2.69	2.71
Absorción (%)	0.59	2.67
Desgaste del agregado (%)	30.08	-

Extraído de Anexo - Informe técnico N°420-2022 (Ensayos de granulometría, peso unitario suelto y compactado, peso y/o gravedad específica, diseño de mezcla, entre otros).



A. Análisis granulométrico por tamizado MTC E 204 – 2016 del agregado grueso

Tabla 10 — Análisis granulométrico por lavado y tamizado del agregado grueso

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR LAVADO Y TAMIZADO								
Muestra inicial	2490.0 gr	Muestra lavada y secada		2488	Peso Recipiente	0.0 g	HUSO 56	
TAMIZ (in)	TAMIZ (mm)	PESO RET. (g)	PESO CORR. (g)	%RET.	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR
1 1/2	37.5	0	0	0.00%	0.00%	100.00%	100%	100%
1	25	80	80	3.21%	3.21%	96.79%	90%	100%
3/4	19	1751	1751	70.32%	73.53%	26.47%	20%	85%
1/2	12.5	613	613	24.62%	98.15%	1.85%	0%	40%
3/8	9.5	40	40	1.61%	99.76%	0.24%	0%	15%
Nº 4	4.75	4	4	0.16%	99.92%	0.08%	0%	5%
Nº 8	2.36	0	0	0.00%	99.92%	0.08%	0%	3%
Nº 16	1.18	0	0	0.00%	99.92%	0.08%	0%	2%
Nº 50	0.3	0	0	0.00%	99.92%	0.08%	0%	1%
Nº 200	0.075	0	0	0.00%	99.92%	0.08%		
Cazuela		0	2	0.08%	100.00%			
	TOTAL	2488	2490	100%				

Extraído de Anexo - Informe técnico N°420-2022 (Ensayos de granulometría, peso unitario suelto y compactado, peso y/o gravedad específica, diseño de mezcla, entre otros).

Nota: Módulo de Fineza = 7.73

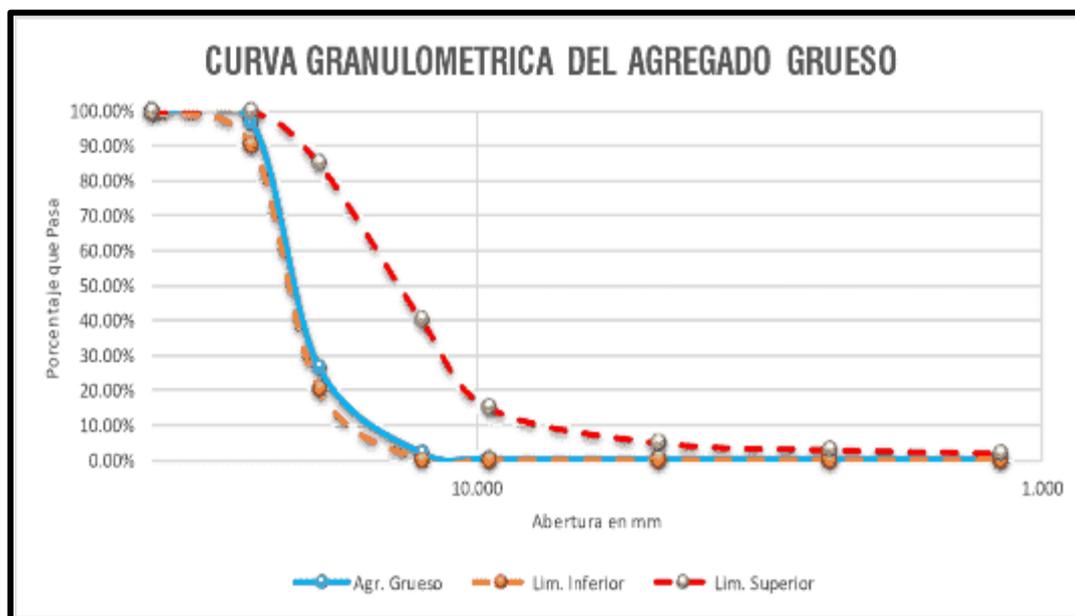


Figura 15 — Curva granulométrica del agregado grueso

Extraído de Anexo - Informe técnico N°420-2022 (Ensayos de granulometría, peso unitario suelto y compactado, peso y/o gravedad específica, diseño de mezcla, entre otros).

B. Análisis granulométrico por tamizado MTC E 204 – 2016 del agregado fino

Tabla 11 — Análisis granulométrico por lavado y tamizado del agregado fino

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR LAVADO Y TAMIZADO								
Muestra racial	983 g	Muestra lavada y secada		876	Peso Recipiente	0.0 g	HUSO	
TAMIZ (m)	TAMIZ (mm)	PESO RET. (g)	PESO CORR. (g)	% RET.	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR
3/8"	9.5	4	4	0.41%	0.41%	99.59%	100%	100%
Nº 4	4.75	65	65	6.61%	7.02%	92.98%	95%	100%
Nº 8	2.36	339	339	34.49%	41.51%	58.49%	80%	100%
Nº 16	1.18	236	236	24.01%	65.51%	34.49%	50%	85%
Nº 30	0.6	120	120	12.21%	77.72%	22.28%	25%	60%
Nº 50	0.3	60	60	6.10%	83.83%	16.17%	5%	30%
Nº 100	0.15	29	29	2.95%	86.78%	13.22%	0%	10%
Nº 200	0.075	19	19	1.93%	88.71%	11.29%		
Cazuela		4	111	11.29%	100.00%			
	TOTAL	876	983	100%				

Extraído de Anexo - Informe técnico N°420-2022 (Ensayos de granulometría, peso unitario suelto y compactado, peso y/o gravedad específica, diseño de mezcla, entre otros).

Nota: Módulo de Fineza = 3.63

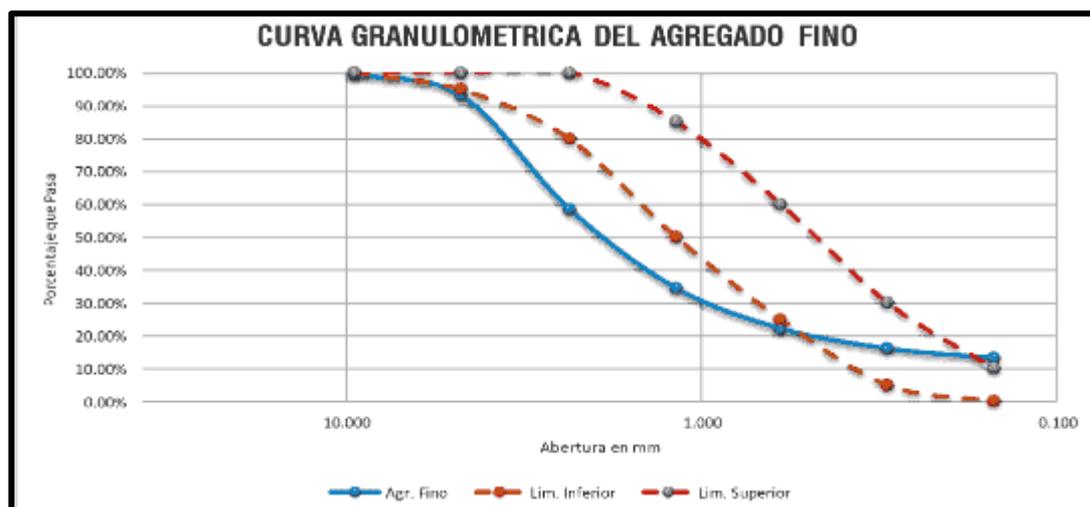


Figura 16 — Curva granulométrica del agregado fino

Extraído de Anexo - Informe técnico N°420-2022 (Ensayos de granulometría, peso unitario suelto y compactado, peso y/o gravedad específica, diseño de mezcla, entre otros).

C. Peso unitario suelto, compactado y vacíos del agregado grueso MTC E 203 - 2016.

Tabla 12 — Peso unitario suelto, compactado y vacíos del agregado grueso

PESO UNITARIO SUELTO Y VACÍOS DEL AGREGADO GRUESO		
DATOS DEL ENSAYO	MUESTRA 1	MUESTRA 2
Peso del Molde (g)	4807	4807
Peso del Molde + Muestra Suelta (g)	18575	18464
Peso de la Muestra Suelta (g)	13768	13657
Volumen del Molde (cm ³)	9438.95	9438.95
Peso Unitario Suelto (g/cm ³)	1.459	1.447
Peso Especifico (kg/m ³)	2686.678	2686.678
Peso Unitario Suelto (kg/m ³)	1458.637	1446.877
Porcentaje de Vacíos	45.71%	46.15%
Peso Unitario Suelto (kg/m ³)	1452.757	
Porcentaje de Vacíos	45.93%	
PESO UNITARIO VARILLADO Y VACÍOS DEL AGREGADO GRUESO		
DATOS DEL ENSAYO	MUESTRA 1	MUESTRA 2
Número de Capas	3	3
Número de Golpes	25	25
Peso del Molde (g)	4807	4807
Peso del Molde + Muestra Varillada	20151	20136
Peso de la Muestra Varillada (g)	15344	15329
Volumen del Molde (cm ³)	9438.95	9438.95
Peso Unitario Varillado (g/cm ³)	1.626	1.624
Peso Especifico (kg/m ³)	2686.678	2686.678
Peso Unitario Varillado (kg/m ³)	1625.6	1624.02
Porcentaje de Vacíos	39.49%	39.55%
Peso Unitario Compactado (kg/m ³)	1624.81	
Porcentaje de Vacíos	39.52%	

Extraído de Anexo - Informe técnico N°420-2022 (Ensayos de granulometría, peso unitario suelto y compactado, peso y/o gravedad específica, diseño de mezcla, entre otros).

D. Peso unitario suelto, compactado y vacíos del agregado fino MTC E 203 – 2016

Tabla 13 — Peso unitario suelto, compactado y vacíos del agregado fino

PESO UNITARIO SUELTO Y VACÍOS DEL AGREGADO FINO		
DATOS DEL ENSAYO	MUESTRA 1	MUESTRA 2
Peso del Molde (g)	2006	2006
Peso del Molde + Muestra Suelta (g)	6528	6499
Peso de la Muestra Suelta (g)	4522	4493
Volumen del Molde (cm ³)	2831.7	2831.7
Peso Unitario Suelto (g/cm ³)	1.597	1.587
Peso Especifico (kg/m ³)	2707.059	2707.059
Peso Unitario Suelto (kg/m ³)	1596.921	1586.679
Porcentaje de Vacíos	41.01%	41.39%
Peso Unitario Suelto (kg/m ³)	1591.8	
Porcentaje de Vacíos	41.20%	
PESO UNITARIO VARILLADO Y VACÍOS DEL AGREGADO FINO		
DATOS DEL ENSAYO	MUESTRA 1	MUESTRA 2
Número de Capas	3	3
Número de Golpes	25	25
Peso del Molde (g)	2006	2006
Peso del Molde + Muestra Varillada (g)	6950	6941
Peso de la Muestra Varillada (g)	4944	4935
Volumen del Molde (cm ³)	2831.7	2831.7
Peso Unitario Varillado (g/cm ³)	1.746	1.743
Peso Especifico (kg/m ³)	2707.059	2707.059
Peso Unitario Varillado (kg/m ³)	1745.948	1742.769
Porcentaje de Vacíos	35.50%	35.62%
Peso Unitario Compactado (kg/m ³)	1744.36	
Porcentaje de Vacíos	35.56%	

Extraído de Anexo - Informe técnico N°420-2022 (Ensayos de granulometría, peso unitario suelto y compactado, peso y/o gravedad específica, diseño de mezcla, entre otros).

E. Peso específico y absorción del agregado grueso / MTC E 206 – 2016

Tabla 14 — Peso específico y absorción del agregado grueso

DATOS DEL ENSAYO	MUESTRA 1
Peso de la canastilla sumergida (g)	732
Peso de la Muestra Seca (g)	4578.1
Peso de la canastilla + muestra sumergida (g)	3633
Peso de la Muestra Saturada con superficie seca (g)	4605
Peso del Agua Absorbida (g)	26.9
Peso Específico (g/cm ³)	2.69
Capacidad de Absorción (%)	0.59%

Extraído de Anexo - Informe técnico N°420-2022 (Ensayos de granulometría, peso unitario suelto y compactado, peso y/o gravedad específica, diseño de mezcla, entre otros).

F. Gravedad específica y absorción del agregado fino MTC E 205 – 2016

Tabla 15 — Gravedad específica y absorción del agregado fino

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO	
DATOS DEL ENSAYO	MUESTRA 01
Volumen del Picnómetro (g/cm ³)	500
Peso del Picnómetro (g)	149.3
Peso de la Muestra Seca (g)	487
Peso del Picnómetro + Agua + Muestra (g)	954.4
Peso de la Muestra Saturada con Superficie Seca (g)	500
Peso del Picnómetro + Agua (g)	647.3
Peso de la Muestra Sumergida (g)	307.1
Peso del Agua Desplazada (g)	179.9
Peso del Agua Absorbida (g)	13
Peso Específico (g/cm ³)	2.71
Capacidad de Absorción	2.67%

Extraído de Anexo - Informe técnico N°420-2022 (Ensayos de granulometría, peso unitario suelto y compactado, peso y/o gravedad específica, diseño de mezcla, entre otros).



G. Contenido de humedad del agregado grueso MTC E 215 - 2016

Tabla 16 — Contenido de humedad del agregado grueso

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO			
ENSAYO	1	2	3
Cápsula N°	1	2	3
Peso agregado húmedo + recipiente (g)	2502.00	2444.00	2457.00
Peso agregado seco + recipiente (g)	2496.00	2439.00	2452.00
Peso del agua (g)	6.00	5.00	5.00
Peso del recipiente (g)	0.00	0.00	0.00
Peso neto del suelo seco (g)	2496.00	2439.00	2452.00
% de Humedad	0.24	0.21	0.20
w (%) Promedio =	0.22		

Extraído de Anexo - Informe técnico N°420-2022 (Ensayos de granulometría, peso unitario suelto y compactado, peso y/o gravedad específica, diseño de mezcla, entre otros).

Nota: El contenido de humedad del agregado grueso se determinó de una muestra alterada.

H. Contenido de humedad del agregado fino MTC E 215 - 2016

Tabla 17 — Contenido de humedad del agregado fino

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO			
ENSAYO	1	2	3
Cápsula N°	1	2	3
Peso agregado húmedo + recipiente (g)	1000.00	600.00	636.00
Peso agregado seco + recipiente (g)	983.00	591.00	627.00
Peso del agua (g)	17.00	9.00	9.00
Peso del recipiente (g)	0.00	0.00	0.00
Peso neto del suelo seco (g)	983.00	591.00	627.00
% de Humedad	1.73	1.52	1.44
w (%) Promedio =	1.56		

Extraído de Anexo - Informe técnico N°420-2022 (Ensayos de granulometría, peso unitario suelto y compactado, peso y/o gravedad específica, diseño de mezcla, entre otros).

Nota: El contenido de humedad del agregado fino se determinó de una muestra alterada.

I. Cantidad de material fino que pasa el tamiz N° 200 del agregado grueso MTC E 202 – 2016

Tabla 18 — Porcentaje de fino que pasa el tamiz N° 200 del agregado grueso

% DE FINO QUE PASA EL TAMIZ N° 200 DEL AGREGADO GRUESO	
ENSAYO	1
Cápsula N°	1
Peso de la muestra seca antes de lavado (g)	2490.00
Peso de la muestra seca después de lavado (g)	2488.00
Material que pasa el tamiz N° 200 (g)	2.00
Peso del recipiente (g)	0.00
% de material fino que pasa el tamiz N° 200	0.08%
w (%) Promedio =	0.08%

Extraído de Anexo - Informe técnico N°420-2022 (Ensayos de granulometría, peso unitario suelto y compactado, peso y/o gravedad específica, diseño de mezcla, entre otros).

Nota: El porcentaje que pasa el tamiz N° 200 del agregado grueso se determinó de una muestra alterada.

J. Cantidad de material fino que pasa el tamiz N° 200 del agregado fino MTC E 202 – 2016

Tabla 19 — Porcentaje de fino que pasa el tamiz N° 200 del agregado fino

% DE FINO QUE PASA EL TAMIZ N° 200 DEL AGREGADO FINO	
ENSAYO	1
Cápsula N°	1
Peso de la muestra seca antes de lavado (g)	983.00
Peso de la muestra seca después de lavado (g)	872.00
Material que pasa el tamiz N° 200 (g)	111.00
Peso del recipiente (g)	0.00
% de material fino que pasa el tamiz N° 200	11.29%
w (%) Promedio =	11.29%

Extraído de Anexo - Informe técnico N°420-2022 (Ensayos de granulometría, peso unitario suelto y compactado, peso y/o gravedad específica, diseño de mezcla, entre otros).

Nota: El porcentaje que pasa el tamiz N° 200 del agregado grueso se determinó de una muestra alterada.



K. Abrasión los ángeles al desgaste del material grueso de cantera MTC E 207 - 2016

Tabla 20 — Abrasión los ángeles al desgaste

ABRACION LOS ANGELES AL DESGASTE	
Datos del ensayo	Muestra 1
Gradacion	A
Número de esferas	12
Peso que pasa tamiz 1 1/2" y retenido en 1" (g)	1250.00
Peso que pasa tamiz 1" y retenido en 3/4" (g)	1252.00
Peso que pasa tamiz 3/4" y retenido en 1/2" (g)	1251.00
Peso que pasa tamiz 1/2" y retenido en 3/8" (g)	1250.00
Peso que pasa tamiz 3/8" y retenido en 1/4"	0.00
Peso que pasa tamiz 1/4" y retenido en N° 4" (g)	0.00
Peso total inicial (g)	5003.00
Peso despues del ensayo tamizado por la malla N° 12 (g)	3498.00
Peso total de desgaste (g)	1505.00
Desgaste (%)	30.08%

Extraído de Anexo - Informe técnico N°420-2022 (Ensayos de granulometría, peso unitario suelto y compactado, peso y/o gravedad específica, diseño de mezcla, entre otros).

Nota: El valor al desgaste de las partículas gruesas que conforman al material de cantera es igual a 30.08%.

5.1.2 Propiedades físicas del concreto poroso permeable

5.1.2.1 Medición de temperatura, medición de asentamiento, ensayo de peso unitario del concreto fresco y medición de contenido de aire

A. Propiedades físicas del concreto patrón poroso

Tabla 21 — Propiedades físicas del concreto patrón poroso

CONCRETO PATRON POROSO			
MEDICION DE TEMPERATURA			
PRUEBAS N°	PRUEBA 01	PRUEBA 02	PRUEBA 03
TEMPERATURA (°C)	29.2	28.5	27.3
MEDICION DE ASENTAMIENTO			
PRUEBAS N°	PRUEBA 01	PRUEBA 02	PRUEBA 03
ASENTAMIENTO (in)	0.18	0.15	0.19
PROMEDIO ASENTAMIENTO (in)	0.17		
ENSAYO DE PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO			
PRUEBAS N°	PRUEBA 01	PRUEBA 02	PRUEBA 03
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	9438.95	9438.95	9438.95
PESO DEL MOLDE (g)	4810	4810	4810
PESO DEL MOLDE + MUESTRA (g)	23152	23155	23150
PESO UNITARIO (g/cm ³)	1.94	1.94	1.94
PROMEDIO PESO UNITARIO (g/cm ³)	1.94		
MEDICION DE CONTENIDO DE AIRE			
PRUEBAS N°	PRUEBA 01	PRUEBA 02	PRUEBA 03
CONTENIDO DE AIRE	11%	12%	12%

Extraído de Anexo - Informe técnico N°420-2022 (Ensayos de granulometría, peso unitario suelto y compactado, peso y/o gravedad específica, diseño de mezcla, entre otros).

En cuanto al resultado del diseño de concreto patrón poroso, esta mezcla de patrón no contendrá ningún material adicional. Utilizándose las normas ASTM, siendo uno de los estándares más reconocidos a nivel mundial, basándose de normas, guías y parámetros muy valiosos para el control de



calidad de los respectivos ensayos. Se obtuvo como resultado para la medición de temperatura en grados centígrados de la prueba N°01 (29.2°C), prueba N°02 (28.5°C) y prueba N°03 (27.3°C); alcanzando una medición de asentamiento en pulgadas, se tiene un promedio de la prueba N°01, prueba N°02 y prueba N°03 (0.17 pulgadas); en el ensayo de peso unitario del concreto fresco en gramos por centímetros cúbicos de la prueba N°01, prueba N°02 y prueba N°03 se logra un promedio de (1.94 g/cm³); finalmente en el ensayo de la medición de contenido de aire dio como resultado en la prueba N°01 (11%), prueba N°02 (12%) y prueba N°03 (12%).

B. Propiedades físicas del concreto poroso +1% de plastómeros

Tabla 22 — Propiedades físicas del concreto poroso +1% de plastómeros

CONCRETO POROSO +1% PLASTÓMEROS			
MEDICIÓN DE TEMPERATURA			
PRUEBAS N°	PRUEBA 01	PRUEBA 02	PRUEBA 03
TEMPERATURA (°C)	30.1	29.8	31.5
MEDICION DE ASENTAMIENTO			
PRUEBAS N°	PRUEBA 01	PRUEBA 02	PRUEBA 03
ASENTAMIENTO (in)	0.09	0.12	0.17
PROMEDIO ASENTAMIENTO (in)	0.13		
ENSAYO DE PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO			
PRUEBAS N°	PRUEBA 01	PRUEBA 02	PRUEBA 03
VOLUMEN DEL MOLDE cm ³	9438.95	9438.95	9438.95
PESO DEL MOLDE g	4810	4810	4810
PESO DEL MOLDE + MUESTRA g	23382	23477	23404
PESO UNITARIO gr/cm ³	1.97	1.98	1.97
PROMEDIO PESO UNITARIO (gr/cm ³)	1.97		
MEDICIÓN DE CONTENIDO DE AIRE			
PRUEBAS N°	PRUEBA 01	PRUEBA 02	PRUEBA 03
CONTENIDO DE AIRE	11%	11%	12%

Extraído de Anexo - Informe técnico N°420-2022 (Ensayos de granulometría, peso unitario suelto y compactado, peso y/o gravedad específica, diseño de mezcla, entre otros).



En cuanto al resultado del diseño del concreto poroso con la incorporación +1% de plastómeros considerando como material adicional las piezas de plastómeros de 2.5 mm de ancho por 30 mm de largo. Utilizándose las normas ASTM, siendo uno de los estándares más reconocidos a nivel mundial, basándose de normas, guías y parámetros muy valiosos para el control de calidad de los respectivos ensayos. Se logró tener como resultado para la medición de la temperatura en grados centígrados de la prueba N°01 (30.1°C), prueba N°02 (29.8°C) y prueba N°03 (31.5°C); obteniendo un promedio de la medición de asentamiento en pulgadas de la prueba N°01, prueba N°02 y prueba N°03 (0.13 pulgadas); en el ensayo de peso unitario del concreto fresco en gramos por centímetros cúbicos de la prueba N°01, prueba N°02 y prueba N°03 se logra un promedio de (1.97 g/cm³); por último en el ensayo de la medición de contenido de aire dio como resultado en la prueba N°01 (11%), prueba N°02 (11%) y prueba N°03 (12%).

C. Propiedades físicas del concreto poroso +1.5% de plastómeros

Tabla 23 — Propiedades físicas concreto poroso +1.5% de plastómeros

CONCRETO POROSO +1.5 % PLASTÓMEROS			
MEDICION DE TEMPERATURA			
PRUEBAS N°	PRUEBA 01	PRUEBA 02	PRUEBA 03
TEMPERATURA (°C)	31.5	30	31.9
MEDICION DE ASENTAMIENTO			
PRUEBAS N°	PRUEBA 01	PRUEBA 02	PRUEBA 03
ASENTAMIENTO (in)	0.09	0.1	0.16
PROMEDIO ASENTAMIENTO (in)	0.12		
ENSAYO DE PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO			
PRUEBAS N°	PRUEBA 01	PRUEBA 02	PRUEBA 03
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	9438.95	9438.95	9438.95
PESO DEL MOLDE (g)	4810	4810	4810
PESO DEL MOLDE + MUESTRA (g)	23608	23615	23625
PESO UNITARIO (gr/cm ³)	1.99	1.99	1.99
PROMEDIO PESO UNITARIO (gr/cm ³)	1.99		

Continua ...



...Continuación

MEDICIÓN DE CONTENIDO DE AIRE			
PRUEBAS N°	PRUEBA 01	PRUEBA 02	PRUEBA 03
CONTENIDO DE AIRE	10%	11%	11%

Extraído de Anexo - Informe técnico N°420-2022 (Ensayos de granulometría, peso unitario suelto y compactado, peso y/o gravedad específica, diseño de mezcla, entre otros).

En cuanto al resultado del diseño de concreto poroso con la incorporación +1.5% de plastómeros, se agregó como material adicional las piezas de plastómeros de 2.5 mm de ancho por 30 mm de largo. Empleando las normas ASTM, siendo uno de los estándares más reconocidos a nivel mundial, basándose de normas, guías y parámetros muy valiosos para el control de calidad de los respectivos ensayos. Teniendo como resultado para la medición de la temperatura en grados centígrados de la prueba N°01 (31.5°C) prueba N°02 (30°C) y prueba N°03 (31.9°C), Se logró tener como resultado de la medición de asentamiento un promedio en pulgadas de la prueba N°01, prueba N°02 y prueba N°03 (0.12 pulgadas); en el ensayo de peso unitario del concreto fresco en gramos por centímetros cúbicos de la prueba N°01, prueba N°02 y prueba N°03, se logra un promedio de (1.99 g/cm³); finalmente en el ensayo de la medición de contenido de aire dio resultado en la prueba N°01 (10%), prueba N°02 (11%) y prueba N°03 (11%).

D. Propiedades físicas del concreto patrón poroso +3% de plastómeros

Tabla 24 — Propiedades físicas concreto poroso +3% de plastómeros

CONCRETO POROSO +3% PLASTÓMEROS			
MEDICION DE TEMPERATURA			
PRUEBAS N°	PRUEBA 01	PRUEBA 02	PRUEBA 03
TEMPERATURA (°C)	31.6	32.5	30.9
MEDICION DE ASENTAMIENTO			
PRUEBAS N°	PRUEBA 01	PRUEBA 02	PRUEBA 03
ASENTAMIENTO (in)	0.15	0.17	0.19
PROMEDIO ASENTAMIENTO (in)	0.17		
ENSAYO DE PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO			
PRUEBAS N°	PRUEBA 01	PRUEBA 02	PRUEBA 03
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	9438.95	9438.95	9438.95
PESO DEL MOLDE (g)	4810	4810	4810
PESO DEL MOLDE + MUESTRA (g)	23599	23608	23625
PESO UNITARIO (g/cm ³)	1.99	1.99	1.99
PROMEDIO PESO UNITARIO (g/cm ³)	1.99		
MEDICION DE CONTENIDO DE AIRE			
PRUEBAS N°	PRUEBA 01	PRUEBA 02	PRUEBA 03
CONTENIDO DE AIRE	10%	11%	10%

Extraído de Anexo - Informe técnico N°420-2022 (Ensayos de granulometría, peso unitario suelto y compactado, peso y/o gravedad específica, diseño de mezcla, entre otros).

En cuanto al resultado del diseño del concreto poroso con la incorporación +3% de plastómeros considerando como material adicional las piezas de plastómeros de 2.5 mm de ancho por 30 mm de largo. Utilizándose las normas ASTM, siendo uno de los estándares más reconocidos a nivel mundial, basándose de normas, guías y parámetros muy valiosos para el control de calidad de los respectivos ensayos. Se logró tener como resultado para la medición de la temperatura en grados centígrados de la prueba N°01 (31.6°C), prueba N°02 (32.5°C) y prueba N°03 (30.9°C); obteniendo un promedio de la medición de asentamiento en pulgadas de la prueba N°01, prueba N°02 y prueba N°03 (0.17 pulgadas); en el ensayo de peso unitario del concreto fresco en gramos por centímetros cúbicos de



la prueba N°01, prueba N°02 y prueba N°03 se logra un promedio de (1.99 g/cm³); por último en el ensayo de la medición de contenido de aire dio como resultado en la prueba N°01 (10%), prueba N°02 (11%) y prueba N°03 (10%).

5.1.3 Propiedades mecánicas del concreto poroso permeable

A. Resistencia de roturas a compresión axial (Resistencia a la compresión de probetas de concreto - NTP 339-034/ASTM C39M)

- Resistencia a los 7 días
- Resistencia a los 14 días
- Resistencia a los 28 días

Tabla 25 — Resistencia de roturas a compresión axial concreto poroso patrón

Nº	ELEMENTO ESTRUCTURAL	MEDIDAS (cm)		FECHA		EDAD (DIAS)	DIAL CARG (kg-f)	AREA (cm ²)	RESIS. ALCANZADA (Kg/cm ³)	RESIS. DE DISEÑO (Kg/cm ²)	RESIS TENCIA (%)	TIPO DE FALLA
		H	D	MOLDEO	ROTURA							
1	CONCRETO POROSO PATRON PQ-1	30	15.05	30/09/2022	07/10/2022	7	17587	177.89	98.86	175	56.49	CORTE
2	CONCRETO POROSO PATRON PQ-2	30	15.1	30/09/2022	07/10/2022	7	17138	179.07	95.7	175	54.69	CONO
3	CONCRETO POROSO PATRON PQ-3	30	15.05	30/09/2022	14/10/2022	14	25230	177.89	141.83	175	81.05	CORTE
4	CONCRETO POROSO PATRON PQ-4	30	15.15	30/09/2022	14/10/2022	14	26074	180.26	144.65	175	82.65	CONO
5	CONCRETO POROSO PATRON PQ-5	30	15.1	30/09/2022	28/10/2022	28	31785	179.07	177.5	175	101.43	CORTE
6	CONCRETO POROSO PATRON PQ-6	30	15.05	30/09/2022	28/10/2022	28	32825	177.89	184.52	175	105.44	CORTE

Extraído de Anexo - Informe técnico N°396-2022 (Resultado de rotura de probetas, vigas y ensayo de permeabilidad).

Se desarrolló el diseño del concreto poroso patrón con una resistencia de diseño de 175 Kg/cm², en el cual se obtuvo los siguientes resultados: A la edad de 7 días el concreto poroso patrón PQ-1 logró una resistencia de 56.49% - tipo de falla



corte, en el concreto poroso patrón PQ-2 se tuvo una resistencia de 54.69% - tipo de falla cono, del mismo modo a la edad de 14 días en el concreto poroso patrón PQ-3 logró una resistencia de 81.05% - tipo de falla corte, en el concreto poroso patrón PQ-4 alcanzó una resistencia de 82.65% - tipo de falla cono, finalmente a la edad de 28 días el concreto poroso patrón PQ-5 obtuvo una resistencia de 101.43% - tipo de falla corte y en el concreto poroso patrón PQ-6 logró una resistencia de 105.44% - tipo de falla corte. Todo lo mencionado líneas arriba se siguió de acuerdo a los parámetros contenidos en la norma NTP 339-034/ASTM C39M (Resistencia a la compresión de probetas de concreto).

Tabla 26 — Resistencia de roturas a compresión axial concreto poroso +1% de plastómeros

N°	ELEMENTO ESTRUCTURAL	MEDIDAS (cm)		FECHA		EDAD (DÍAS)	DIAL CARG (Kg-f)	AREA (cm ²)	RESIS. ALCANZADA (Kg/cm ²)	RESIS. DE DISEÑO (Kg/cm ²)	RESIS TENCIA (%)	TIPO DE FALLA
		H	D	MOLDEO	ROTURA							
1	CONCRETO POROSO + 1% PLASTÓMERO S AQ-1	30	15	30/09/2022	07/10/2022	7	15752	181.5	86.81	175	49.61	CORTE
2	CONCRETO POROSO + 1% PLASTÓMERO S AQ-2	30	15	30/09/2022	07/10/2022	7	16914	181.5	93.21	175	53.27	CONO
3	CONCRETO POROSO + 1% PLASTÓMERO S AQ-3	30	15	30/09/2022	14/10/2022	14	24297	176.7	137.5	175	78.57	CORTE
4	CONCRETO POROSO + 1% PLASTÓMERO S AQ-4	30	15	30/09/2022	14/10/2022	14	24880	181.5	137.12	175	78.35	CONO
5	CONCRETO POROSO + 1% PLASTÓMERO S AQ-5	30	15	30/09/2022	28/10/2022	28	29468	181.5	162.4	175	92.8	CORTE
6	CONCRETO POROSO + 1% PLASTÓMERO S AQ-6	30	15	30/09/2022	28/10/2022	28	29315	180.3	162.63	175	92.93	CORTE

Extraído de Anexo - Informe técnico N°396-2022 (Resultado de rotura de probetas, vigas y ensayo de permeabilidad).

Se desarrolló el diseño del concreto poroso incorporando +1% de plastómeros con una resistencia de diseño de 175 Kg/cm², en el cual se obtuvo los siguientes resultados: A la edad de 7 días el concreto poroso +1% de plastómeros AQ-1 logró



una resistencia de 49.61% - tipo de falla corte, en el concreto poroso +1% de plastómeros AQ-2 tuvo una resistencia de 53.27% - tipo de falla cono, del mismo modo a la edad de 14 días en el concreto poroso +1% de plastómeros AQ-3 logró una resistencia de 78.57% - tipo de falla corte, en el concreto poroso +1% de plastómeros AQ-4 alcanzó una resistencia de 78.35% - tipo de falla cono, finalmente a la edad de 28 días el concreto poroso +1% de plastómeros AQ-5 obtuvo una resistencia de 92.80% - tipo de falla corte y en el concreto poroso +1% de plastómeros AQ-6 logró una resistencia de 92.93% - tipo de falla corte. Todo lo mencionado líneas arriba se siguió de acuerdo a los parámetros contenidos en la norma NTP 339-034/ASTM C39M (Resistencia a la compresión de probetas de concreto).

Tabla 27 — Resistencia de roturas a compresión axial del concreto poroso +1.5% de plastómeros

Nº	ELEMENTO ESTRUCTURAL	MEDIDAS (cm)		FECHA		EDAD (DÍAS)	DIAL CARG (kg-f)	AREA (cm ²)	RESIS. ALCANZADA (Kg/cm ²)	RESIS. DE DISEÑO (Kg/cm ²)	RESISTENCIA (%)	TIPO DE FALLA
		H	D	MOLDEO	ROTURA							
1	CONCRETO POROSO + 1.5% PLASTÓMEROS BQ-1	30	15	30/09/2022	07/10/2022	7	25933	179.07	144.82	175	82.75	CORTE
2	CONCRETO POROSO + 1.5% PLASTÓMEROS BQ-2	30	15	30/09/2022	07/10/2022	7	27193	181.45	149.86	175	85.64	CONO
3	CONCRETO POROSO + 1.5% PLASTÓMEROS BQ-3	30	15	30/09/2022	14/10/2022	14	34559	179.07	192.99	175	110.28	CORTE
4	CONCRETO POROSO + 1.5% PLASTÓMEROS BQ-4	30	15	30/09/2022	14/10/2022	14	35372	180.26	196.23	175	112.13	CONO
5	CONCRETO POROSO + 1.5% PLASTÓMEROS BQ-5	30	15	30/09/2022	28/10/2022	28	35663	177.89	200.48	175	114.56	CORTE
6	CONCRETO POROSO + 1.5% PLASTÓMEROS BQ-6	30	15	30/09/2022	28/10/2022	28	35760	176.95	202.1	175	115.48	CORTE

Extraído de Anexo - Informe técnico N°396-2022 (Resultado de rotura de probetas, vigas y ensayo de permeabilidad).

Se desarrolló el diseño del concreto poroso incorporando +1.5% de plastómeros con una resistencia de diseño de 175 Kg/cm², en el cual se obtuvo los siguientes resultados: A la edad de 7 días el concreto poroso +1.5% de plastómeros BQ-1 logró una resistencia de 82.75% - tipo de falla corte, en el concreto poroso +1.5%

de plastómeros BQ-2 tuvo una resistencia de 85.64% - tipo de falla cono, del mismo modo a la edad de 14 días en el concreto poroso +1.5% de plastómeros BQ-3 logró una resistencia de 110.28% - tipo de falla corte, en el concreto poroso +1.5% de plastómeros BQ-4 alcanzó una resistencia de 112.13% - tipo de falla cono, finalmente a la edad de 28 días el concreto poroso +1.5% de plastómeros BQ-5 obtuvo una resistencia de 114.56% - tipo de falla corte y en el concreto poroso +1.5% de plastómeros BQ-6 logró una resistencia de 115.48% - tipo de falla corte. Todo lo mencionado líneas arriba se siguió de acuerdo a los parámetros contenidos en la norma NTP 339-034/ASTM C39M (Resistencia a la compresión de probetas de concreto).

Tabla 28 — Resistencia de roturas a compresión axial del concreto poroso +3% de plastómeros

Nº	ELEMENTO ESTRUCTURAL	MEDIDAS (cm)		FECHA		EDAD (DIAS)	DIAL CARG (Kg f)	AREA (cm ²)	RESIS. ALCANZADA (Kg/cm ²)	RESIS. DE DISEÑO (Kg/cm ²)	RESIS. TENCIA (%)	TIPO DE FALLA
		H	D	MOLDEO	ROTURA							
1	CONCRETO POROSO +3% PLASTÓMEROS CQ-1	30	15.15	30/09/2022	07/10/2022	7	14509	180.3	80.49	175	45.99	CORTE
2	CONCRETO POROSO +3% PLASTÓMEROS CQ-2	30	15.05	30/09/2022	07/10/2022	7	15274	177.9	85.86	175	49.06	CONO
3	CONCRETO POROSO +3% PLASTÓMEROS CQ-3	30	15.15	30/09/2022	14/10/2022	14	23850	180.3	132.31	175	75.6	CORTE
4	CONCRETO POROSO +3% PLASTÓMEROS CQ-4	30	15.20	30/09/2022	14/10/2022	14	24140	181.5	133.04	175	76.02	CONO
5	CONCRETO POROSO +3% PLASTÓMEROS CQ-5	30	15.30	30/09/2022	28/10/2022	28	28184	183.9	153.3	175	87.6	CORTE
6	CONCRETO POROSO +3% PLASTÓMEROS CQ-6	30	15.25	30/09/2022	28/10/2022	28	28488	182.7	155.97	175	89.13	CORTE

Extraído de Anexo - Informe técnico N°396-2022 resultado de rotura de probetas, vigas y ensayo de permeabilidad

Se desarrolló el diseño del concreto poroso incorporando +3% de plastómeros con una resistencia de diseño de 175 Kg/cm², en el cual se obtuvo los siguientes resultados: A la edad de 7 días el concreto poroso +3% de plastómeros CQ-1 logró una resistencia de 45.99% - tipo de falla corte, en el concreto poroso +3% de

plastómeros CQ-2 tuvo una resistencia de 49.06% - tipo de falla cono, del mismo modo a la edad de 14 días en el concreto poroso +3% de plastómeros CQ-3 logró una resistencia de 75.60% - tipo de falla corte, en el concreto poroso +3% de plastómeros CQ-4 alcanzó una resistencia de 76.02% - tipo de falla cono, finalmente a la edad de 28 días el concreto poroso +3% de plastómeros CQ-5 obtuvo una resistencia de 87.60% - tipo de falla corte y en el concreto poroso +3% de plastómeros CQ-6 logró una resistencia de 89.13% - tipo de falla corte. Todo lo mencionado líneas arriba se siguió de acuerdo a los parámetros contenidos en la norma NTP 339-034/ASTM C39M (Resistencia a la compresión de probetas de concreto).

B. Resistencia a la flexión de vigas de concreto con cargas a los tercios del tramo NTP 339.078/ ASTM C78 / AASHTO T97

- Resistencia a la flexión a los 7 días.
- Resistencia a la flexión a los 14 días.
- Resistencia a la flexión a los 28 días.

Tabla 29 — Resistencia a la flexión del concreto poroso patrón

Nº	Descripción del Elemento	MEDIDAS (cm)			D.A.º	FECHA		EDAD (DIAS)	DIAL CARG (Kg-f)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	DISEÑO (Kg/cm ²)	RESISTENCIA (%)	LUGAR DE FALLA
		II	A	I.		MOLDEO	ROTURA						
1	CONCRETO POROSO PATRON PV-1	15.20	15.00	54.30	4.65	30/09/2022	07/10/2022	7	2362	31.08	175	17.8	TERCIO MEDIO
2	CONCRETO POROSO PATRON PV-2	15.00	15.20	54.40	4.70	30/09/2022	07/10/2022	7	2484	32.25	175	18.4	TERCIO MEDIO
3	CONCRETO POROSO PATRON PV-3	15.00	15.20	55.00	5.00	30/09/2022	14/10/2022	14	2542	33.01	175	18.9	TERCIO MEDIO
4	CONCRETO POROSO PATRON PV-4	15.50	15.50	54.10	4.55	30/09/2022	14/10/2022	14	2854	34.49	175	19.7	TERCIO MEDIO
5	CONCRETO POROSO PATRON PV-5	15.00	15.10	53.40	4.20	30/09/2022	28/10/2022	28	3118	41.02	175	23.4	TERCIO MEDIO
6	CONCRETO POROSO PATRON PV-6	15.40	15.30	53.20	4.10	30/09/2022	28/10/2022	28	2912	36.35	175	20.8	TERCIO MEDIO

Extraído de Anexo - Informe técnico N°396-2022 (Resultado de rotura de probetas, vigas y ensayo de permeabilidad).



Se desarrolló el diseño del concreto poroso patrón con una resistencia de diseño de 175 Kg/cm² las cuales fueron sometidos al ensayo de resistencia a la flexión de vigas de concreto con cargas a los tercios del tramo según la norma NTP 339.078 / ASTM C78 / AASHTO T97, en el cual se obtuvo los siguientes resultados: A la edad de 7 días la viga de concreto poroso patrón PV-1 logró una resistencia de 17.8% - lugar de falla al tercio medio, en la viga de concreto poroso patrón PV-2 se tuvo una resistencia de 18.4% - lugar de falla al tercio medio, del mismo modo a la edad de 14 días en el concreto poroso patrón PV-3 logró una resistencia de 18.4% - lugar de falla al tercio medio, en el concreto poroso patrón PV-4 alcanzó una resistencia de 19.7% - lugar de falla al tercio medio, finalmente a la edad de 28 días el concreto poroso patrón PV-5 obtuvo una resistencia de 23.4% - lugar de falla al tercio medio y en el concreto poroso patrón PV-6 logró una resistencia de 20.8% - lugar de falla al tercio medio.

Tabla 30 — Resistencia a la flexión del concreto poroso +1% de plastómeros

Nº	Descripción del Elemento	MEDIDAS (cm)			D.A. *	FECHA		EDAD (DIAS)	DIAL CARG (Kg-l)	ESFUER ZO (Kg/cm ²)	DISEÑO (Kg/cm ²)	RESIS TENCIA (%)	LUGAR DE FALLA
		H	A	L		MOLDEO	ROTURA						
1	CONCRETO POROSO + 1% PLASTÓMEROS AV-1	15.20	15.00	55.10	5.1	30/09/2022	07/10/2022	7	2263	29.78	175	17	TERCIO MEDIO
2	CONCRETO POROSO + 1% PLASTÓMEROS AV-2	15.00	15.20	54.20	4.60	30/09/2022	07/10/2022	7	2043	26.53	175	15.2	TERCIO MEDIO
3	CONCRETO POROSO + 1% PLASTÓMEROS AV-3	15.50	15.50	54.30	4.7	30/09/2022	14/10/2022	14	2129	25.73	175	14.7	TERCIO MEDIO
4	CONCRETO POROSO + 1% PLASTÓMEROS AV-1	15.00	15.10	54.40	4.70	30/09/2022	14/10/2022	14	2174	28.6	175	16.3	TERCIO MEDIO
5	CONCRETO POROSO + 1% PLASTÓMEROS AV-5	15.40	15.30	55.00	5.00	30/09/2022	28/10/2022	28	2970	37.07	175	21.2	TERCIO MEDIO
6	CONCRETO POROSO + 1% PLASTÓMEROS AV-6	15.30	15.30	54.10	4.6	30/09/2022	28/10/2022	28	2816	35.38	175	20.2	TERCIO MEDIO

Extraído de Anexo - Informe técnico N°396-2022 (Resultado de rotura de probetas, vigas y ensayo de permeabilidad).

Se desarrolló el diseño del concreto poroso +1% de plastómeros con una resistencia de diseño de 175 Kg/cm² las cuales fueron sometidos al ensayo de resistencia a flexión de vigas de concreto con cargas a los tercios del tramo según la norma NTP 339.078 / ASTM C78 / AASHTO T97, en el cual se obtuvo los siguientes resultados: A la edad de 7 días la viga de concreto poroso +1% de plastómeros AV-1 logró una resistencia de 17% - lugar de falla al tercio medio, en la viga de concreto poroso +1% de plastómeros AV-2 tuvo una resistencia de 15.2% - lugar de falla al tercio medio, del mismo modo a la edad de 14 días en el concreto poroso +1% de plastómeros AV-3 logró una resistencia de 14.7% - lugar de falla al tercio medio, en el concreto poroso +1% de plastómeros AV-4 alcanzó una resistencia de 16.3% - lugar de falla al tercio medio, finalmente a la edad de 28 días el concreto poroso +1% de plastómeros AV-5 obtuvo una resistencia de 21.2% - lugar de falla al tercio medio y en el concreto poroso +1% de plastómeros AV-6 logró una resistencia de 20.2% - lugar de falla al tercio medio.

Tabla 31 — Resistencia a la flexión del concreto poroso +1.5% de plastómeros

Nº	Descripción del Elemento	MEDIDAS (cm)			D.A.*	FECHA		EDAD (DIAS)	DIAL CARG (Kg-f)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	DISEÑO (Kg/cm ²)	RESISTENCIA (%)	LUGAR DE FALLA
		H	A	L		MOLDEO	ROTURA						
1	CONCRETO POROSO + 1.5% PLASTÓMEROS BV-1	15.20	15.00	53.40	4.20	30/09/2022	07/10/2022	7	2465	32.43	175	18.5	TERCIO MEDIO
2	CONCRETO POROSO + 1.5% PLASTÓMEROS BV-2	15.00	15.20	53.20	4.10	30/09/2022	07/10/2022	7	2356	30.59	175	17.5	TERCIO MEDIO
3	CONCRETO POROSO + 1.5% PLASTÓMEROS BV-3	15.50	15.50	55.10	5.05	30/09/2022	14/10/2022	14	2883	34.84	175	19.9	TERCIO MEDIO
4	CONCRETO POROSO + 1.5% PLASTÓMEROS BV-4	15.00	15.10	54.20	4.60	30/09/2022	14/10/2022	14	2916	38.37	175	21.9	TERCIO MEDIO
5	CONCRETO POROSO + 1.5% PLASTÓMEROS BV-5	15.40	15.30	54.30	4.65	30/09/2022	28/10/2022	28	3509	43.8	175	25.0	TERCIO MEDIO
6	CONCRETO POROSO + 1.5% PLASTÓMEROS BV-6	15.30	15.30	54.40	4.70	30/09/2022	28/10/2022	28	3776	47.44	175	27.1	TERCIO MEDIO

Extraído de Anexo - Informe técnico N°396-2022 (Resultado de rotura de probetas, vigas y ensayo de permeabilidad).

Se desarrolló el diseño del concreto poroso +1.5% de plastómeros con una resistencia de diseño de 175 Kg/cm² las cuales fueron sometidos al ensayo de resistencia a flexión de vigas de concreto con cargas a los tercios del tramo según la norma NTP 339.078 / ASTM C78 / AASHTO T97, en el cual se obtuvo los siguientes resultados: A la edad de 7 días la viga de concreto poroso +1.5% de plastómeros BV-1 logró una resistencia de 18.5% - lugar de falla al tercio medio, en la viga de concreto poroso +1.5% de plastómeros BV-2 tuvo una resistencia de 17.5% - lugar de falla al tercio medio, del mismo modo a la edad de 14 días en el concreto poroso +1.5% de plastómeros BV-3 logró una resistencia de 19.9% - lugar de falla al tercio medio, en el concreto poroso +1.5% de plastómeros BV-4 alcanzó una resistencia de 21.9% - lugar de falla al tercio medio, finalmente a la edad de 28 días el concreto poroso +1.5% de plastómeros BV-5 obtuvo una resistencia de 25.0% - lugar de falla al tercio medio y en el concreto poroso +1.5% de plastómeros BV-6 logró una resistencia de 27.1% - lugar de falla al tercio medio.

Tabla 32 — Resistencia a la flexión del concreto poroso +3% de plastómeros

Nº	Descripción del Elemento	MEDIDAS (cm)			D.A.*	FECHA		EDAD DIAS	DIAL. CARG (Kg-f)	ESFUER ZO (Kg/cm ²)	DISEÑO (Kg/cm ²)	RESIS TENCIA (%)	LUGAR DE FALLA
		H	A	L		MOLEDO	ROTURA						
1	CONCRETO POROSO + 3% PLASTÓMEROS CV-1	15.20	15.00	55.00	5.00	30/09/2022	07/10/2022	7	1789	23.54	175	13.5	TERCIO MEDIO
2	CONCRETO POROSO + 3% PLASTÓMEROS CV-2	15.00	15.20	54.10	4.55	30/09/2022	07/10/2022	7	1539	19.98	175	11.4	TERCIO MEDIO
3	CONCRETO POROSO + 3% PLASTÓMEROS CV-3	15.50	15.5	53.4	4.2	30/09/2022	14/10/2022	14	2043	24.69	175	14.1	TERCIO MEDIO
4	CONCRETO POROSO + 3% PLASTÓMEROS CV-4	15.00	15.10	53.20	4.10	30/09/2022	14/10/2022	14	2101	27.64	175	15.8	TERCIO MEDIO
5	CONCRETO POROSO + 3% PLASTÓMEROS CV-5	15.40	15.30	55.10	5.05	30/09/2022	28/10/2022	28	3072	38.35	175	21.9	TERCIO MEDIO
6	CONCRETO POROSO + 3% PLASTÓMEROS CV-6	15.30	15.30	54.20	4.60	30/09/2022	28/10/2022	28	2971	37.33	175	21.3	TERCIO MEDIO

Extraído de Anexo - Informe técnico N°396-2022 (Resultado de rotura de probetas, vigas y ensayo de permeabilidad).



Se desarrolló el diseño del concreto poroso +3% de plastómeros con una resistencia de diseño de 175 Kg/cm² las cuales fueron sometidos al ensayo de resistencia a flexión de vigas de concreto con cargas a los tercios del tramo según la norma NTP 339.078 / ASTM C78 / AASHTO T97, en el cual se obtuvo los siguientes resultados: A la edad de 7 días la viga de concreto poroso +3% de plastómeros CV-1 logró una resistencia de 13.5% - lugar de falla al tercio medio, en la viga de concreto poroso +3% de plastómeros CV-2 tuvo una resistencia de 11.4% - lugar de falla al tercio medio, del mismo modo a la edad de 14 días en el concreto poroso +3% de plastómeros CV-3 logró una resistencia de 14.1% - lugar de falla al tercio medio, en el concreto poroso +3% de plastómeros CV-4 alcanzó una resistencia de 15.8% - lugar de falla al tercio medio, finalmente a la edad de 28 días el concreto poroso +3% de plastómeros CV-5 obtuvo una resistencia de 21.9% - lugar de falla al tercio medio y en el concreto poroso +3% de plastómeros CV-6 logró una resistencia de 21.3% - lugar de falla al tercio medio.

5.1.4 Ensayo de permeabilidad del concreto poroso (ACI 522 R-10)

$$k = \frac{L}{t} * \frac{a}{A} * \ln\left(\frac{h_1}{h_2}\right)$$

Donde :

K : Coeficiente de permeabilidad $\left(\frac{cm}{seg}\right)$

L : Longitud de la muestra (cm)

A : Area de la muestra (cm²)

a : Area de la tubería de carga (cm²)

t = Tiempo que tarda en pasar de *h*₁ hasta *h*₂

***h*₁** : Altura de agua medida de la parte superior de la muestra (cm)

***h*₂** : Altura de tubería de salida de agua (cm)

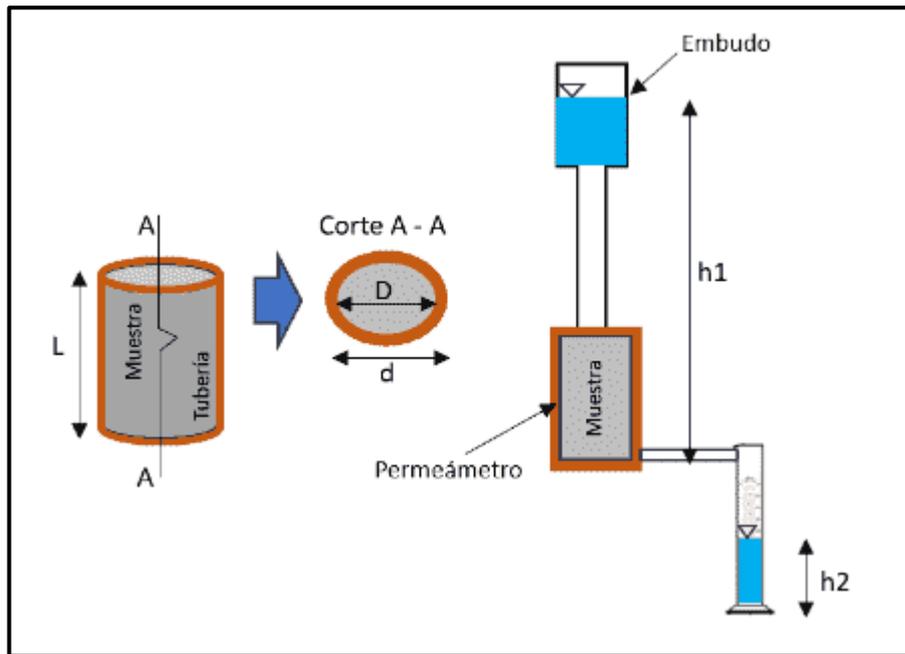


Figura 17 — Representación de la fórmula de la permeabilidad

En cuanto al resultado del estudio del concreto poroso, el coeficiente “K” se clasifica como alta permeabilidad de filtración de aguas pluviales, por consiguiente, la filtración de agua se dará de manera rápida hacia las capas inferiores. Concretamente el alto grado de permeabilidad del concreto poroso corresponde mayor al 0.001m/s de coeficiente de permeabilidad lo cual cumple con la especificación del coeficiente de permeabilidad inicial mínimo de un concreto poroso que puede ser manipulado en el método para pavimentos porosos.

Tabla 33 — Norma de permeabilidad del concreto poroso (ACI 522 R-10)

Parámetro de permeabilidad del concreto (ACI 522 R-10) 1.44 mm/s
1.44 mm/s
12 mm/s

Extraído de American concrete institute - ACI 522 R-10

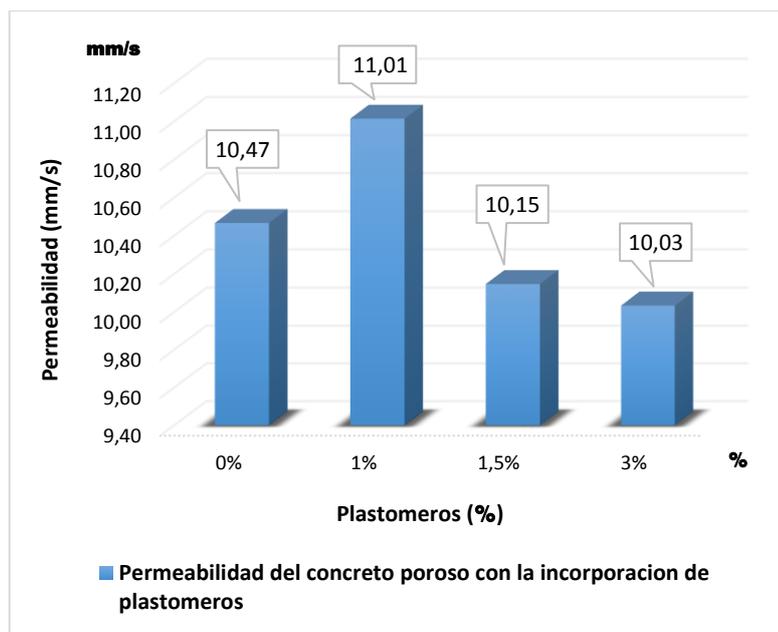


Figura 18 — Resultados de la permeabilidad con la adición de plastómeros

A. Ensayo de permeabilidad del concreto poroso patrón

Tabla 34 — Coeficiente de permeabilidad del concreto poroso patrón

COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD EN EL CONCRETO POROSO												
Diseño	Muestra	Edad (días)	(t) s	(L) cm	(D) cm	(d) cm	(A) cm ²	(a) cm ²	(h2) cm	(h1) cm	(k) cm/s	(k) mm/s
PATRÓN	PP-1	28	50	15.24	10	10.15	78.54	80.91	1	30	1.068	10.68
PATRÓN	PP-2	28	51	15.22	10	10.15	78.54	80.91	1	30	1.046	10.457
PATRÓN	PP-3	28	52	15.23	10	10.15	78.54	80.91	1	30	1.026	10.263

Extraído de Anexo - Informe técnico N°396-2022 (Resultado de rotura de probetas, vigas y ensayo de permeabilidad).

B. Ensayo de permeabilidad del concreto poroso patrón

Se logró llegar a un resultado favorable en el ensayo de permeabilidad del concreto de acuerdo a la norma ACI 522 R-10, dado que el promedio del coeficiente de permeabilidad en el concreto poroso patrón para los especímenes PP-1, PP-2 y PP-3 es de 10.47 mm/s, a la edad de 28 días, el cual se encuentra dentro del parámetro de 1.44 mm/s a 12 mm/s.



C. Ensayo de permeabilidad del concreto poroso +1% plastómeros

Tabla 35 — Coeficiente de permeabilidad del concreto poroso +1% de plastómeros

COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD EN EL CONCRETO POROSO												
Diseño	Muestra	Edad (días)	(t) s	(L) cm	(D) cm	(d) cm	(A) cm ²	(a) cm ²	(h2) cm	(h1) cm	(k) cm/s	(k) mm/s
1% PLASTOMEROS	AP-1	28	49	15.1	10	10.15	78.54	80.91	1	30	1.0798	10.798
1% PLASTOMEROS	AP-2	28	47	15.08	10	10.15	78.54	80.91	1	30	1.1243	11.243
1% PLASTOMEROS	AP-3	28	48	15.07	10	10.15	78.54	80.91	1	30	1.1001	11.001

Extraído de Anexo - Informe técnico N°396-2022 (Resultado de rotura de probetas, vigas y ensayo de permeabilidad).

Se logró llegar a un resultado favorable en el ensayo de permeabilidad del concreto de acuerdo a la norma ACI 522 R-10, dado que el coeficiente de permeabilidad en el concreto poroso +1% de plastómeros para los especímenes AP-1, AP-2 y AP-3 es de 11.01 mm/s, a la edad de 28 días, el cual se encuentra dentro del parámetro de 1.44 mm/s a 12 mm/s.

D. Ensayo de permeabilidad del concreto poroso +1.5% plastómeros

Tabla 36 — Coeficiente de permeabilidad del concreto poroso +1.5% de plastómeros

COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD EN EL CONCRETO POROSO												
Diseño	Muestra	Edad (días)	(t) s	(L) cm	(D) cm	(d) cm	(A) cm ²	(a) cm ²	(h2) cm	(h1) cm	(k) cm/s	(k) mm/s
1.5% PLASTOMEROS	BP-1	28	52	15.05	10	10.15	78.54	80.91	1	30	1.0141	10.141
1.5% PLASTOMEROS	BP-2	28	51	15.09	10	10.15	78.54	80.91	1	30	1.0368	10.368
1.5% PLASTOMEROS	BP-3	28	53	15.02	10	10.15	78.54	80.91	1	30	0.993	9.9302

Extraído de Anexo - Informe técnico N°396-2022 (Resultado de rotura de probetas, vigas y ensayo de permeabilidad).

Se logró llegar a un resultado favorable en el ensayo de permeabilidad del concreto de acuerdo a la norma ACI 522 R-10, dado que el coeficiente de permeabilidad en el concreto poroso +1.5% de plastómeros para los especímenes BP-1, BP-2 y BP-3 es de 10.15 mm/s, a la edad de 28 días, el cual se encuentra dentro del parámetro de 1.44 mm/s a 12 mm/s.



E. Ensayo de permeabilidad del concreto poroso +3% de plastómeros

Tabla 37 — Coeficiente de permeabilidad del concreto poroso +3% plastómeros

COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD EN EL CONCRETO POROSO												
Diseño	Muestra	Edad (días)	(t) s	(L) cm	(D) cm	(d) cm	(A) cm ²	(a) cm ²	(h2) cm	(h1) cm	(k) cm/s	(k) mm/s
3% PLASTOMEROS	CP-1	28	51	15	10	10.15	78.54	80.91	1	30	1.0306	10.306
3% PLASTOMEROS	CP-2	28	54	15.1	10	10.15	78.54	80.91	1	30	0.9798	9.7982
3% PLASTOMEROS	CP-3	28	53	15.12	10	10.15	78.54	80.91	1	30	0.9996	9.9963

Extraído de Informe técnico N°396-2022 (Resultado de rotura de probetas, vigas y ensayo de permeabilidad).

Se logró llegar a un resultado favorable en el ensayo de permeabilidad del concreto de acuerdo a la norma ACI 522 R-10, dado que el coeficiente de permeabilidad en el concreto poroso +3% de plastómeros para los especímenes CP-1, CP-2 y CP-3 es de 10.03 mm/s, a la edad de 28 días, el cual se encuentra dentro del parámetro de 1.44 mm/s a 12 mm/s.

5.2 Contratación de hipótesis

5.2.1 Contratación de hipótesis general

El comportamiento del concreto poroso permeable al incorporar plastómeros, en el distrito de Chalhuanca, provincia de Aymaraes – Apurímac, es óptimo porque presentó mejoras en sus características con la incorporación de 1.5% de plastómeros al concreto poroso permeable, cumpliendo con los parámetros establecidos según la norma ACI-522 R-10.

5.2.2 Contratación de hipótesis específicos

- La incorporación de plastómeros en el concreto poroso permeable, mejora el comportamiento de sus propiedades físicas (medición de temperatura, asentamiento, peso unitario del concreto fresco y contenido de aire), porque se tiene resultados óptimos del concreto poroso con incorporación de 1.5% de plastómeros, encontrándose por encima de los resultados del concreto poroso patrón, la medición de la temperatura (31.1 °C), asentamiento (0.12 pulgadas), peso unitario de concreto fresco (1.99 g/cm³), medición de contenido de aire (11%); según la norma ACI-522 R-10 cumple con la incorporación de 1.5% de plastómeros.

- La incorporación de plastómeros en el concreto poroso permeable, mejora el comportamiento de sus propiedades mecánicas (resistencia de roturas a compresión axial y resistencia de roturas a la flexión), porque se tiene resultados óptimos del concreto poroso con incorporación de 1.5% de plastómeros encontrándose por encima de los resultados del concreto patrón, la resistencia de roturas a compresión axial (resistencia a la compresión de probetas de concreto - NTP 339 -034 / ASTM C39M) y resistencia de roturas a la flexión de vigas de concreto con cargas a los tercios del tramo NTP 339.078 / ASTM C78 / AASHTO T97; cumple con la incorporación de 1.5 % de plastómeros.
- La incorporación de 1%, 1.5% y 3% de plastómeros en la proporción de mezcla del concreto poroso permeable, mejora el comportamiento de la permeabilidad, porque presentan resultados óptimos siendo sus coeficientes de permeabilidad admisibles dentro de los parámetros de 1.44 mm/s y 12 mm/s, según la norma ACI-522 R-10.

5.3 Discusiones

PILLACA (2019), respondió a sus resultados significativamente de acuerdo a la normatividad planteada en el diseño del concreto de $f'c$ 175 kg/cm² adicionando fibras plásticas para el mejoramiento de las propiedades mecánicas y tasa de infiltración. La presente investigación tomó muestras tanto de los suplementos de fibra plástica considerados como del concreto en su estado natural, concluyendo a un resultado de acuerdo a la varianza de las composiciones de fibras entre 0.4% y 0.8%; sin embargo, el esfuerzo a la compresión aumentó en un 10%, el esfuerzo a la flexión en un 5% y disminuyendo la permeabilidad en un 30%.

LLANOS (2018), respondió a sus resultados significativamente de acuerdo a la normatividad planteada a la incorporación de los porcentajes diferentes de PET 0%, 5%, 10% y 20% se obtuvieron diferentes valores de asentamiento 7.25 cm, 8.25 cm, 9 cm y 12.75 cm, alcanzando los tres primeros resultados un asentamiento de consistencia plástica y el último una consistencia líquida pudiendo ser utilizado para diferentes sistemas constructivos. Los resultados de la prueba de compresión para concreto endurecido que incorpora diferentes porcentajes de PET 0%, 5%, 10% y 20% fueron 353.44 kg/cm², 459.42 kg/cm², 387.24 kg/cm² y 285.31 kg/cm²; concluyendo que a mayor incorporación del porcentaje de plástico PET esta disminuye la resistencia a compresión.



LÉCTOR Y VILLARREAL (2017), respondieron significativamente a sus resultados según las reglas propuestas para el diseño de las mezclas de concreto de 175 kg/cm^2 y 210 kg/cm^2 mostrando un comportamiento favorable al diseño de la muestra; finalmente, mediante la determinación de las propiedades físicas y mecánicas, no se aceptó la hipótesis de diseño de la mezcla de concreto de 175 kg/cm^2 , pero se lograron asentamientos de 4", 3.5", 2" y 1.5" con la adición de PET a partir de 0%, 5%, 10% y 15%; logrando una resistencia promedio a los 28 días en construcciones mixtas de 183.15 kg/cm^2 , 143.92 kg/cm^2 , 120.42 kg/cm^2 y 94.34 kg/cm^2 para mezclas de concreto con incorporación de 0%, 5%, 10% y 15%, donde el 5% de PET redujo en un 21,42%, la incorporación de 10% de PET redujo la resistencia en un 34,25% y, finalmente, la incorporación de 15% de PET redujo la resistencia en un 48,49%.

Este estudio de investigación, "Evaluación del comportamiento del concreto poroso permeable mediante la incorporación de plastómeros en el distrito de Chalhuanca, provincia de Aymaraes - Apurímac", propone las alternativas de solución para mejorar el comportamiento del concreto poroso obteniendo los resultados de las propiedades físicas.

En cuanto al resultado del diseño del concreto poroso con la incorporación +1% de plastómeros se logró tener como resultado para la medición de la temperatura en grados centígrados de la prueba N°01 (30.1°C), prueba N°02 (29.8°C) y prueba N°03 (31.5°C); obteniendo un promedio de la medición de asentamiento en pulgadas de la prueba N°01, prueba N°02 y prueba N°03 (0.13 pulgadas); en el ensayo de peso unitario del concreto fresco en gramos por centímetros cúbicos de la prueba N°01, prueba N°02 y prueba N°03 se logra un promedio de (1.97 g/cm^3); por último en el ensayo de la medición de contenido de aire dio como resultado en la prueba N°01 (11%), prueba N°02 (11%) y prueba N°03 (12%).

En cuanto al resultado del diseño de concreto poroso con la incorporación +1.5% de plastómeros, se obtuvo como resultado de medición de la temperatura en grados centígrados de la prueba N°01 (31.5°C) prueba N°02 (30°C) y prueba N°03 (31.9°C); se logró tener como resultado de la medición de asentamiento un promedio en pulgadas de la prueba N°01, prueba N°02 y prueba N°03 (0.12 pulgadas); en el ensayo de peso unitario del concreto fresco en gramos por centímetros cúbicos de la prueba N°01, prueba N°02 y prueba N°03 se logra un promedio de (1.99 g/cm^3); finalmente en el ensayo de la medición de

contenido de aire dio resultado en la prueba N°01 (10%), prueba N°02 (11%) y prueba N°03 (11%).

En cuanto al resultado del diseño del concreto poroso con la incorporación +3% de plastómeros, se obtuvo como resultado de medición de temperatura en grados centígrados de la prueba N°01 (31.6°C), prueba N°02 (32.5°C) y prueba N°03 (30.9°C); obteniendo un promedio de la medición de asentamiento en pulgadas de la prueba N°01, prueba N°02 y prueba N°03 (0.17 pulgadas); en el ensayo de peso unitario del concreto fresco en gramos por centímetros cúbicos de la prueba N°01, prueba N°02 y prueba N°03 se logra un promedio de (1.99 g/cm³); por último en el ensayo de la medición de contenido de aire dio como resultado en la prueba N°01 (10%), prueba N°02 (11%) y prueba N°03 (10%).

Respecto a las propiedades mecánicas del concreto poroso permeable: Los resultados de resistencia de roturas a compresión axial (Resistencia a la compresión de probetas de concreto -NTP 339-034/ASTM C39M), a edades de 7,14 y 28 días. Se desarrolló el diseño del concreto poroso incorporando +1% de plastómeros con una resistencia de diseño de 175 Kg/cm², en el cual se obtuvo los siguientes resultados: A la edad de 7 días el concreto poroso +1% de plastómeros AQ-1 logró una resistencia de 86.81 Kg/cm² - tipo de falla corte, en el concreto poroso +1% de plastómeros AQ-2 tuvo una resistencia de 93.21 Kg/cm² - tipo de falla cono, del mismo modo a la edad de 14 días en el concreto poroso +1% de plastómeros AQ-3 logró una resistencia de 137.50 Kg/cm² - tipo de falla corte, en el concreto poroso +1% de plastómeros AQ-4 alcanzó una resistencia de 137.12 Kg/cm² - tipo de falla cono, finalmente a la edad de 28 días el concreto poroso +1% de plastómeros AQ-5 obtuvo una resistencia de 162.40 Kg/cm² - tipo de falla corte y en el concreto poroso +1% de plastómeros AQ-6 logró una resistencia de 162.63 Kg/cm² - tipo de falla corte.

Se desarrolló el diseño del concreto poroso incorporando +1.5% de plastómeros con una resistencia de diseño de 175 Kg/cm², en el cual se obtuvo los siguientes resultados: A la edad de 7 días el concreto poroso +1.5% de plastómeros BQ-1 logró una resistencia de 144.82 Kg/cm² - tipo de falla corte, en el concreto poroso +1.5% de plastómeros BQ-2 tuvo una resistencia de 149.86 Kg/cm² - tipo de falla cono, del mismo modo a la edad de 14 días en el concreto poroso +1.5% de plastómeros BQ-3 logró una resistencia de 192.99 Kg/cm² - tipo de falla corte, en el concreto poroso +1.5% de plastómeros BQ-4 alcanzó una resistencia de 196.23 Kg/cm² - tipo de falla cono, finalmente a la edad de 28 días el concreto poroso +1.5% de plastómeros BQ-5 obtuvo una resistencia de 200.48 Kg/cm² - tipo de falla



corte y en el concreto poroso +1.5% de plastómeros BQ-6 logró una resistencia de 202.10 Kg/cm² - tipo de falla corte.

Se desarrolló el diseño del concreto poroso incorporando +3% de plastómeros con una resistencia de diseño de 175 Kg/cm², en el cual se obtuvo los siguientes resultados: A la edad de 7 días el concreto poroso +3% de plastómeros CQ-1 logró una resistencia de 80.49 Kg/cm² - tipo de falla corte, en el concreto poroso +3% de plastómeros CQ-2 tuvo una resistencia de 85.86 Kg/cm² - tipo de falla cono, del mismo modo a la edad de 14 días en el concreto poroso +3% de plastómeros CQ-3 logró una resistencia de 132.31 Kg/cm² - tipo de falla corte, en el concreto poroso +3% de plastómeros CQ-4 alcanzó una resistencia de 133.04 Kg/cm² - tipo de falla cono, finalmente a la edad de 28 días el concreto poroso +3% de plastómeros CQ-5 obtuvo una resistencia de 153.30 Kg/cm² - tipo de falla corte y en el concreto poroso +3% de plastómeros CQ-6 logró una resistencia de 155.97 Kg/cm².

Los resultados de resistencia a la flexión de vigas de concreto con cargas a los tercios del tramo (NTP 339.078/ ASTM C78 / AASHTO T97), a edades de 7, 14 y 28 días. Se desarrollaron para el diseño del concreto poroso +1% de plastómeros con una resistencia de diseño de 175 Kg/cm² las cuales fueron sometidos al ensayo de resistencia a la flexión en el cual se obtuvo los siguientes resultados: A la edad de 7 días la viga de concreto poroso +1% de plastómeros AV-1 logró una resistencia de 29.78 Kg/cm² - lugar de falla al tercio medio, en la viga de concreto poroso +1% de plastómeros AV-2 tuvo una resistencia de 26.53 Kg/cm² - lugar de falla al tercio medio, del mismo modo a la edad de 14 días en el concreto poroso +1% de plastómeros AV-3 logró una resistencia de 25.73 Kg/cm² - lugar de falla al tercio medio, en el concreto poroso +1% de plastómeros AV-4 alcanzó una resistencia de 28.60 Kg/cm² - lugar de falla al tercio medio, finalmente a la edad de 28 días el concreto poroso +1% de plastómeros AV-5 obtuvo una resistencia de 37.07 Kg/cm² - lugar de falla al tercio medio y en el concreto poroso +1% de plastómeros AV-6 logró una resistencia de 35.38 Kg/cm² - lugar de falla al tercio medio.

Se desarrolló el diseño del concreto poroso +1.5% de plastómeros con una resistencia de diseño de 175 Kg/cm² las cuales fueron sometidos al ensayo de resistencia a la flexión en el cual se obtuvo los siguientes resultados: A la edad de 7 días la viga de concreto poroso +1.5% de plastómeros BV-1 logró una resistencia de 32.43 Kg/cm² - lugar de falla al tercio medio, en la viga de concreto poroso +1.5% de plastómeros BV-2 tuvo una resistencia de 30.59 Kg/cm² - lugar de falla al tercio medio, del mismo modo a la edad de 14 días en el



concreto poroso +1.5% de plastómeros BV-3 logró una resistencia de 34.84 Kg/cm² - lugar de falla al tercio medio, en el concreto poroso +1.5% de plastómeros BV-4 alcanzó una resistencia de 38.37 Kg/cm² - lugar de falla al tercio medio, finalmente a la edad de 28 días el concreto poroso +1.5% de plastómeros BV-5 obtuvo una resistencia de 43.80 Kg/cm² - lugar de falla al tercio medio y en el concreto poroso +1.5% de plastómeros BV-6 logró una resistencia de 47.44 Kg/cm² - lugar de falla al tercio medio.

Se desarrolló el diseño del concreto poroso +3% de plastómeros con una resistencia de diseño de 175 Kg/cm² las cuales fueron sometidos al ensayo de resistencia a la flexión en el cual se obtuvo los siguientes resultados: A la edad de 7 días la viga de concreto poroso +3% de plastómeros CV-1 logró una resistencia de 23.54 Kg/cm² - lugar de falla al tercio medio, en la viga de concreto poroso +3% de plastómeros CV-2 tuvo una resistencia de 19.98 Kg/cm² - lugar de falla al tercio medio, del mismo modo a la edad de 14 días en el concreto poroso +3% de plastómeros CV-3 logró una resistencia de 24.69 Kg/cm² - lugar de falla al tercio medio, en el concreto poroso +3% de plastómeros CV-4 alcanzó una resistencia de 27.64 Kg/cm² - lugar de falla al tercio medio, finalmente a la edad de 28 días el concreto poroso +3% de plastómeros CV-5 obtuvo una resistencia de 38.35 Kg/cm² - lugar de falla al tercio medio y en el concreto poroso +3% de plastómeros CV-6 logró una resistencia de 37.33 Kg/cm² - lugar de falla al tercio medio.

Se logró obtener resultados favorables en el ensayo de permeabilidad de la proporción de mezcla del concreto poroso con la incorporación de 1%, 1.5% y 3% de plastómeros, de acuerdo a la norma ACI 522 R-10, dado que los coeficientes de permeabilidad en el concreto poroso +1% de plastómeros de los especímenes fueron AP-1 (10.79 mm/s), AP-2 (11.24 mm/s) y AP-3 (11 mm/s). Así mismo los coeficientes de permeabilidad en el concreto poroso +1.5% de plastómeros para los especímenes fueron BP-1 (10.14 mm/s), BP-2 (10.37 mm/s) y BP-3 (9.93 mm/s). Finalmente, los coeficientes de permeabilidad en el concreto poroso +3% de plastómeros para los especímenes fueron CP-1 (10.30 mm/s), CP-2 (9.79 mm/s) y CP-3 (9.99 mm/s), dichos especímenes fueron ensayados a la edad de 28 días los cuales según la norma ACI 522 R-10 se encuentran dentro del parámetro entre 1.44 mm/s y 12 mm/s.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- En esta tesis se determinó el comportamiento positivo del concreto poroso permeable mediante la incorporación de plastómeros en el distrito de Chalhuanca, provincia de Aymaraes – Apurímac, ya que al incorporar 1.5% de plastómeros al concreto poroso permeable, presentó mejoras en sus propiedades y características, cumpliendo con los parámetros establecidos según la norma ACI-522 R-10, así como también, aporta a la descontaminación del medio ambiente.
- Se determinó el comportamiento positivo de las propiedades físicas (medición de temperatura, asentamiento, peso unitario del concreto fresco y contenido de aire), del concreto poroso permeable con la incorporación de plastómeros, en el distrito de Chalhuanca, provincia de Aymaraes – Apurímac, ya que los resultados obtenidos son óptimos según la norma ACI-522 R-10 al incorporar 1.5% de plastómeros encontrándose valores superiores a los resultados del concreto poroso patrón, teniendo así la medición de la temperatura (31.1 °C), asentamiento (0.12 pulgadas), peso unitario de concreto fresco (1.99 g/cm³) y medición de contenido de aire (11%).
- Se determinó el comportamiento positivo de las propiedades mecánicas, (*resistencia de roturas a compresión axial y resistencia de roturas a la flexión*) del concreto poroso permeable con la incorporación de plastómeros en el distrito de Chalhuanca, provincia de Aymaraes – Apurímac, porque se obtuvo resultados satisfactorios según la norma NTP 339-034 / ASTM C39M (*resistencia a la compresión de probetas de concreto*), al incorporar 1.5% de plastómeros encontrándose valores superiores a los resultados del concreto patrón poroso f'c 175 kg/cm² contrastando así, las resistencias a compresión promedio a la edad de 28 días, el concreto poroso patrón alcanzó f'c 181.01 kg/cm², mientras que el concreto poroso +1.5% de plastómeros alcanzó f'c 201.29 kg/cm². Así mismo se obtuvo resultados positivos según la norma NTP 339.078 / ASTM C78 / AASHTO T97 (*resistencia de roturas a la flexión de vigas de concreto con cargas a los tercios del tramo*), al incorporar

1.5% de plastómeros encontrándose por encima de los resultados del concreto patrón poroso contrastando así, las resistencias a la flexión promedio a la edad de 28 días, el concreto poroso patrón alcanzó un esfuerzo de 38.69 kg/cm² mientras que el concreto poroso +1.5% de plastómeros alcanzó un esfuerzo de 45.62 kg/cm².

- Se determinó el comportamiento positivo de la permeabilidad, en la proporción de mezcla del concreto poroso permeable, con la incorporación de 1%, 1.5% y 3% de plastómeros en el distrito de Chalhuanca, provincia de Aymaraes – Apurímac, ya que el resultado promedio del concreto poroso patrón es de 10.47 mm/s, con incorporación de 1% de plastómeros es 11.01 mm/s, con incorporación de 1.5% de plastómeros es 10.15 mm/s y con incorporación de 3% de plastómeros es 10.03 mm/s; dichos coeficientes obtenidos se encuentran dentro del rango del parámetro de permeabilidad del concreto poroso entre (1.44 mm/s y 12 mm/s), según indica la norma ACI-522 R-10. El que presentó mayor permeabilidad fue el concreto poroso permeable con la adición de 1% de plastómeros.

6.2 Recomendaciones

- Se recomienda tomar como referencia los resultados obtenidos del concreto poroso permeable con la adición de 1.5% de plastómeros por haber superado satisfactoriamente a la adición con 1% y 3% de plastómeros respecto a los ensayos de resistencia a compresión, a la flexión y permeabilidad para la aplicación en obras de conformación de pavimentos como ciclovías, pases peatonales, capas de rodadura en parques y aceras.
- Se recomienda que en el proceso de elaboración de las briquetas y vigas ensayadas a compresión axial y flexión respectivamente, tengan una capa de cemento en ambas superficies, de esta manera se asegura una superficie plana y homogénea para evitar errores en los ensayos de compresión axial y flexión.
- Se recomienda que en el proceso de elaboración de los especímenes se utilice bajas cantidades de agregado fino para lograr un asentamiento entre 0 y 2 pulgadas para así obtener un concreto poroso permeable.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMADOR, P., SANTOS, L., & RHIS, A. (26 DE FEBRERO DE 2019).** *Análisis y estudio de materiales para suministro de agua en pavimento permeable comparado con pavimento convencional.* (S. a. Research, Ed.) *Redalyc*, 8(4). doi:<https://doi.org/10.33448/rsd-v8i4.912>
- AQUINO, Y. (2019).** *Estudio comparativo de la influencia del plástico (PET) en la resistencia a la compresión y durabilidad del concreto reciclado y concreto convencional.* Trujillo. Obtenido de <https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/13347/Aquino%20Castro%2c%20Yordy%20Jhoan.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- BLANCAS HERRERA, V. H. (2020).** *Evaluación de mezclas de concreto modificadas con PET reciclado y adición mineral; su influencia en el módulo de ruptura y en la durabilidad de pavimentos rígidos.* Obtenido de http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/handle/DGB_UMICH/3155
- CABELLO, S., CAMPUZANO, L., ESPINOZA, J., & SÁNCHEZ, C. (06 DE JUNIO DE 2015).** *Concreto poroso: Constitución, variables influyentes y protocolos para su caracterización.* *Revistas científica cumbres.* doi:10.48190/cumbres.v1n1a9
- CAMARGO, N., & HIGUERA, C. (06 DE OCTUBRE DE 2017).** *Concreto hidráulico modificado con sílice obtenida de la cascarilla de arroz.* *Ciencia e ingeniería Neogranadina*, 27(1), 91-109. doi:<http://dx.doi.org/10.18359/rcin.1907>
- CERDÁN PÉREZ, L. A. (2016).** *Comportamiento del concreto permeable, utilizando agregado de las canteras La Victoria y Roca Fuerte, aumentando diferentes porcentajes de vacíos.* Cajamarca. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/11017>
- CHAVARRY, G. (2018).** *Elaboración de concreto de alta resistencia incorporando partículas residuales del chancado de piedra de la Cantera Talambo, Chepén.* Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Lambayeque. Chiclayo: USAT. Obtenido de http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/1340/1/TL_ChavarryBoyGuido.pdf.pdf

- FERNANDEZ, R., & NAVAS, A. (21 DE SEPTIEMBRE DE 2017).** *Diseño de mezclas para evaluar su resistencia a la compresión uniaxial y su permeabilidad.* Revista infraestructura vial Digital, 13(24). doi:10.15517/IV.V13I24.1982
- FERNANDO, G. F. (2020).** *Influencia de forma, tamaño y textura de los agregados gruesos en las propiedades mecánicas del concreto.* Lima - Peru: Universidad de Ricardo Palma. Obtenido de http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/3711/CIV-T030_45802134_T%20%20%20GUILLEN%20FLORES%20LUIS%20FERNANDO.pdf?sequence=1
- GARAY, L., & QUISPE, C. (2016).** *Estudio del concreto elaborado en los vaciados de techos de vivienda en Lima y evaluación de alternativa de mejora mediante el empleo de aditivo superplastificante (reductor de agua de alto rango).* Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima PUCP. Obtenido de http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/7625/GARAY_LISANDRA_CONCRETO_VACIADOS_TECHEO_SUPERPLASTIFICANTE.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- GARCÍA, M. (2017).** *Estudio de durabilidad y de comportamiento mecánico en hormigones y materiales tratados con cemento, aplicando residuos industriales y áridos reciclados.* Universidad de Córdoba. Córdoba: UC. Obtenido de <https://helvia.uco.es/xmlui/bitstream/handle/10396/14891/2017000001612.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- GUILLERMO, Á. F. (2021).** *Aplicación de pavimentos de concreto poroso como alternativa de control de la acumulación de precipitaciones pluviales en la provincia de Huancayo en el año 2017.* Huancayo: Universidad Continental . Obtenido de https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/9778/4/IV_FIN_105_TE_Pomalaza_Guillermo_2021.pdf
- HERRERA, P. E. (2019).** *Estudio del comportamiento del concreto con adición de plástico reciclado en la ciudad de Arequipa.*
- LÉCTOR LAFITTE, M. A. (2017).** *Utilización de materiales plásticos de reciclaje como adición en la elaboración de concreto en la ciudad de nuevo Chimbote.* Chimbote.
- LIU, R., QINGHUI, S., KUNWU, X., & SHENGJIA, L. (2020).** *Influence of pore structure characteristics on the mechanical and durability behavior of pervious concrete material based on image analysis.* Revista structures and materials. doi:<https://doi.org/10.1186/s40069-020-00404-1>

- LLAMO, L., & RODRÍGUEZ, S. (2018).** *Evaluación de la eficiencia de los aditivos Sikament TM- 140 y Chemament 440 en la elaboración de concreto para zonas de clima cálido - desértico en Chiclayo - Lambayeque.* Universidad Señor de Sipán, Lambayeque. Primentel, Chiclayo: USS. Obtenido de <http://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/uss/4914/Rodriguez%20Picon%20-%20Llamo%20Fustamante.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- LLANOS, B. B. (2018).** *Trabajabilidad y resistencia a compresión del concreto con adición de plástico PET en el distrito de Ate- lima, 2018.*
- PALMA, C., ORTIZ, J., ÁVALOS, F., & CASTAÑEDA, A. (JUNIO DE 2016).** *Modificación de asfalto con elastómeros para su uso en pavimentos.* Afinidad LXXIII, 1-6.
- PÉREZ, J. E. (2019).** *Caracterización del comportamiento mecánico del concreto simple con adición de fibras poliméricas recicladas PET.* Bogotá.
- PÉREZ, J. R. (2019).** *Estudio de resistencia a la compresión del concreto $F'c = 210\text{kg/cm}^2$, con la adición de plástico reciclado (PET), en la ciudad de Tarapoto, 2018.*
- PILLACA, L. (2019).** *Análisis del concreto permeable con fibras plásticas relacionado a las propiedades de compresión y flexión para uso en pavimentos, Lima - 2019.* Lima. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/43537?show=full&locale-attribute=es>
- RAJ, L., & CHOCKALINGAM, T. (2019).** *Características de resistencia y abrasión del hormigón permeable.* Revista diseño de pavimentos y materiales viales. doi:<https://doi.org/10.1080/14680629.2019.1596828>
- RIANO, M., & AYALA, C. (2019).** *Influencia de fibras tipo PET en las características de resistencia y durabilidad del mortero de cemento hidráulico.* Bogotá. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/23897/1/Trabajo%20de%20Grado%20CRISTIAN%20AYALA%20ALEJANDRA%20RIA%20C3%B1O.PDF>
- SANDOVAL, G., GALO BARDES, I., & SCHWANTES, N. (27 DE MARZO DE 2019).** *Correlación entre permeabilidad y porosidad para hormigón permeable (PC).* (Redalyc, Ed.) DYNA, 86(209). Obtenido de <https://www.redalyc.org/jatsRepo/496/49662418018/49662418018.pdf>
- TOXEMENT. (2017).** *Concreto poroso y concreto permeable.* Obtenido de https://www.toxement.com.co/media/3812/concreto_poroso.pdf

WEISS, K. G. (2017). *Reparación y evaluación del desempeño de un innovador pavimento de hormigón permeable.* Obtenido de <https://rosap.ntl.bts.gov/view/dot/30886>

WEISS, P., KAYHANIAN, M., GULLIVER, J., & KHAZANOVICH, L. (2017). *Pavimento permeable en áreas urbanas del norte de América del Norte: Revisión de la investigación y brechas de conocimiento.* Revista internacional de ingeniería de pavimentos. doi:DOI: 10.1080 / 10298436.2017.1279482



ANEXOS



ANEXO 1. Matriz de consistencia

Tabla 38 — Matriz de consistencia

Título de tesis: “Evaluación del comportamiento del concreto poroso permeable mediante la incorporación de plastómeros en el distrito de Chalhuanca, provincia de Aymaraes – Apurímac”						
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
¿Cuál es el comportamiento del concreto poroso permeable al incorporar plastómeros, en el distrito de Chalhuanca, provincia de Aymaraes - Apurímac?	Determinar el comportamiento del concreto poroso permeable al incorporar plastómeros, en el distrito de Chalhuanca, provincia de Aymaraes – Apurímac.	El comportamiento del concreto poroso permeable mejora, al incorporar plastómeros, en el distrito de Chalhuanca, provincia de Aymaraes – Apurímac.	Variable Independiente VI Concreto Poroso Permeable	Propiedades físicas del concreto permeable	<ul style="list-style-type: none"> Medición de temperatura Medición de asentamiento Peso unitario del concreto fresco Medición de contenido de aire 	<p>Tipo de Investigación Aplicativo: Se evaluó el comportamiento del concreto con la adición de plastómeros para ensayar la resistencia de compresión axial y flexión a los días 7, 14 y 28 días. Nivel de Investigación Explicativo: Se explicó cómo influye la incorporación de plastómeros en el comportamiento del concreto poroso permeable en la resistencia a flexo-compresión en concretos f'c 175kg/cm².</p> <p>Diseño de investigación Experimental: Probar la causa manipulable Población Especímenes de concreto poroso permeable con incorporación de +1%, +1.5% y +3% de plastómeros con una resistencia a flexo-compresión f'c 175 kg/cm².</p> <p>Muestra La muestra de estudio es de 60 especímenes de concreto poroso permeable, para definir el número de especímenes se toma referencia de la norma técnica E.060 ítem 5.6.2.3.</p> <p>Procedimiento -Primera Fase: Selección y elaboración de los materiales. -Segunda Fase: Elección de equipos y herramientas. -Tercera Fase: Control de calidad de los agregados.</p>
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicos				
- ¿Cuál es el comportamiento de las propiedades físicas (medición de temperatura, asentamiento, peso unitario del concreto fresco y contenido de aire) del concreto poroso permeable al incorporar plastómeros, en el distrito de	- Determinar el comportamiento de las propiedades físicas (medición de temperatura, asentamiento, peso unitario del concreto fresco y contenido de aire) del concreto poroso	- La incorporación de plastómeros en el concreto poroso permeable, mejora el comportamiento de sus propiedades físicas (medición de temperatura,		Propiedades Mecánicas del Concreto Permeable	<ul style="list-style-type: none"> Resistencia de roturas a compresión axial (Resistencia a la compresión de probetas de concreto NTP 339.034/ASTM C39M) Resistencia de roturas a la flexión (Resistencia a la flexión de vigas de concreto con cargas a los tercios del tramo NTP 339.078/ASTM C78/AASHTO T97) 	

<p>Chalhuanca, provincia de Aymaraes - Apurímac?</p> <p>- ¿Cuál es el comportamiento de las propiedades mecánicas (resistencia de roturas a compresión axial y resistencia de roturas a flexión) del concreto poroso permeable al incorporar plastómeros, en el distrito de Chalhuanca, provincia de Aymaraes - Apurímac?</p> <p>- ¿Cuál es el comportamiento de la permeabilidad, en la proporción de mezcla del concreto poroso permeable, con la incorporación de 1%, 1.5% y 3% de plastómeros, en el distrito de Chalhuanca, provincia de Aymaraes - Apurímac?</p>	<p>permeable al incorporar plastómeros, en el distrito de Chalhuanca, provincia de Aymaraes - Apurímac.</p> <p>- Determinar el comportamiento de las propiedades mecánicas (resistencia de roturas a compresión axial y resistencia de roturas a flexión) del concreto poroso permeable al incorporar plastómeros, en el distrito de Chalhuanca, provincia de Aymaraes - Apurímac.</p> <p>- Determinar el comportamiento de la permeabilidad, en la proporción de mezcla del concreto poroso permeable, con la incorporación de 1%, 1.5% y 3% de plastómeros, en el distrito de Chalhuanca, provincia de Aymaraes - Apurímac.</p>	<p>asentamiento, peso unitario del concreto fresco y contenido de aire), en el distrito de Chalhuanca, provincia de Aymaraes - Apurímac.</p> <p>- La incorporación de plastómeros en el concreto poroso permeable, mejora el comportamiento de sus propiedades mecánicas (resistencia de roturas a compresión axial y resistencia de roturas a la flexión), en el distrito de Chalhuanca, provincia de Aymaraes - Apurímac.</p> <p>- La incorporación de 1%, 1.5% y 3% de plastómeros en la proporción de mezcla del concreto poroso permeable, mejora el comportamiento de la permeabilidad, en el distrito de Chalhuanca, provincia de Aymaraes - Apurímac.</p>	<p>Variable Dependiente VD Plastómeros</p>	<p>Permeabilidad en la proporción de Mezcla con la incorporación de plastómeros</p>	<p>Ensayo de permeabilidad del concreto poroso (ACI 522 R - 10) con incorporación de +1%, +1.5% y +3% de plastómeros.</p> $K = \frac{L}{t} * \frac{a}{A} * Ln\left(\frac{h_1}{h_2}\right)$ <p>Donde</p> <p><i>K</i> : Coeficiente de permeabilidad $\left(\frac{cm}{seg}\right)$</p> <p><i>L</i> : Longitud de la muestra (cm)</p> <p><i>A</i> : Area de la muestra (cm²)</p> <p><i>a</i> : Area de la tubería de carga (cm²)</p> <p><i>t</i> = tiempo que tarda en pasar del <i>h1</i> hasta <i>h2</i></p> <p><i>h1</i>: altura de agua medida de la parte superior</p> <p><i>h2</i> : altura de tubería de salida de agua (cm).</p>	<p>-Cuarta Fase: Fabricación de ensayos para prediseño de mezcla.</p> <p>-Quinta Fase: Establecer las proporciones del diseño de mezcla.</p> <p>-Sexta Fase: Mezclado y elaboración de especímenes.</p> <p>-Séptima Fase: Ensayos de laboratorio de las propiedades físicas del concreto poroso permeable.</p> <p>-Octava Fase: Ensayos de laboratorio de las propiedades mecánicas del concreto poroso permeable.</p> <p>-Novena Fase: Ensayos de laboratorio de permeabilidad del concreto poroso permeable.</p> <p>-Decima Fase: Análisis y evaluación de los resultados.</p> <p>Técnicas e Instrumentos</p> <p>En la presente investigación aplicaremos la técnica de ensayos de roturas de probetas a compresión axial de concreto NTP339.034/ASTM C39M), ensayo de resistencia a la flexión de vigas de concreto con cargas a los tercios del tramo NTP339.078/ASTM C78/AASHTO T 97 y ensayo de permeabilidad del concreto (ACI 522 R-10).</p>
--	---	---	---	---	--	--

ANEXO 2. Fotografías de los ensayos de las propiedades físicas del concreto permeable



Figura 19 — Medición de temperatura



Figura 20 — Medición de asentamiento



Figura 21 — Medición de contenido de aire

ANEXO 3. Fotografías de las propiedades mecánicas del concreto poroso permeable

A. Fotografías de Resistencia de roturas a compresión axial (Resistencia a la compresión de probetas de concreto -NTP 339-034/ASTM C39M)



Figura 22 — Probetas de concreto para resistencia de roturas a compresión axial



Figura 23 — Resistencia en 7 días de roturas a compresión axial del concreto patrón



Figura 24 — Resistencia en 7 días de roturas a compresión axial del concreto con 1% de plastómeros



Figura 25 — Resistencia en 7 días de roturas a compresión axial del concreto con 1.5% de plastómeros



Figura 26 — Resistencia en 7 días de roturas a compresión axial del concreto con 3% de plastómeros



Figura 27 — Resistencia en 14 días de roturas a compresión axial del concreto patrón



Figura 28 — Resistencia en 14 días de roturas a compresión axial del concreto con 1% de plastómeros



Figura 29 — Resistencia en 14 días de roturas a compresión axial del concreto con 1.5% de plastómeros



Figura 30 — Resistencia en 14 días de roturas a compresión axial del concreto con 3% de plastómeros



Figura 31 — Resistencia en 28 días de roturas a compresión axial del concreto patrón



Figura 32 — Resistencia en 28 días de roturas a compresión axial del concreto con 1% de plastómeros



Figura 33 — Resistencia en 28 días de roturas a compresión axial del concreto con 1.5% de plastómeros



Figura 34 — Resistencia en 28 días de roturas a compresión axial del concreto con 3% de plastómeros

B. Resistencia a la flexión de vigas de concreto con cargas a los tercios del tramo NTP 339.078/ ASTM C78 / AASHTO T97



Figura 35 — Resistencia a la flexión de vigas de concreto con cargas a los tercios del tramo



Figura 36 — Resistencia a la flexión de vigas de concreto con cargas a los tercios del tramo en la máquina



Figura 37 — Resistencia a la flexión en 7 días de vigas con cargas a los tercios del tramo, del concreto patrón



Figura 38 — Resistencia a la flexión en 7 días de vigas con cargas a los tercios del tramo, del concreto con 1% de plastómeros



Figura 39 — Resistencia a la flexión en 7 días de vigas con cargas a los tercios del tramo, del concreto con 1.5% de plastómeros



Figura 40 — Resistencia a la flexión en 7 días de vigas con cargas a los tercios del tramo, del concreto con 3% de plastómeros

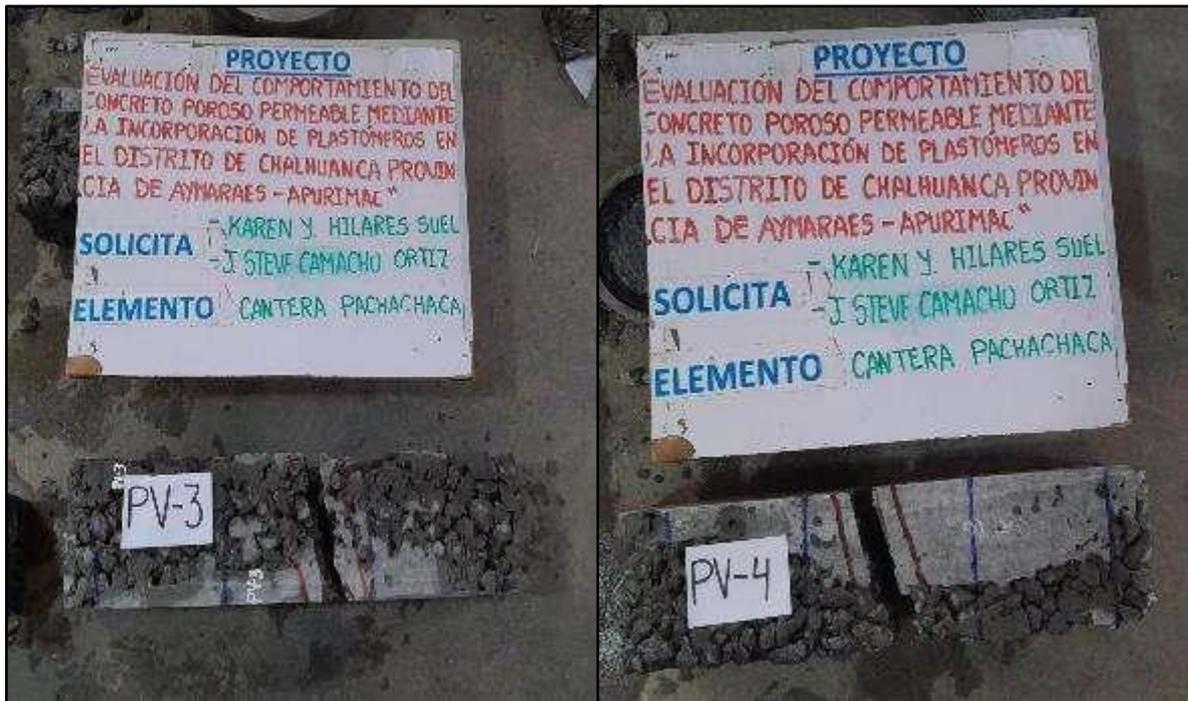


Figura 41 — Resistencia a la flexión en 14 días de vigas con cargas a los tercios del tramo, del concreto patrón



Figura 42 — Resistencia a la flexión en 14 días de vigas con cargas a los tercios del tramo, del concreto con 1% de plastómeros



Figura 43 — Resistencia a la flexión en 14 días de vigas con cargas a los tercios del tramo, del concreto con 1.5% de plastómeros



Figura 44 — Resistencia a la flexión en 14 días de vigas con cargas a los tercios del tramo, del concreto con 3% de plastómeros



Figura 45 — Resistencia a la flexión en 28 días de vigas con cargas a los tercios del tramo, del concreto patrón



Figura 46 — Resistencia a la flexión en 28 días de vigas con cargas a los tercios del tramo, del concreto con 1% de plastómeros



Figura 47 — Resistencia a la flexión en 28 días de vigas con cargas a los tercios del tramo, del concreto con 1.5% de plastómeros



Figura 48 — Resistencia a la flexión en 28 días de vigas con cargas a los tercios del tramo, del concreto con 3% de plastómeros

ANEXO 4. Fotografías del ensayo de permeabilidad en la proporción de mezcla con la incorporación +1%, +1.5% y +3% de plastómeros



Figura 49 — Ensayo de permeabilidad del concreto patrón (ACI 522 R - 10)



Figura 50 — Ensayo de permeabilidad con concreto poroso +1% plastómeros



Figura 51 — Ensayo de permeabilidad con concreto poroso +1.5% plastómeros

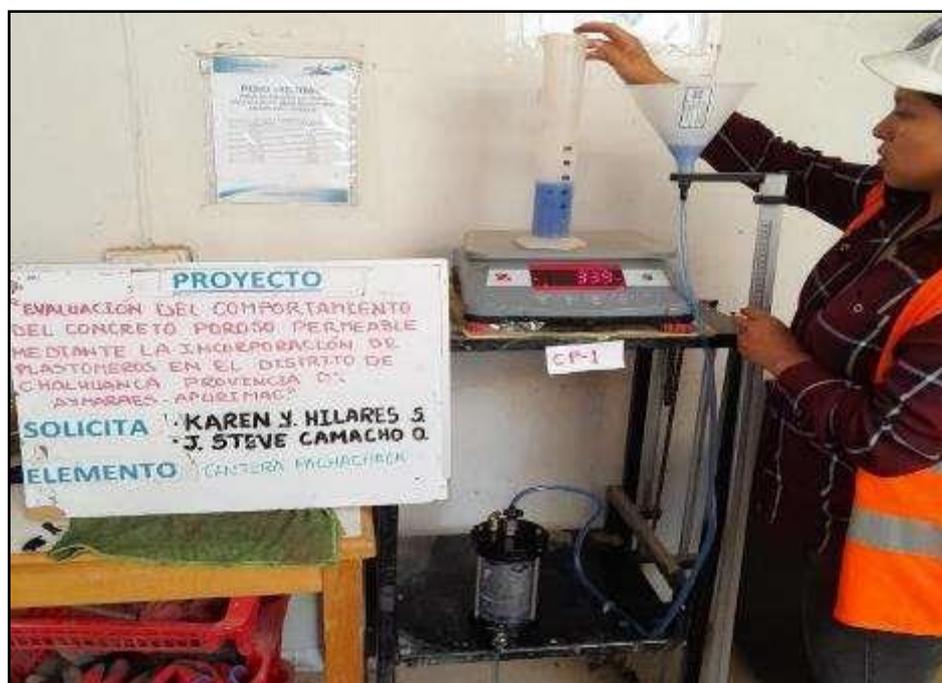


Figura 52 — Ensayo de permeabilidad con concreto poroso +3% plastómeros

ANEXO 5. Informe de resultados de los ensayos de los agregados



DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO F'C= 175 KG/CM2. INFORME TECNICO N° 420 - 2022

PROYECTO:

"EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO POROSO PERMEABLE MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE PLASTÓMEROS EN EL DISTRITO DE CHALHUANCA, PROVINCIA DE AYMARAEES - APURÍMAC"



SOLICITANTE : Bach. KAREN YULY HILARES SUEL
Bach. JANE STEVE CAMACHO ORTIZ

RESPONSABLE : SAUL J. CHIPA CAHUANA
INGENIERO CIVIL
CIP 193001

UBICACIÓN : UBICACIÓN : CHALHUANCA
DISTRITO : CHALHUANCA
PROVINCIA : AYMARAEES
DEPARTAMENTO : APURIMAC

CONCHIPA E.I.R.L.
Saul J. Chipa
Micro Ing. Saul José Chipa Cahuana
CONSULTOR EN GEOTECNIA Y CONCRETO
ING. CIVIL CIP: 193001

AGOSTO DEL 2022

Laboratorio de Suelos y Concreto "CONCHIPA E.I.R.L." / Jr. Arica N°720 – Abancay – Apurímac
conchipaeirl@gmail.com - Cel.Claro: 985825521

1

Figura 53 — Informe de resultados de los ensayos de los agregados – carátula





"EVALUACIÓN DE COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO POROSO PERMEABLE MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE PLASTOMEROS EN EL DISTRITO DE CHALHUANCA, PROVINCIA DE AYMARAE-S-APURIMAC"

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

9.1 ENSAYO DE LOS AGREGADOS

Los ensayos de laboratorio para determinar las características físicas y mecánicas de los materiales de las canteras se efectuarán de acuerdo al Manual de Ensayo de Laboratorios del MTC (vigente).

Los ensayos de los materiales fueron realizados del conjunto de los materiales de la cantera, por personal calificado, instalaciones convenientes para la ejecución correcta de los ensayos siguiendo Normas de Ensayos del MTC y/o normas internacionales como ASTM o AASHTO, equipos debidamente calibrados asegurando la calidad de los resultados de los ensayos.

Para el MATERIAL DE USO COMO AGREGADO EN MEZCLAS DE CONCRETO, una vez culminado los ensayos de laboratorio se obtuvo las siguientes propiedades físicas y mecánicas del material que se emplean para la fabricación de concreto con cemento Portland, tienen las siguientes propiedades:

CARACTERISTICAS	CANTERA	
	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO
Porcentaje de finos que pasa el tamiz N° 200 (%)	0.08	11.29
Humedad natural (%)	0.22	1.56
Tamaño máximo nominal (Pulg)	3/4	---
Módulo de fineza	7.73	3.63
Huso	56	---
Peso unitario suelto (kg/m ³)	1452.76	1591.80
Peso unitario compactado (kg/m ³)	1624.81	1744.36
Peso específico (g/cm ³)	2.69	2.71
Absorción (%)	0.59	2.67
Desgaste del agregado (%)	30.08	-

CONCHIPA E.I.R.L.

[Firma]
 N°m. Ing. Saul José Chipa Chuanda
 CONSULTOR EN TECTONICA Y CONCRETO
 REG. CIVIL DIR. 101001

Laboratorio de Suelos y Concreto "CONCHIPA E.I.R.L." // Jr. Alica N° 720 – Abancay – Apurímac
 conchipa.irl@gmail.com Cel. Claro: 986023921

2

Figura 54 — Ensayo de los agregados





"EVALUACIÓN DE COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO POROSO PERMEABLE MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE PLASTOMEROS EN EL DISTRITO DE CHALHUANCA, PROVINCIA DE AYMARAE-APURIMAC"

ENSAYOS DE GRANULOMETRIA, PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO, PESO Y/O GRAVEDAD ESPECIFICA, DISEÑO ME MEZCLA, ENTRE OTROS.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO MTC E 204 - 2016

Proyecto: "EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO POROSO PERMEABLE MEDIANTE LA INCORPORACION DE PLASTOMEROS EN EL DISTRITO DE CHALHUANCA, PROVINCIA DE AYMARAE-APURIMAC".

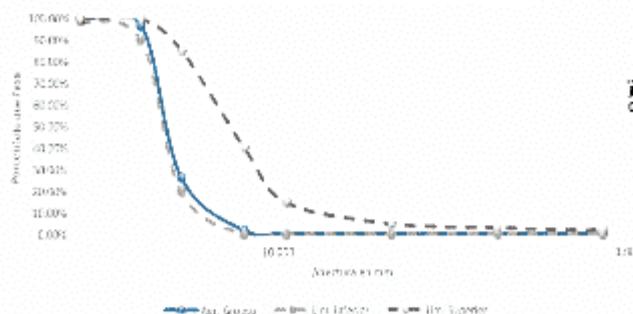
Ubicación: Sector: CHALHUANCA Provincia: AYMARAE Fecha: Agosto, 2022
 Distrito: CHALHUANCA Región: Apurímac
 Hecho por: Musiteo: CONCHIPA E.I.R.L. Material: Agregado grueso
 Ceriza: Pachachaca

Solicitante: Bach. JANE STEVE GAMACHO ORTIZ
 Bach. KAREN NAY HUAYSES SIVEL

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR LAVADO Y TAMIZADO									
Muestra inicial	2480.0 gr	Muestra lavada y secada			2488.0	Peso Residuo	0.0 gr	HUSO 56	
TAMIZ (Pulg.)	TAMIZ (mm)	PESO RET. (gr.)	PESO CORR. (gr.)	%RET.	%RETENIDO ACUMULADO	%PASA	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR	
1 1/2	37.500	0.0	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100%	100%	
1	25.000	80.0	80.00	3.21%	3.21%	96.79%	92%	100%	
3/4	12.500	1751.0	1751.00	70.52%	73.53%	26.47%	20%	85%	
1/2	12.500	613.0	613.00	24.62%	98.15%	1.85%	0%	40%	
3/8	9.500	40.0	40.00	1.6%	99.76%	0.24%	0%	15%	
Nº 4	4.750	4.0	4.00	0.16%	99.92%	0.08%	0%	5%	
Nº 6	2.500	0.0	0.00	0.00%	99.92%	0.08%	0%	5%	
Nº 16	1.180	0.0	0.00	0.00%	99.92%	0.08%	0%	2%	
Nº 60	0.300	0.0	0.00	0.00%	99.92%	0.08%	0%	1%	
Nº 200	0.075	0.0	0.00	0.00%	99.92%	0.08%			
Capote		0.0	0.00	0.00%	100.00%				
TOTAL	2488.0	2488.0	2488.0	100%					

Módulo de Fines = 1.73

CURVA GRANULOMETRICA DEL AGREGADO GUESO

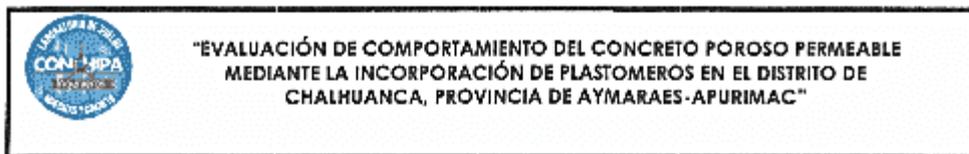


CONCHIPA E.I.R.L.
 Mtro. Ing. Scott José Chipa Chahuana
 CONSULTOR EN GEOTECNIA Y CONCRETO
 Av. Cnel. CIP. 166314

Laboratorio de Suelos y Concreto "CONCHIPA E.I.R.L." // Jr. Arica Nº 720 – Abancay – Apurímac
 conchipa.eirl@gmail.com - Cel. Claro: 986829921

Figura 55 — Análisis granulométrico de agregado grueso





ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO MTC E 204 - 2016

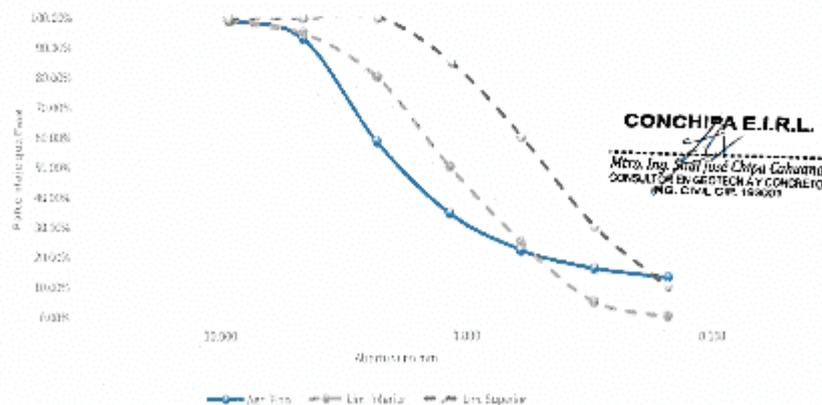
Proyecto: "EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO POROSO PERMEABLE MEDIANTE LA INCORPORACION DE PLASTOMEROS EN EL DISTRITO DE CHALHUANCA PROVINCIA DE AYMARAE-APURIMAC".
 Ubicación: Sector: CHALHUANCA Provincia: AYMARAE Fecha: Agosto, 2022
 Distrito: CHALHUANCA Region: Apurímac
 Hecho por: Muestras: CONCHIPA E.I.R.L. Material: Agregado fino
 Cartera: Gallon

Solicitante: Basó. JANE STEVE CAMACHO ORTIZ
 Basó. KAREN YULY HUAPES SUEL

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR LAVADO Y TAMIZADO									
Muestra inicial	983.0 gr	Muestra lavada y seca		876.0	Peso Floculante	0.0 gr	HUSO		
TAMIZ (Pulp.)	TAMIZ (mm)	PESO RET. (gr.)	PESO CORR. (gr.)	%RET.	%RETENIDO ACUMULADO	%PASA	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR	
S/N	9.500	4.0	4.00	0.41%	0.41%	99.59%	100%	100%	
Nº 4	4.750	65.0	65.00	6.81%	7.02%	92.98%	95%	100%	
Nº 8	2.360	339.0	339.00	34.49%	41.51%	58.49%	80%	100%	
Nº 16	1.180	236.0	236.00	24.01%	65.51%	34.49%	50%	85%	
Nº 30	0.600	120.0	120.00	12.21%	77.72%	22.28%	25%	60%	
Nº 60	0.300	50.0	50.00	6.10%	83.83%	16.17%	5%	30%	
Nº 100	0.150	29.0	29.00	2.96%	86.79%	13.21%	0%	10%	
Nº 200	0.075	19.0	19.00	1.93%	88.71%	11.29%			
Canchales		4.0	111.00	11.29%	100.00%				
TOTAL		876.0	983.0	100%					

Módulo de Fineses	-	3.63
-------------------	---	------

CURVA GRANULOMETRICA DEL AGREGADO FINO



Laboratorio de Suelos y Concreto "CONCHIPA E.I.R.L." // Jr. Arica Nº 723 – Abancay – Apurímac
 conchipa.eirl@gmail.com-Cel.Claro: 985829921

Figura 56 — Análisis granulométrico de agregado fino





"EVALUACIÓN DE COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO POROSO PERMEABLE MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE PLASTOMEROS EN EL DISTRITO DE CHALHUANCA, PROVINCIA DE AYMARAE-APURIMAC"

**PESO UNITARIO SUELTO, COMPACTADO Y VACÍOS DEL AGREGADO GRUESO
MTC E 203 - 2016**

Proyecto: "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO POROSO PERMEABLE MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE PLASTOMEROS EN EL DISTRITO DE CHALHUANCA, PROVINCIA DE AYMARAE-APURIMAC"

Ubicación: Sector: CHALHUANCA Provincia: AYMARAE Fecha: Agosto, 2022
 Distrito: CHALHUANCA Región: Apurímac
 Hecho por: Muestra: CONCHIFA E.I.R.L. Material: Agregado grueso
 Cantera: Pachachaca

Solicitante: Bach. JANE STEVE CAMACHO ORTIZ
 Bach. KAREN YULY HILARES SUEL

PESO UNITARIO SUELTO Y VACÍOS DEL AGREGADO GRUESO		
DATOS DEL ENSAYO	MUESTRA 01	MUESTRA 02
Peso del Molde (gr)	4807	4807
Peso del Molde + Muestra Suelta (gr)	16575.0	16464.0
Peso de la Muestra Suelta (gr)	13758	13367
Volumen del Molde (cm ³)	9438.95	9438.95
Peso Unitario Suelto (kg/m ³)	1.459	1.447
Peso Específico (kg/m ³)	2636.678	2636.678
Peso Unitario Suelto (kg/m ³)	1438.637	1446.877
Porcentaje de Vacíos	45.71%	46.15%

Peso Unitario Suelto (kg/m ³)	1452.757
Porcentaje de Vacíos	45.93%

PESO UNITARIO VARILLADO Y VACÍOS DEL AGREGADO GRUESO		
DATOS DEL ENSAYO	MUESTRA 01	MUESTRA 02
Número de Capas	3	3
Número de Golpes	25	25
Peso del Molde (gr)	4807	4807
Peso del Molde + Muestra Varillada (gr)	20151.0	20135.0
Peso de la Muestra Varillada (gr)	15344	15323
Volumen del Molde (cm ³)	9438.95	9438.95
Peso Unitario Varillado (kg/m ³)	1.625	1.624
Peso Específico (kg/m ³)	2636.678	2636.578
Peso Unitario Varillado (kg/m ³)	1625.60	1624.02
Porcentaje de Vacíos	39.49%	39.55%

Peso Unitario Suelto (kg/m ³)	1624.81
Porcentaje de Vacíos	39.52%

CONCHIFA E.I.R.L.

Mtro. Ing. Saul José Chipca Cahuana
 CONSULTOR EN GEOTECNIA Y CONCRETO
 ING. CIVIL, CIP 19031

Laboratorio de Suelos y Concreto "CONCHIFA E.I.R.L." // Jr. Arica N° 720 – Abancay – Apurímac
 conchifa.ei@gmail.com - Cel. Claro: 9869239521

Figura 57 — Peso unitario suelto y varillado del agregado grueso





"EVALUACIÓN DE COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO POROSO PERMEABLE MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE PLASTOMEROS EN EL DISTRITO DE CHALHUANCA, PROVINCIA DE AYMARAE-APURIMAC"

**PESO UNITARIO SUELTO, COMPACTADO Y VACÍOS DEL AGREGADO FINO
MTC E 203 - 2016**

Proyecto: "EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO POROSO PERMEABLE MEDIANTE LA INCORPORACION DE PLASTOMEROS EN EL DISTRITO DE CHALHUANCA, PROVINCIA DE AYMARAE-APURIMAC".

Ubicación: Sector: CHALHUANCA

Provincia: AYMARAE

Fecha: Agosto, 2022

Débito: CHALHUANCA

Región: Apurímac

Hecho por: Muestra: CONCHIPA E.I.R.L.

Material: Agregado fino

Cartera: Ballón

Solicitante: Bach. JANE STEVE GAMACHO ORTIZ

Bach. KAREN YULY HILARES SUEL

PESO UNITARIO SUELTO Y VACÍOS DEL AGREGADO FINO		
DATOS DEL ENSAYO	MUESTRA 01	MUESTRA 02
Peso del Molde (gr)	2006	2006
Peso del Molde + Muestra Suelta (gr)	6628	6493
Peso de la Muestra Suelta (gr)	4622	4483
Volumen del Molde (cm ³)	2831.70	2831.70
Peso Unitario Suelto (gr/cm ³)	1.597	1.587
Peso Específico (kg/m ³)	2707.059	2707.059
Peso Unitario Suelto (kg/m ³)	1596.921	1586.679
Porcentaje de Vacíos	41.01%	41.39%

Peso Unitario Suelto (kg/m ³)	1581.300
Porcentaje de Vacíos	41.23%

PESO UNITARIO VARILLADO Y VACÍOS DEL AGREGADO FINO		
DATOS DEL ENSAYO	MUESTRA 01	MUESTRA 02
Número de Capas	3	3
Número de Soltes	25	25
Peso del Molde (gr)	2006	2006
Peso del Molde + Muestra Varillada (gr)	6960	6841
Peso de la Muestra Varillada (gr)	4944	4835
Volumen del Molde (cm ³)	2831.70	2831.70
Peso Unitario Varillado (gr/cm ³)	1.746	1.743
Peso Específico (kg/m ³)	2707.059	2707.059
Peso Unitario Varillado (kg/m ³)	1745.948	1742.719
Porcentaje de Vacíos	35.50%	35.62%

Peso Unitario Suelto (kg/m ³)	1744.56
Porcentaje de Vacíos	35.55%

CONCHIPA E.I.R.L.

Mtro. Ing. Saul José Chito Cahuana
CONSULTOR EN GEOTECNIA Y CONCRETO
ING. CIVIL C.R. 143301

Laboratorio de Suelos y Concreto "CONCHIPA E.I.R.L." // Jr. Arica N° 720 – Acosmay – Apurímac
conchipa.eirl@gmail.com - Cel. Claro: 989828521

6

Figura 58 — Peso unitario suelto y varillado del agregado fino





"EVALUACIÓN DE COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO POROSO PERMEABLE MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE PLASTOMEROS EN EL DISTRITO DE CHALHUANCA, PROVINCIA DE AYMARAEES-APURIMAC"

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO / MTC E 206 - 2016

Proyecto: "EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO POROSO PERMEABLE MEDIANTE LA INCORPORACION DE PLASTOMEROS EN EL DISTRITO DE CHALHUANCA, PROVINCIA DE AYMARAEES-APURIMAC".

Ubicación: Sector: CHALHUANCA Provincia: AYMARAEES Fecha: Agosto, 2022
 Distrito: CHALHUANCA Region Apurimac
 Hecho por: Muestra: CONCHIPA E.I.R.L. Material: Agregado grueso
 Carrera: Pachachaca

Solicitante: Bach. JANE STEVE CAMACHO ORTIZ
 Bach. KAREN YULY HILARES SUEL

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO	
DATOS DEL ENSAYO	MUESTRA 01
Peso de la canastilla sumergida (gr)	732
Peso de la Muestra Seca (gr)	4578.1
Peso de la canastilla + muestra sumergida (gr)	3633
Peso de la Muestra Saturada con Superficie Seca (gr)	4605
Peso del Agua Absorbida (gr)	26.9
Peso Especifico (gr/cm ³)	2.39
Capacidad de Absorción (%)	0.59%

CONCHIPA E.I.R.L.
 Mtro. Inju. Solís José Chupa Chahuano
 COORDINADOR EN GERENCIA Y CONCRETO
 ING. CIVIL, CIP. 13320

Laboratorio de Suelos y Concreto "CONCHIPA E.I.R.L." // Jr. Arica N° 720 – Abancay – Apurímac
 conchipa.eir@gmail.com-Cel. Claro:966829921

7

Figura 59 — Peso específico y absorción del agregado grueso / MTC E 206 - 2016





"EVALUACIÓN DE COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO POROSO PERMEABLE MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE PLASTOMEROS EN EL DISTRITO DE CHALHUANCA, PROVINCIA DE AYMARAEES-APURIMAC"

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO

MTC E 205 - 2016

Proyecto: "EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO POROSO PERMEABLE MEDIANTE LA INCORPORACION DE PLASTOMEROS EN EL DISTRITO DE CHALHUANCA, PROVINCIA DE AYMARAEES-APURIMAC".

Ubicación: Sector: CHALHUANCA Provincia: AYMARAEES Fecha: Agosto, 2022

Districto: CHALHUANCA Región: Apurímac

Hecho por: Muestras: CONCHIPA E.I.R.L. Material: Agregado fino
Cartera: Pachachaca

Solicitante: Bach. JANE STEVE CAMACHO ORTIZ

Bach. KAREN YULY HUAREZ SOEL

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO	
DATOS DEL ENSAYO	MUESTRA 01
Volumen del Pícnometro (ml)	500
Peso del Pícnometro (gr)	149.3
Peso de la Muestra Seca (gr)	487.0
Peso del Pícnometro + Agua + Muestra (gr)	954.4
Peso de la Muestra Saturada con Superficie Seca (gr)	500.0
Peso del Pícnometro + Agua (gr)	647.3
Peso de la Muestra Sumergida (gr)	307.1
Peso del Agua Desplazada (gr)	179.9
Peso del Agua Absorbida (gr)	13.0
Peso Específico (gr/cm ³)	2.71
Capacidad de Absorción	2.67%

CONCHIPA E.I.R.L.

Mtro. Ing. José Chipri Chahuana
CONSULTOR EN GEOTECNIA Y CONCRETO
ING. CIVIL QP. 194021

Laboratorio de Suelos y Concreto "CONCHIPA E.I.R.L." // Jr. Arica N° 720 – Abancay – Apurímac
conchipa.ei@gmail.com - Cel. Claro 986829921

8

Figura 60 — Gravedad específica y absorción del agregado fino / MTC E 205 - 2016





"EVALUACIÓN DE COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO POROSO PERMEABLE MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE PLASTOMEROS EN EL DISTRITO DE CHALHUANCA, PROVINCIA DE AYMARAE-APURIMAC"

CONTENIDO DE HUMEDAD MTC E 215 - 2016

Proyecto: "EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO POROSO PERMEABLE MEDIANTE LA INCORPORACION DE PLASTOMEROS EN EL DISTRITO DE CHALHUANCA, PROVINCIA DE AYMARAE-APURIMAC".

Ubicación: Sector: CHALHUANCA Provincia: AYMARAE Fecha: Agosto, 2022
 Distrito: CHALHUANCA Region: Apurimac

Hecho por: Muestra: CONCHIPA E.I.R.L. Material Agregado grueso
 Cartera Pachachaca

Solicitante: Bach. JANE STEVE CAMACHO ORTIZ

Bach. KAREN YULY HILARES SUEL

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO			
ENSAYO	1	2	3
Cáscula N°	2	2	3
Peso agregado húmedo + recipiente (g)	2532.00	2444.00	2457.00
Peso agregado seco + recipiente (g)	2496.00	2433.00	2452.00
Peso de agua (g)	6.00	5.00	5.00
Peso del recipiente (g)	0.00	0.00	0.00
Peso neto de suelo seco (g)	2496.00	2433.00	2452.00
% de Humedad	0.24	0.21	0.20

« (%) Promedio » 0.22

NOTA: El contenido de humedad del agregado grueso se determina de una muestra alterada.

CONCHIPA E.I.R.L.

Mtro. Ing. Susi José Chino Coñuana
 CONCHIPA E.I.R.L. EN GEOTECNIA Y CONCRETO
 ING. CIVIL, CIP 194004

Laboratorio de Suelos y Concreto "CONCHIPA E.I.R.L." // Jr. Arica N° 720 – Abancay – Apurimac
 conchipa.eir@gmail.com - Cel. Claro: 966829521

9

Figura 61 — Contenido de humedad del agregado grueso MTC E 215 - 2016





"EVALUACIÓN DE COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO POROSO PERMEABLE MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE PLASTOMEROS EN EL DISTRITO DE CHALHUANCA, PROVINCIA DE AYMARAEES-APURIMAC"

CONTENIDO DE HUMEDAD MTC E 215 - 2016

Proyecto: "EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO POROSO PERMEABLE MEDIANTE LA INCORPORACION DE PLASTOMEROS EN EL DISTRITO DE CHALHUANCA, PROVINCIA DE AYMARAEES-APURIMAC".

Ubicación: Sector: CHALHUANCA
Distrito: CHALHUANCA

Provincia: AYMARAEES
Región: Apurímac

Fecha: Agosto, 2022

Hecho por: Muestras: CONCHIPA E.I.R.L.

Materia: Agregado fino
Cuerpo: Ballon

Solicitante: Bach. JANE STEVE CAMACHO ORTIZ

Bach. KAREN YOLY HILARES SUEL

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO			
ENSAYO	1	2	3
Cápsula N°	2	2	3
Peso agregado húmedo + recipiente (g)	1500.00	670.00	636.00
Peso agregado seco + recipiente (g)	983.00	591.00	627.50
Peso de agua (g)	17.00	9.50	5.00
Peso del recipiente (g)	0.00	0.00	0.00
Peso neto del suelo seco (g)	983.00	591.00	627.00
% de Humedad	1.73	1.52	1.44

w (%) Promedio =	1.56
--------------------	------

NOTA : El contenido de humedad del agregado fino se determino de una muestra alterada.

CONCHIPA E.I.R.L.
 Mtro. Ing. Solís José César Chuzano
 CONSULTOR EN GEOTECNIA Y CONCRETO
 ING. CIVIL C.R. 19901

Figura 62 — Contenido de humedad del agregado fino MTC E 215 - 2016





"EVALUACIÓN DE COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO POROSO PERMEABLE MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE PLASTOMEROS EN EL DISTRITO DE CHALHUANCA, PROVINCIA DE AYMARAEES-APURIMAC"

ABRASION LOS ANGELES AL DESGASTE DEL MATERIAL GRUESO DE CANTERA

MTC E 207 -2016

Proyecto: "EVALUACION DEL COMORTAMIENTO DEL CONCRETO POROSO PERMEABLE MEDIANTE LA INCORPORACION DE PLASTOMEROS EN EL DISTRITO DE CHALHUANCA,PROVINCIA DE AYMARAEES-APURIMAC".

Ubicación: Sector: CHALHUANCA Provincia: AYMARAEES Fecha: Agosto, 2022
 Distrito: CHALHUANCA Region: Apurimac
 Hecho por: Muestreo: CONCHIPA E.I.R.L.L. Material: Agregado grueso
 Cantero: Bailon

Solicitante: Bach. JANE STEVE CAMACHO ORTIZ
 Bach. KAREN YULY HILARES SUEL

ABRASION LOS ANGELES AL DESGASTE	
Datos del ensayo	Muestra 01
Grasoson	A
Número de esferas	12
Peso que pasa tamiz 1 1/2" y retenido en 1" (gr)	1250.00
Peso que pasa tamiz 1" y retenido en 3/4" (gr)	1252.00
Peso que pasa tamiz 3/4" y retenido en 1/2" (gr)	1251.00
Peso que pasa tamiz 1/2" y retenido en 3/8" (gr)	1250.00
Peso que pasa tamiz 3/8" y retenido en 1/4" (gr)	0.00
Peso que pasa tamiz 1/4" y retenido en 4" 4" (gr)	0.00
Peso total inicial (gr)	5003.00
Peso después del ensayo tamizado por la malla N° 12 (gr)	3458
Peso total de desgaste (gr)	1505
Desgaste (%)	30.08%

El valor al Desgaste de las partículas gruesas que conforman al material de (Cantera) es igual a 30.08%

CONCHIPA E.I.R.L.
 Mtro. Ing. Sr. José China Chahuana
 CONSULTOR EN GEOTECNIA Y CONCRETO
 NIG CIVIL CUP. 193401

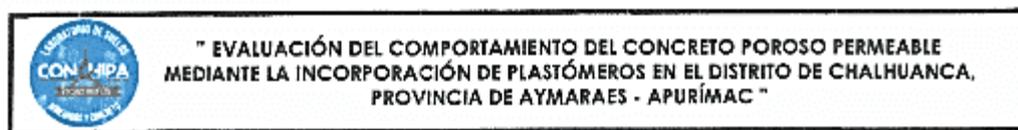
Laboratorio de Suelos y Concreto "CONCHIPA E.I.R.L." / Jr. Arica N° 720 – Abancay – Apurimac
 conchipa.irl@gmail.com / Cel. Claro: 986629921

13

Figura 65 — Abrasión los ángeles al desgaste del material grueso de cantera MTC E 207 - 2016



ANEXO 6. Resultados de los ensayos de las propiedades físicas, mecánicas y permeabilidad del concreto poroso permeable



RESULTADO DE ROTURA DE PROBETAS, VIGAS Y ENSAYO DE PERMEABILIDAD. INFORME TECNICO N° 396 - 2022

PROYECTO:

"EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO POROSO PERMEABLE MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE PLASTÓMEROS EN EL DISTRITO DE CHALHUANCA, PROVINCIA DE AYMARAES - APURÍMAC"



SOLICITANTE : Bach. KAREN YULY HILARES SUEL
Bach. JANE STEVE CAMACHO ORTIZ

RESPONSABLE : SAUL J. CHIPA CAHUANA
INGENIERO CIVIL
CIP 193001

UBICACIÓN : UBICACIÓN : CHALHUANCA
DISTRITO : CHALHUANCA
PROVINCIA : AYMARAES
DEPARTAMENTO : APURIMAC

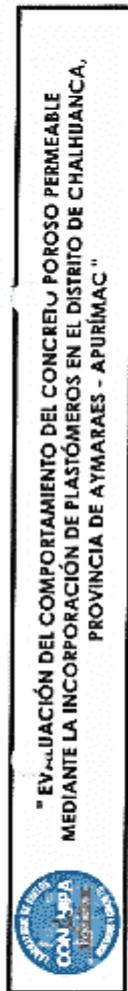
CONCHIPA E.I.R.L.
[Firma]
Micro. Ing. Saul José Chipa Cahuana
CONSULTOR EN GEOTECNIA Y CONCRETO
ING. CIVIL CIP. 193001

NOVIEMBRE DEL 2022

Laboratorio de Suelos y Concreto "CONCHIPA E.I.R.L." / Jr. Arica N°72C - Abancay - Apurímac
conchipa.eirl@gmail.com - Cel.Clave: 996829321

1

Figura 66 — Resultados de los ensayos de las propiedades físicas, mecánicas y permeabilidad del concreto poroso permeable - carátula



**1. RESULTADOS DE PROPIEDADES FÍSICAS:
TEMPERATURA, ASENTAMIENTO, PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO, CONTENIDO DE AIRE.**

Proyecto: "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO POROSO PERMEABLE MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE PLÁSTOMEROS EN EL DISTRITO DE CHALHUANCA, PROVINCIA DE AYMARAE - APURÍMAC"

Solicitante: BACH.KAREN YULY HILARES SUEL

BACH.JANE STEVE CAMACHO ORTIZ

Concreto: PATRON POROSO

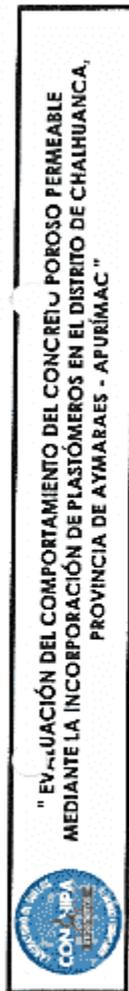
CONCRETO PATRON POROSO		
MEDICION DE TEMPERATURA		
PRUEBA S N°	PRUEBA 01	PRUEBA 03
TEMPERATURA [°C]	29.2	27.3
PRUEBA 02		
	28.5	
MEDICION DE ASENTAMIENTO		
PRUEBA S N°	PRUEBA 01	PRUEBA 03
ASENTAMIENTO [Pulg]	0.18	0.19
PRUEBA 02		
	0.15	
PROMEDIO ASENTAMIENTO [Pulg]		
	0.17	
ENSAYO DE PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO		
PRUEBA S N°	PRUEBA 01	PRUEBA 03
VOLUMEN DEL MOLDE cm ³	9438.95	9438.95
PESO DEL MOLDE gr	4810	4810
PESO DEL MOLDE + MUESTRA gr	23152	23150
PESO UNITARIO gr/cm ³	1.94	1.94
PROMEDIO PESO UNITARIO (gr/cm ³)		
	1.94	
MEDICION DE CONTENIDO DE AIRE		
PRUEBA S N°	PRUEBA 01	PRUEBA 03
Contenido de Aire	11.0%	12%
PRUEBA 02		
	12.0%	

CONCHIPA E.I.R.L.
 Laboratorio de Suelos y Concreto
 Micaela Bastidas Camacho
 Calle: 100m N° 1000, Chalhuanca
 Ayacucho - Perú
 Tel: 053 2 222 222

Laboratorio de Suelos y Concreto "CONCHIPA E.I.R.L." / Jr. Arica N° 7201 - Avarozay - Apurímac
conchipa@conchipa.com - Tel: 053 2 222 222

Figura 67 — Temperatura, asentamiento, peso unitario del concreto fresco y contenido de aire del concreto poroso patrón





TEMPERATURA, ASENTAMIENTO, PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO, CONTENIDO DE AIRE.

Proyecto: "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO POROSO PERMEABLE MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE PLASTÓMEROS EN EL DISTRITO DE CHALHUANCA, PROVINCIA DE AYMARAEAS - APURÍMAC"

Solicitante: BACH.KAREN YULY HILARES SUEL

Concreto: INCORPORACION 1% PLASTOMEROS

BACH.JANE STEVE CAMACHO ORTIZ

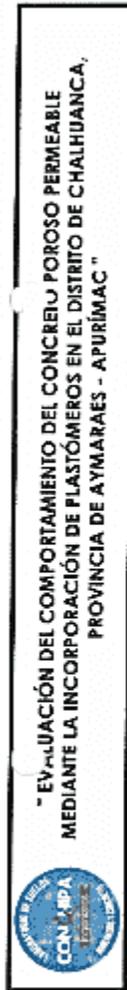
CONCRETO POROSO+1% PLASTOMEROS		
MEDICION DE TEMPERATURA		
PRUEBAS Nº	PRUEBA 01	PRUEBA 02
TEMPERATURA (°C)	30.1	29.8
		PRUEBA 03
		31.5
MEDICION DE ASENTAMIENTO		
PRUEBAS Nº	PRUEBA 01	PRUEBA 02
ASENTAMIENTO (Puig)	0.09	0.12
PROMEDIO ASENTAMIENTO (Puig)		0.13
		PRUEBA 03
		0.17
ENSAYO DE PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO		
PRUEBAS Nº	PRUEBA 01	PRUEBA 02
VOLUMEN DEL MOLDE cm ³	9438.95	9438.95
PESO DEL MOLDE gr	4810	4810
PESO DEL MOLDE + MUESTRA gr	23382	23477
PESO UNITARIO gr/cm ³	1.97	1.98
PROMEDIO PESO UNITARIO (gr/cm ³)		1.97
		PRUEBA 03
		9438.95
		4810
		23404
		1.97
MEDICION DE CONTENIDO DE AIRE		
PRUEBAS Nº	PRUEBA 01	PRUEBA 02
Contenido de Aire	11.0%	11.0%
		PRUEBA 03
		12%

CONCIPIA E.I.R.L.
 Micaela Bastidas
 Calle Comercio
 Chalhuanca - Ayacucho
 Telf: 053 154 154 801

Laboratorio de Suelos y Concreto "CONCIPIA E.I.R.L." / Jr. Aica N°720 - Atencay - Apurímac
 concipia.eir@gmail.com - Cel: 053 988 920 921 3

Figura 68 — Temperatura, asentamiento, peso unitario del concreto fresco y contenido de aire del concreto poroso con incorporación de 1% de plastómeros





TEMPERATURA, ASENTAMIENTO, PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO, CONTENIDO DE AIRE.

Proyecto: "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO POROSO PERMEABLE MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE PLASTÓMEROS EN EL DISTRITO DE CHALHUANCA, PROVINCIA DE AYMARAEAS - APURÍMAC"

Solicitante: BACH. KAREN YULY HILARES SUEL

BACH. JANE STEVE CAMACHO ORTIZ

Concreto: INCORPORACION 1.5% PLASTOMEROS

CONCRETO POROSO+1.5% PLASTOMEROS		
MEDICION DE TEMPERATURA		
PRUEBAS N°	PRUEBA 01	PRUEBA 02
TEMPERATURA [°C]	31.5	30
		PRUEBA 03
		31.9
MEDICION DE ASENTAMIENTO		
PRUEBAS N°	PRUEBA 01	PRUEBA 02
ASENTAMIENTO (Pulg)	0.09	0.10
PROMEDIO ASENTAMIENTO (Pulg)	0.12	
ENSAYO DE PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO		
PRUEBAS N°	PRUEBA 01	PRUEBA 02
VOLUMEN DEL MOLDE cm ³	9438.95	9438.95
PESO DEL MOLDE gr	4810	4810
PESO DEL MOLDE + MUESTRA gr	23608	23615
PESO UNITARIO gr/cm ³	1.99	1.99
PROMEDIO PESO UNITARIO (gr/cm ³)	1.99	
MEDICION DE CONTENIDO DE AIRE		
PRUEBAS N°	PRUEBA 01	PRUEBA 02
Contenido de Aire	10.0%	11.0%
		PRUEBA 03
		11%

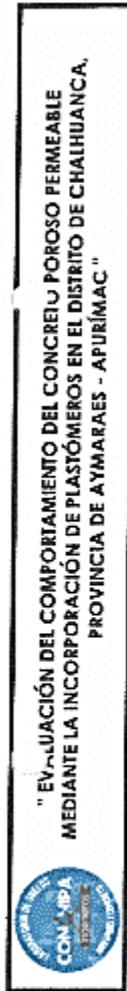
CONCHIPA E.I.R.L.

Miraflores, San José Chirpa, Cochabamba
 conchipa@conchipa.com.bo - conchipa@conchipa.com.bo
 Tel: 591 2 222 1340

Laboratorio de Suelos y Concreto "CONCHIPA E.I.R.L." / J. Arica N° 720 - Alcamay - Apurímac
 conchipa@conchipa.com.bo - Tel: 060 496620021

Figura 69 — Temperatura, asentamiento, peso unitario del concreto fresco y contenido de aire del concreto poroso con incorporación de 1.5% de plastómeros





TEMPERATURA, ASENTAMIENTO, PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO, CONTENIDO DE AIRE.

Proyecto: "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO POROSO PERMEABLE MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE PLASTÓMEROS EN EL DISTRITO DE CHALHUANCA, PROVINCIA DE AYMARAE - APURÍMAC"

Solicitante: BACH. KAREN YILLY HILARES SUEL

BACH. JANE STEVE CAMACHO ORTIZ

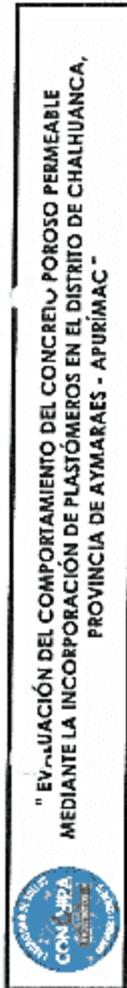
Concreto: INCORPORACION 3% PLASTOMEROS

CONCRETO POROSO+3% PLASTOMEROS			
MEDICION DE TEMPERATURA			
PRUEBAS Nº	PRUEBA 01	PRUEBA 02	PRUEBA 03
TEMPERATURA (°C)	31.6	32.5	30.9
MEDICION DE ASENTAMIENTO			
PRUEBAS Nº	PRUEBA 01	PRUEBA 02	PRUEBA 03
ASENTAMIENTO (Puig)	0.15	0.17	0.19
PROMEDIO ASENTAMIENTO (Puig)	0.17		
ENSAYO DE PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO			
PRUEBAS Nº	PRUEBA 01	PRUEBA 02	PRUEBA 03
VOLUMEN DEL MOLDE cm ³	9438.95	9438.95	9438.95
PESO DEL MOLDE gr	4810	4810	4810
PESO DEL MOLDE + MUESTRA gr	23599	23608	23625
PESO UNITARIO gr/cm ³	1.99	1.99	1.99
PROMEDIO PESO UNITARIO (gr/cm ³)	1.99		
MEDICION DE CONTENIDO DE AIRE			
PRUEBAS Nº	PRUEBA 01	PRUEBA 02	PRUEBA 03
Contenido de Aire	10.0%	11.0%	10%

CONCIPIA E.I.R.L.
 Avda. Inca Saúl Inca Yupanqui (Cajamarquilla)
 Calle: Calle 1000, Cor. 10000

Figura 70 — Temperatura, asentamiento, peso unitario del concreto fresco y contenido de aire del concreto poroso con incorporación de 3% de plastómeros





"EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO POROSO PERMEABLE MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE PLÁSTOMEROS EN EL DISTRITO DE CHALHUANCA, PROVINCIA DE AYMARAEAS - APURÍMAC"

2. RESULTADOS DE ROTURAS A COMPRESION AXIAL

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PROBEFAS DE CONCRETO (NTP 339.034 / ASTM C39M)

PROYECTO: EVALUACION DE COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO POROSO PERMEABLE MEDIANTE LA INCORPORACION DE PLASTOMEROS EN EL DISTRITO DE CHALHUANCA, PROVINCIA DE AYMARAEAS-APURIMAC.

SECTOR: CHALHUANCA
DISTRITO: CHALHUANCA
PROVINCIA: AYMARAEAS
DEPARTAMENTO: APURIMAC
SOLICITADO POR: Bach. JANE STEVE CAMACHO CRUZ
 Bach. KAREN YULY HILARES SUEL
PROFESIONAL RESP.: ING. SAÚL J. CHIPPA CAHUANA

CONCRETO POROSO PATRON

N°	ELEMENTO ESTRUCTURAL	MEDIDAS (cm)		FECHA	EDAD (DIAS)	ROTURA (kgf)	AREA (cm²)	PES. ALCANZADA (kg/cm²)	PES. DE DISEÑO (kg/cm²)	RESISTENCIA EN %	TIPO DE FALLA
		H	D								
1	CONCRETO POROSO PATRON PQ-1	30.00	15.05	30/09/2022	7	17587	177.89	98.86	175	56.49	CORTE
2	CONCRETO POROSO PATRON PQ-2	30.00	15.10	30/09/2022	7	17138	179.07	95.70	175	54.69	COMO
3	CONCRETO POROSO PATRON PQ-3	30.00	15.05	30/09/2022	14	25230	177.89	141.83	175	81.05	CORTE
4	CONCRETO POROSO PATRON PQ-4	30.00	15.15	30/09/2022	14	26074	180.26	144.65	175	82.65	COMO
5	CONCRETO POROSO PATRON PQ-5	30.00	15.10	30/09/2022	28	31795	179.07	177.50	175	101.43	CORTE
6	CONCRETO POROSO PATRON PQ-6	30.00	15.05	30/09/2022	28	32925	177.89	184.52	175	106.44	CORTE

CONCIPIA E.I.R.L.

Mtro. Ing. Saúl José Chippa Cahuana
 INGENIERO EN GEOTECNIA Y CONCRETO
 REG. CIVIL CIP. 18001

Laboratorio de Suelos y Concreto "CONCIPIA E.I.R.L." / Jr. Alica N°720 - Abancay - Apurímac
 conchipia.eir@gmail.com - Call: 080 996026021

Figura 71 — Resistencia a la compresión de probetas del concreto poroso patrón





RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PROBETAS DE CONCRETO (NIP 339.034 / ASTM C39M)

PROYECTO: EVALUACION DE COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO POROSO PERMEABLE MEDIANTE LA INCORPORACION DE PLASTOMEROS EN EL DISTRITO DE CHALHUANCA, PROVINCIA DE AYMARAE-APURIMAC.

SECTOR: CHALHUANCA
DISTRITO: CHALHUANCA
PROVINCIA: AYMARAE
DEPARTAMENTO: APURIMAC

SOLICITADO POR: Bach. JANE STEVE CAMACHO ORTIZ
 Bach. KAREN YULY HILARES SUEL

PROFESIONAL ESP.: ING. SKULL J. CHPA CAHUANA

CONCRETO POROSO + 1% PLASTOMEROS

N°	ELEMENTO ESTRUCTURAL	MEDIDAS (cm)			FECHA	EDAD DÍAS	CARGO	ÁREA	RES. ALCANZADA	RES. DE DISEÑO	RESISTENCIA EN %	TIPO DE FALLA
		H	D	H/D								
1	CONCRETO POROSO + 1% PLASTOMEROS AQ-1	30.00	15.20	30/09/2022	7/10/2022	7	15752	181.45	86.81	175	49.61	CORTE
2	CONCRETO POROSO + 1% PLASTOMEROS AQ-2	30.00	15.20	30/09/2022	7/10/2022	7	16914	181.45	93.21	175	53.27	CONO
3	CONCRETO POROSO + 1% PLASTOMEROS AQ-3	30.00	15.00	30/09/2022	14/10/2022	14	24297	176.71	137.50	175	78.57	CORTE
4	CONCRETO POROSO + 1% PLASTOMEROS AQ-4	30.00	15.20	30/09/2022	14/10/2022	14	24880	181.45	137.12	175	78.35	CONO
5	CONCRETO POROSO + 1% PLASTOMEROS AQ-5	30.00	15.20	30/09/2022	28/10/2022	28	29448	181.45	162.40	175	92.80	CORTE
6	CONCRETO POROSO + 1% PLASTOMEROS AQ-6	30.00	15.15	30/09/2022	28/10/2022	28	29315	180.26	162.63	175	92.93	CORTE

CONCIPIA E.I.R.L.

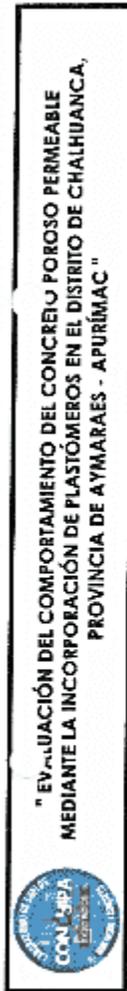
Mtro. Ing. Juan José Córdova Guzmán
 CONSULTOR EN GEOTECNIA Y CONCRETO
 ING. CIVIL. CIP. 19931

7

Laboratorio de Suelos y Concreto "CONCIPIA E.I.R.L." / Jr. Arica N°720 - Abancay - Apurímac
 conchipsa.eir@gmail.com - Cel. Claro 986829521

Figura 72 — Resistencia a la compresión de probetas del concreto poroso con incorporación de 1% de plastómeros





RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PROBETAS DE CONCRETO (NTP 339.034 / ASTM C39M)

PROYECTO: EVALUACION DE COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO POROSO PERMEABLE MEDIANTE LA INCORPORACION DE PLASTOMEROS EN EL DISTRITO DE CHALHUANCA, PROVINCIA DE AYMARAEAS-APURIMAC.

SECTOR: CHALHUANCA
DISTRITO: CHALHUANCA
PROVINCIA: AYMARAEAS
DEPARTAMENTO: APURIMAC

SOLICITADO POR: Bach. JANE STEVE CAMACHO CRUZ
 Bach. KAREN JULY HELARES SIEL

PROFESIONAL RESP: ING. SAÚL J. CHIPA CAHUANA

CONCRETO POROSO + 1.5 % PLASTOMEROS

N°	ELEMENTO ESTRUCTURAL	MEDIDAS (cm)		FECHA	EDAD	CARGO	AREA	RESIS. ALCANZADA	RESIS. DE DISEÑO	RESISTENCIA EN %	TIPO DE FALLA
		H	D								
1	CONCRETO POROSO + 1.5% PLASTOMEROS 50-1	30.00	15.10	30/09/2022	7	29330	179.07	144.82	175	82.75	CORTE
2	CONCRETO POROSO + 1.5% PLASTOMEROS 50-2	30.00	15.20	30/09/2022	7	27193	181.45	149.86	175	85.64	CONO
3	CONCRETO POROSO + 1.5% PLASTOMEROS 50-3	30.00	15.10	30/09/2022	14	34559	179.07	192.99	175	110.28	CORTE
4	CONCRETO POROSO + 1.5% PLASTOMEROS 50-4	30.00	15.15	30/09/2022	14	35372	180.26	194.23	175	112.13	CONO
5	CONCRETO POROSO + 1.5% PLASTOMEROS 50-5	30.00	15.05	30/09/2022	28	35663	177.89	200.48	175	114.58	CORTE
6	CONCRETO POROSO + 1.5% PLASTOMEROS 50-6	30.00	15.01	30/09/2022	28	35740	174.95	202.10	175	115.46	CORTE

CONCHIPA E.I.R.L.

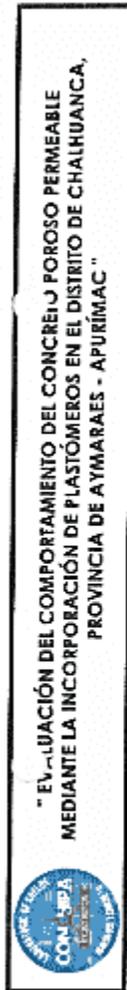
Rlm. Ing. Saúl José Chayo Cahuana
 CONSULTOR EN GEOTECNIA Y CONCRETO
 INC. C.V.L. CP. 193601

Laboratorio de Suelos y Cimentación "CONCHIPA E.I.R.L." / Av. Arica N°720 - Abancay - Apurímac
 conchipa@live.com - Call Center: 98629921

8

Figura 73 — Resistencia a la compresión de probetas del concreto poroso con incorporación de 1.5% de plastómeros





RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PROBETAS DE CONCRETO (NTP 339.034 / ASTM C39M)

PROYECTO: EVALUACION DE COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO POROSO PERMEABLE MEDIANTE LA INCORPORACION DE PLASTOMEROS EN EL DISTRITO DE CHALHUANCA-PROVINCIA DE AYMARAE-APURIMAC.

SECTOR: CHALHUANCA
DISTRITO: CHALHUANCA
PROVINCIA: AYMARAE
DEPARTAMENTO: APURIMAC

SOLICITADO POR: BOCH. JANE STEVE CAMACHO ORTIZ
 BOCH. KAREN YULY HILARES SUEL

PROFESIONAL RESP.: ING. SAÚL J. CHIPA CAHUANA

CONCRETO POROSO + 3 % PLASTOMEROS

N°	MEDIDAS (cm)		FECHA	EDAD	CARGO	AREA	RESIS. ALCANZADA	RESIS. DE DISEÑO	RESISTENCIA EN %	TIPO DE FALLA
	H	D								
1	30.00	15.15	30/09/2022	7	14539	180.26	80.49	175	45.99	COMTE
2	30.00	15.05	30/09/2022	7	15274	177.89	85.86	175	49.06	COMO
3	30.00	15.15	30/09/2022	14	23950	180.26	132.31	175	75.60	COMTE
4	30.00	15.20	30/09/2022	14	24140	181.46	133.04	175	76.02	COMO
5	30.00	15.30	30/09/2022	28	28184	183.85	163.30	175	87.60	COMTE
6	30.00	15.25	30/09/2022	28	28488	182.65	155.97	175	89.13	COMTE

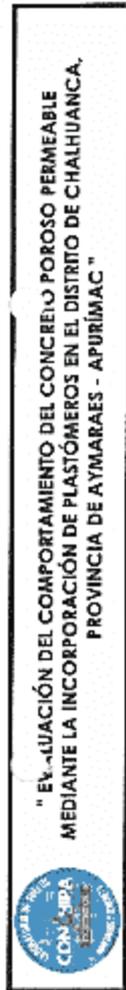
CONCHIPA E.I.R.L.

Memo Ing. Saúl José Chipa Cahuana
 conchipea@conchipea.com
 Ing. Civil, CNA 15388

Laboratorio de Suelos y Cimentos "CONCHIPA E.I.R.L." / Jr. Arica N°726 - Abancay - Apurímac
conchipea@conchipea.com - Cel: 0149098026971

Figura 74 — Resistencia a la compresión de probetas del concreto poroso con incorporación de 3% de plastómeros





2. RESULTADOS DE ROTURAS A FLEXION:

**RESISTENCIA A LA FLEXION DE VIGAS DE CONCRETO CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO
NTP 339.078 / ASTM C 78 / AASHTO T 97**

PROYECTO: EVALUACION DE COMFORTAMIENTO DEL CONCRETO POROSO FERMEABLE MEDIANTE LA INCORPORACION DE PLASTOMEROS EN EL DISTRITO DE CHALHUANCA, PROVINCIA DE AYMARAEAS APURIMAC

UBICACION: CHALHUANCA
DISTRITO: CHALHUANCA
PROVINCIA: AYMARAEAS
DEPARTAMENTO: APURIMAC
SOLICITADO POR: BOCH JANE STEVE CAMACHO ORTIZ
 BOCH KAREN YULY HIJARES SUIEL
PROFESIONAL RESPONSABLE: ING. SAUL J. CHIFA CALIJANA

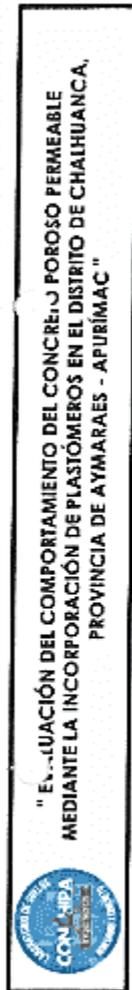
N°	Descripción del Blemento	MEDIDAS (cm)						FECHA	EDAD (DÍAS)	DIAL CARG (TON)	CONCRETO POROSO PATRON		LUGAR DE FALLA
		B	A	h	h ₀	h ₁	h ₂				ESFUERO (kg/cm²)	RESISTENCIA (kg/cm²)	
1	CONCRETO POROSO PATRON PV-1	15.2	15.0	54.3	4.56	30.06/2022	7/10/2022	7	2362	31.08	175	17.8	TERCIO MEDIO
2	CONCRETO POROSO PATRON PV-2	15.0	15.2	54.4	4.70	30.06/2022	7/10/2022	7	2464	32.25	175	18.4	TERCIO MEDIO
3	CONCRETO POROSO PATRON PV-3	15.0	15.2	55.0	5.00	30.06/2022	14/10/2022	14	2542	33.01	175	18.9	TERCIO MEDIO
4	CONCRETO POROSO PATRON PV-4	15.5	15.5	54.1	4.55	30/09/2022	14/10/2022	14	2854	34.49	175	19.7	TERCIO MEDIO
5	CONCRETO POROSO PATRON PV-5	15.0	15.1	53.4	4.20	30/09/2022	28/10/2022	28	3118	41.02	175	23.4	TERCIO MEDIO
6	CONCRETO POROSO PATRON PV-6	15.4	15.3	53.2	4.10	30/09/2022	28/10/2022	28	2912	36.35	175	22.8	TERCIO MEDIO

CONCIPIA E.I.R.L.
 Ing. Ing. Saul José Chifa Calijana
 CONSULTOR EN GEOTECNIA Y CONCRETO
 ING. CIVIL CIP-196301

OBSERVACIONES:
 Los resultados fueron elaborados por el solicitante.
 D.A.: Distancia libre del apoyo al extremo de la viga

Figura 75 — Resistencia a la flexión de vigas del concreto poroso patrón





**RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO
NTP 339.078 / ASTM C 78 / AASHTO T 97**

PROYECTO: EVALUACIÓN DE COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO POROSO PERMEABLE MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE PLASTÓMEROS EN EL DISTRITO DE CHALHUANCA, PROVINCIA DE AYMARAES - APURÍMAC

UBICACIÓN: CHALHUANCA
DISTRITO: CHALHUANCA
PROVINCIA: AYMARAES
DEPARTAMENTO: APURÍMAC

SOLICITADO POR: BOCA JANE SEVE CAMACHO ORTIZ
Boca, MARTIN JULY HILARES SIFEL
PROFESIONAL RESP: ING. SAUL J. CIPIA CAHUANA

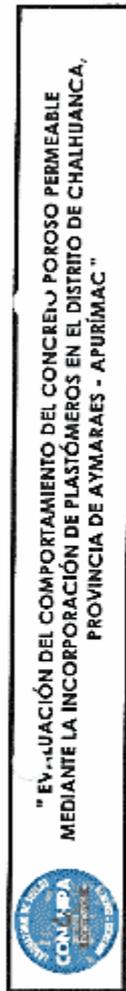
N°	Descripción del Elemento	MEDIDAS (cm)			FECHA	EDAD (DÍAS)	DÍAL CARG (KG)	ESFUERO (kg/cm ²)	DISEÑO	RESISTENCIA (kg/cm ²)	LUGAR DE FALLA
		H	A	B							
1	CONCRETO POROSO + 1% PLASTÓMEROS AV-1	15.2	15.0	55.1	30/09/2022	7	2263	29.78	175	17.0	TERCIO MEDIO
2	CONCRETO POROSO + 1% PLASTÓMEROS AV-2	15.0	15.2	54.2	30/09/2022	7	2043	24.30	175	15.2	TERCIO MEDIO
3	CONCRETO POROSO + 1% PLASTÓMEROS AV-3	15.3	15.5	54.3	30/09/2022	14	2129	25.73	175	14.7	TERCIO MEDIO
4	CONCRETO POROSO + 1% PLASTÓMEROS AV-4	15.0	15.1	54.4	30/09/2022	14	2174	28.60	175	14.3	TERCIO MEDIO
5	CONCRETO POROSO + 1% PLASTÓMEROS AV-5	15.4	15.3	55.0	30/09/2022	28	2970	37.07	175	21.2	TERCIO MEDIO
6	CONCRETO POROSO + 1% PLASTÓMEROS AV-6	15.3	15.3	54.1	30/09/2022	28	2816	35.38	175	20.2	TERCIO MEDIO

OBSERVACIONES:
Los tres vigas fueron elaborados por el solicitante.
D.A. *: Distancia entre el apoyo al estremo de la viga

CONCHIPA E.I.R.L.
Mtro. Ing. Saul José Cahuana
Ingeniero en Construcción
Ingeniero Civil (R. N. 1000)

Figura 76 — Resistencia a la flexión de vigas del concreto poroso con incorporación de 1% de plastómeros





**RESISTENCIA A LA FLEXION DE VIGAS DE CONCRETO CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO
NIP 339.078 / ASTM C 78 / AASHTO T 97**

PROYECTO: EVALUACION DE COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO POROSO PERMEABLE MEDIANTE LA INCORPORACION DE PLASTOMEROS EN EL DISTRITO DE CHALHUANCA, PROVINCIA DE AYMARAEAS-APURIMAC

UBICACIÓN: CHALHUANCA
DISTRITO: CHALHUANCA
PROVINCIA: AYMARAEAS
DEPARTAMENTO: APURIMAC
SOLICITADO POR: Bach. JANE SIEVE CAMACHO ORTIZ
 Bach. KAREN YULY HILARES SUEL
PROFESIONAL RESP: ING. SAÚL J. CHIPA CAHUANA

N°	Descripción del Elemento	MEDIDAS (cm)			FECHA	EDAD (DÍAS)	DIAL CAMG (kg-f)	ESFUERZO (kg/cm²)	DISEÑO (kg/cm²)	RESISTENCIA (kg)	LUGAR DE FALLA
		R	A	L							
1	CONCRETO POROSO + 1.5% PLASTOMEROS BV-1	15.2	15.0	53.4	4.20	30/09/2022	7	2445	32.43	175	18.5 TERCO MEDIO
2	CONCRETO POROSO + 1.5% PLASTOMEROS BV-2	15.0	15.2	53.2	4.10	30/09/2022	7	2256	30.99	175	17.5 TERCO MEDIO
3	CONCRETO POROSO + 1.5% PLASTOMEROS BV-3	15.5	15.5	55.1	5.05	30/09/2022	14	2883	34.94	175	19.9 TERCO MEDIO
4	CONCRETO POROSO + 1.5% PLASTOMEROS BV-4	15.0	15.1	54.2	4.60	30/09/2022	14	2616	36.37	175	21.9 TERCO MEDIO
5	CONCRETO POROSO + 1.5% PLASTOMEROS BV-5	15.4	15.3	54.3	4.65	30/09/2022	28	3339	43.80	175	25.0 TERCO MEDIO
6	CONCRETO POROSO + 1.5% PLASTOMEROS BV-6	15.3	15.3	54.4	4.70	30/09/2022	28	3775	42.44	175	22.1 TERCO MEDIO

CONCIPIA E.I.R.L.
 Mtro. José Raúl José Chipa Cahuana
 CONSULTOR EN MATERIA DE CONCRETO
 ING. CIVIL (CIP 19887)

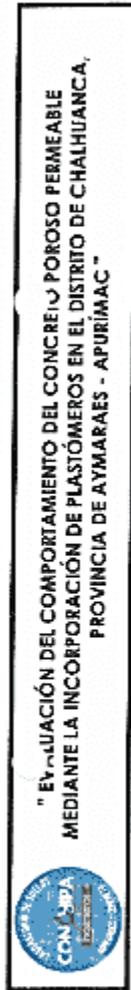
OBSERVACIONES:

Los testigos fueron elaborados por el solicitante.
 D.A. *: Distancia libre del apoyo al estribo de la viga

Laboratorio de Suelos y Concreto "CONCIPIA E.I.R.L." / J. Anco N° 720 — Arequipa — Apurímac
concipia.ei@gmail.com - Cel. 0144 566929821

Figura 77 — Resistencia a la flexión de vigas del concreto poroso con incorporación de 1.5% de plastómeros





**RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO
NIP 339.078 / ASTM C 78 / AASHTO T 97**

PROYECTO: EVALUACIÓN DE COMFORTA VIENTO DEL CONCRETO POROSO PERMEABLE MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE PLASTÓMEROS EN EL DISTRITO DE CHALHUANCA, PROVINCIA DE AYMARAEAS - APURÍMAC

UBICACIÓN: CHALHUANCA
DISTRITO: CHALHUANCA
PROVINCIA: AYMARAEAS
DEPARTAMENTO: APURÍMAC

SOLICITADO POR: Sra. JANE STEVE CALVA CHO ORTIZ

Sra. KAREN WILLY HILARES SUEL
PROFESIONAL RSP: ING. SAÚL J. CHIPA CAHUANA

N°	Descripción del Bebenrio	MEDIDAS (cm)			FECHA	EDAD (DÍAS)	DIÁMETRO (φ)	ESFUERZO (kg/cm²)	RESISTENCIA (kg/cm²)	LUGAR DE FALLA
		H	A	L						
1	CONCRETO POROSO + 3% PLASTÓMEROS CV-1	15.2	15.0	55.0	30/09/2022	7	1789	21.54	175	13.5 TERCIO MEDIO
2	CONCRETO POROSO + 3% PLASTÓMEROS CV-2	15.0	15.2	54.1	30/09/2022	7	1539	19.98	175	11.4 TERCIO MEDIO
3	CONCRETO POROSO + 3% PLASTÓMEROS CV-3	15.5	15.5	53.4	30/09/2022	14	2043	24.89	175	14.1 TERCIO MEDIO
4	CONCRETO POROSO + 3% PLASTÓMEROS CV-4	15.0	15.1	53.2	30/09/2022	14	2101	27.64	175	15.8 TERCIO MEDIO
5	CONCRETO POROSO + 3% PLASTÓMEROS CV-5	15.4	15.3	55.1	30/09/2022	29	3072	38.35	175	21.9 MF-BID
6	CONCRETO POROSO + 3% PLASTÓMEROS CV-6	15.3	15.3	54.2	30/09/2022	29	2971	37.33	175	21.3 TERCIO MEDIO

OBSERVACIONES:

Los testigos fueron elaborados por el solicitante.
D.A.º: Distancia libre del apoyo al esquinero de la viga

CONCIPIA E.I.R.L.

More No. Sur / East / Alto Cahuana
POBLENDO DE CHALHUANCA
PROVINCIA DE AYMARAEAS - APURÍMAC

Laboratorio de Suelos y Concreteo "CONCIPIA E.I.R.L." / J. Arica N°720 - Abancay - Apurímac
conciplia@igomail.com - Cel: 986299821

Figura 78 — Resistencia a la flexión de vigas del concreto poroso con incorporación de 3% de plastómeros





4. ENSAYO DE PERMEABILIDAD EN CONCRETO POROSO:

ENSAYO DE PERMEABILIDAD DEL CONCRETO (ACI 522 R-10)

Proyecto: "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO POROSO PERMEABLE MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE PLÁSTOMEROS EN EL DISTRITO DE CHALHUANCA, PROVINCIA DE AYMARAE - APURÍMAC"

Solicitante: BACH. KAREN YILLY HILARES SUEL
BACH. JANE ESTEVE CAMACHO ORTEL

$$K = \frac{L}{t} \cdot \frac{a}{L - A} \cdot \frac{h_1}{h_2} + \frac{h_1}{h_2} \cdot \frac{A}{L - A}$$

DONDE:

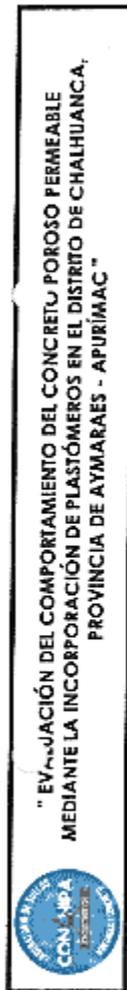
- K: Coeficiente de Permeabilidad (cm/seg)
- L: Longitud de la Muestra(cm)
- A: Área de la muestra(cm²)
- a: Área de la Tubería de Carga(cm²)
- t: Tiempo que tarda en pasar de h1 hasta h2
- h1: Altura de agua medida de la parte superior de la muestra(cm).
- h2: Altura de tubería de salida de agua (cm).

CONCRETO POROSO PATRON												
COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD EN EL CONCRETO POROSO												
Diseño	Muestra	Edad(días)	(t) seg.	(L)cm.	(D)cm	(d)cm.	(A) cm ² .	(a) cm ² .	(h1) cm.	(h2)cm.	(k)cm/s	(k)mm/s
PATRON	PP-1	28	50	15.24	10	10.15	78.54	80.91	1	30	1.0480	10.6802
PATRON	PP-2	28	51	15.22	10	10.15	78.54	80.91	1	30	1.0457	10.4570
PATRON	PP-3	28	52	15.23	10	10.15	78.54	80.91	1	30	1.0243	10.2627

CONCHIPA E.I.R.L.
Mtro. Ing. Scott José C. de Cabanilla
CONSEJO REGULADOR DEL COMERCIO
Nº. 001/198/1988

Figura 79 — Ensayo de permeabilidad del concreto poroso patrón





ENSAYO DE PERMEABILIDAD DEL CONCRETO (ACI 522 R-10)

Proyecto: EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO POROSO PERMEABLE MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE PLASTÓMEROS EN EL DISTRITO DE CHALHUANCA, PROVINCIA DE AYMARAE - APURÍMAC

Solicitante: BOACH, KAREN JULY HUAREZ SUELO

BOACH, JANE STEVE CAMACHO CRUZ

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

DONDE:

- K: Coeficiente de Permeabilidad (cm/seg)
- L: Longitud de la Muestra (cm)
- a: Área de la muestra (cm²)
- A: Área de la Tuberia de Carga (cm²)
- t: Tiempo que tarda en pasar de h1 hasta h2
- h1: Altura de agua medida de la parte superior de la muestra (cm)
- h2: Altura de tubería de salida de agua (cm)

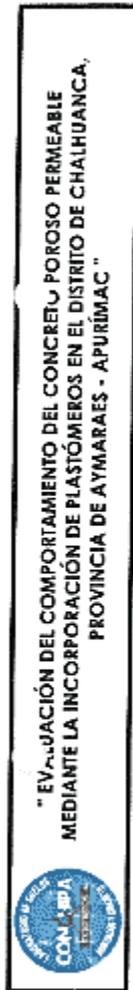
CONCRETO POROSO + 1% PLASTÓMEROS												
COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD EN EL CONCRETO POROSO												
Diseño	Muestra	Edad (días)	(t) seg.	(L) cm.	(D) cm	(d) cm.	(A) cm ² .	(a) cm ² .	(h2) cm.	(h1) cm	(k) cm/s	(k) mm/s
1% PLASTÓMEROS	AP-1	28	49	15.10	10	10.15	78.54	80.91	1	30	1.0798	10.7980
1% PLASTÓMEROS	AP-2	28	47	15.08	10	10.15	78.54	80.91	1	30	1.1243	11.2426
1% PLASTÓMEROS	AP-3	28	48	15.07	10	10.15	78.54	80.91	1	30	1.1001	11.0011



Laboratorio de Suelos y Concreto "CONCHIFA E.I.R.L.L." / Jr. Arica N°720 - Abancay - Apurímac
conchifa.com.pe@gmail.com - Cel: 080 986620921

Figura 80 — Ensayo de permeabilidad del concreto poroso con incorporación de 1% de plastómeros





ENSAYO DE PERMEABILIDAD DEL CONCRETO (ACI 522 R-10)

Proyecto: "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO POROSO PERMEABLE MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE PLASTÓMEROS EN EL DISTRITO DE CHALHUANCA, PROVINCIA DE AYMARAEZ - APURÍMAC"

Solicitante: BACH. KAREN JULY HILARES SUIZ

BACH. JUANESTEBE CAMACHO ORTIZ

$$K = \frac{L}{t} \frac{a}{A} \frac{h_1}{h_2}$$

DONDE:

- K: Coeficiente de Permeabilidad (cm/seg)
- L: Longitud de la Muestra(cm)
- a: Area de la muestra(cm²)
- A: Area de la Tubería de Carga(cm²)
- t: Tiempo que tarda en pasar de h1 hasta h2
- h1: Altura de agua medida de la parte superior de la muestra(cm).
- h2: Altura de tubería de salida de agua (cm).

CONCRETO POROSO + 1.5% PLASTÓMEROS												
COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD EN EL CONCRETO POROSO												
Diseño	Muestra	Edad(días)	(t) seg.	(L)cm.	(D)cm	(d) cm.	(A) cm ²	(a) cm ²	(h2)cm.	(h1) cm	(k)cm/s	(k)mm/s
1.5% PLASTÓMEROS	BP-1	28	52	15.05	10	10.15	78.54	80.91	1	30	1.0141	10.1414
1.5% PLASTÓMEROS	BP-2	28	51	15.09	10	10.15	78.54	80.91	1	30	1.0368	10.3677
1.5% PLASTÓMEROS	BP-3	28	53	15.02	10	10.15	78.54	80.91	1	30	0.9930	9.9302

CONCHIFA E.I.R.L.

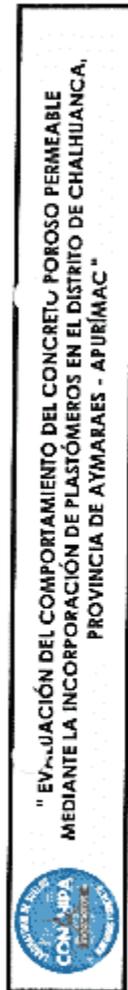
Miraflores, José Chivo Cabanero
 CARRANZO Y GERENTE GENERAL
 RUC: 20601030200

Laboratorio de Suelos y Concreto "CONCHIFA E.I.R.L." S.A. Av. Arica N°720 – Arequipa – Apurímac
 conchifa@live.com - Call Center: 086829921

16

Figura 81 — Ensayo de permeabilidad del concreto poroso con incorporación de 1.5% de plastómeros





ENSAYO DE PERMEABILIDAD DEL CONCRETO (ACI 522 R-10)

Proyecto: EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO POROSO PERMEABLE MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE PLASTÓMEROS EN EL DISTRITO DE CHALHUANCA, PROVINCIA DE AYMARAEAS - APURÍMAC.

Solicitante: BACH, KAREN JULY HILARES SUEL
BACH, JANE STEVE CAMACHO ORTIZ

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

DONDE:

- K: Coeficiente de Permeabilidad (cm/seg)
- L: Longitud de la Muestra(cm)
- a: Area de la muestra(cm²)
- A: Area de la Tubería de Carga(cm²)
- t: Tiempo que tarda en pasar de h1 hasta h2
- h1: Altura de agua medida de la parte superior de la muestra(cm).
- h2: Altura de tubería de salida de agua (cm).

COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD EN EL CONCRETO POROSO												
Diseño	Muestra	Edad(días)	(t) seg.	(L)cm.	(D)cm	(a) cm ² .	(A) cm ² .	(h1) cm	(h2)cm.	(k)cm/s	(k)mm/s	
3% PLASTÓMEROS	CP-1	28	51	15.00	10	10.15	78.54	80.91	1	30	1.0306	10.3059
3% PLASTÓMEROS	CP-2	28	54	15.10	10	10.15	78.54	80.91	1	30	0.9798	9.7982
3% PLASTÓMEROS	CP-3	28	53	15.12	10	10.15	78.54	80.91	1	30	0.9996	9.9963

CONCHIPA E.I.R.L.

Mtro. Ing. Juan José China Caruana
CONSEJO EN INGENIERÍA DE CONCRETO
INC. CIVIL. CIP. 103801

Figura 82 — Ensayo de permeabilidad del concreto poroso con incorporación de 3% de plastómeros



ANEXO 7. Certificado de calibración de la prensa de concreto



SERVICIOS & METROLOGÍA S.A.C
LABORATORIO DE METROLOGÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SMF - 009 - 2022

		Página 1 de 3
Expediente	22-0015	<p>Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.</p> <p>Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.</p> <p>SERVICIOS & METROLOGÍA S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
1. Solicitante	CONCHIPA E.I.R.L.	
2. Dirección	Pro. Arica N° s/n Abancay - Abancay - APURIMAC	
3. Equipo	PRENSA DE CONCRETO	
Capacidad	1200 kN	
Marca	PINZUAR	
Modelo	PC-42	
Número de Serie	449	
Identificación	NO INDICA	
Procedencia	COLOMBIA	
Indicación	DIGITAL	
Marca	PINZUAR	
Modelo	PC-42	
Número de Serie	449	
Resolución	0,01 kN	
4. Fecha de Calibración	2022-05-11	
5. Fecha de Emisión	2022-05-16	

Sello

Jefe de Laboratorio



Firmado digitalmente por
ELEAZAR CESAR CHAVEZ
RARAZ
Fecha: 2022.05.16 13:43:05
-05'00'

✉ ventasservimetrol@gmail.com
✉ aservimetrol@gmail.com
✉ cservimetrol@gmail.com

☎ 938102709
938327400

📍 Cal.37 Mza. A-34 Lote. 29 Urb.
Cultura Peruana Moderna
Lima- Lima- Santa Anita

Figura 83 — Certificado de calibración de la prensa de concreto – datos de la prensa de concreto



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN SMF - 009 - 2022

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.
Pro. Arica N° s/n Abancay - Abancay - APURIMAC

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	23,8 °C	22,2 °C
Humedad Relativa	45 % HR	45 % HR

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH - Alemania 2020-187747 / 2021-195857	Celda de carga calibrado a 150 tn con incertidumbre del orden de 0,6 %	LEDI-PUCP INF-LE-028-22B

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1,0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.

 ventasservimetrol@gmail.com
 aservimetrol@gmail.com
 cservimetrol@gmail.com

 938102709
 938327400

 CaL37 Mza. A-34 Lote. 29 Urb.
 Cultura Peruana Moderna
 Lima- Lima- Santa Anita

Figura 84 — Método, lugar, condiciones ambientales, patrones de referencia y observaciones de calibración de la prensa de concreto

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN SMF - 009 - 2022

Página 3 de 1

Resultados de Medición

Indicación del Equipo	Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia				
	F_1 (kN)	F_2 (kN)	F_3 (kN)	F_4 (kN)	$F_{Promedio}$ (kN)
100,00	100,41	99,99	100,05		100,15
200,00	200,26	199,75	199,73		199,91
300,00	299,93	299,65	299,67		299,75
400,00	399,70	399,35	399,21		399,42
500,00	499,44	499,97	499,03		499,15
600,00	599,00	599,60	599,76		599,66
700,00	699,64	699,15	699,09		699,03
800,00	799,76	799,64	799,56		799,66
900,00	900,46	900,16	900,16		900,27
1000,00	1001,16	1000,71	1000,75		1000,66
Retorno a Cero	0,00	0,00	0,00		

Indicación del Equipo	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa a (%)	
100	-0,15	0,41	---	0,01	0,35
200	0,04	0,26	---	0,01	0,35
300	0,06	0,09	---	0,00	0,35
400	0,15	0,12	---	0,00	0,35
500	0,17	0,09	---	0,00	0,35
600	0,19	0,04	---	0,00	0,35
700	0,14	0,04	---	0,00	0,35
800	0,04	0,02	---	0,00	0,35
900	-0,03	0,03	---	0,00	0,35
1000	-0,09	0,05	---	0,00	0,35

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0)	0,00 %
---	--------

Nota

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores que influyen en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a lo largo del tiempo.

asservimetrol@gmail.com
 vimetrol@gmail.com
 vimetrol@gmail.com

938102709
 938327400

Cal37 Mza. A-34 Lote. 29 Urb.
 Cultura Peruana Moderna
 Lima- Lima- Santa Anita

Figura 85 — Resultados de medición de la calibración de la prensa de concreto



ANEXO 8. Certificado de calibración del horno de laboratorio



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0141-018-2022

Página 1 de 5

Arsou Group
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión	2022/01/10	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)</p> <p>Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.</p> <p>ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.</p> <p>Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.</p>
Solicitante	CONCHIPA EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADO	
Dirección	PRO. ARICA NRO. 5N (EQUINA CTDO PUERTA ROJA, FT TIENDA) APURIMAC - ABANCAY - ABANCAY	
Instrumento de medición	HORNO DE LABORATORIO	
Identificación	0141-018-2022	
Marca	ARSOU	
Modelo	HR701	
Serie	400215	
Cámara	85 Litros	
Ventilación	NATURAL	
Prómetro	THOLZ	
Modelo	NO INDICA	
Procedencia	PERÚ	
Lugar de calibración	Laboratorio de ARSOU GROUP	
Fecha de calibración	2022/01/10	
<p>Método/Procedimiento de calibración</p> <p>- SNM – PC-018 2da Ed. 2009 – Procedimiento para la calibración de medicos isotermos con aire como medio termostático. INACAL.</p> <p>- ASTM D 2216, MTC E 108 – Método de ensayo para determinar el contenido de humedad del suelo.</p>		





ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Vív. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301 1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

Figura 86 — Certificado de calibración del horno de laboratorio – datos del horno de laboratorio





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0141-018-2022

Página 2 de 5

Arso Group

Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Termómetro con sonda MARCA: EZDO	0545-CLT-2019 - LABORATORIO ACREDITADO CON REGISTRO N° LC-005

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 20,1 °C	Final: 20,5 °C
Humedad Relativa	Inicial: 65 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TEMPERATURA

Tiempo (h:min)	Párametro °C	INDICACIONES CORREGIDAS DE CADA TERMOCUPLA ° C										T° Prom. °C	Tmax - Tmin °C
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00:00	110	110.1	110.8	110.5	111.0	110.1	110.7	110.4	111.0	110.6	110.0	110.5	1.0
00:02	110	110.2	111.0	110.9	110.2	110.0	111.0	110.1	110.9	111.0	110.5	110.5	1.0
00:04	110	110.4	110.4	110.3	110.4	110.2	110.8	110.4	110.7	110.3	110.7	110.5	0.8
00:06	110	110.1	110.6	110.8	110.6	110.8	110.1	110.2	110.3	110.8	110.0	110.4	0.8
00:08	110	110.9	110.6	110.5	110.4	110.5	110.0	110.5	111.0	110.7	110.4	110.5	0.6
00:10	110	110.9	110.7	110.5	110.1	110.5	110.8	110.2	110.3	110.9	110.8	110.6	0.7
00:12	110	110.2	110.3	110.2	111.0	110.7	110.7	110.1	110.0	110.9	110.6	110.5	1.0
00:14	110	110.9	110.6	110.2	110.9	110.6	110.8	110.1	110.7	110.9	110.3	110.6	0.8
00:16	110	110.3	110.7	110.3	110.9	110.6	111.0	110.5	110.2	110.9	110.8	110.5	0.9
00:18	110	110.8	110.9	111.2	110.0	110.2	110.9	110.1	110.7	110.3	110.7	110.6	0.9
00:20	110	110.6	110.9	110.8	110.7	110.7	110.5	110.0	110.7	110.2	111.0	110.6	1.0
00:22	110	110.4	110.9	111.0	110.2	110.2	110.1	110.2	110.6	110.6	110.5	110.5	0.9
00:24	110	110.1	110.0	110.4	110.6	110.4	110.2	110.6	111.0	111.0	110.8	110.5	1.0
00:26	110	110.0	110.3	110.7	110.4	110.6	110.6	110.4	110.6	110.3	110.2	110.4	0.7
00:28	110	110.6	110.6	110.4	110.3	110.4	110.7	110.0	110.7	110.4	110.8	110.6	0.9
00:30	110	110.8	111.0	110.5	110.9	110.2	110.2	110.9	111.0	110.8	110.2	110.7	0.8
00:32	110	110.3	110.5	110.9	110.1	110.3	110.6	110.7	111.0	110.8	110.4	110.6	0.9
00:34	110	110.0	110.2	111.0	110.9	110.5	110.6	110.4	110.2	110.9	110.2	110.5	1.0
00:36	110	110.9	110.6	110.5	111.0	110.7	110.5	110.8	110.2	110.2	110.4	110.6	0.8
00:38	110	111.0	110.0	110.9	110.9	110.4	110.8	110.5	111.0	110.0	110.7	110.6	1.0
00:40	110	110.8	110.8	110.2	110.9	110.6	110.9	110.7	110.0	110.7	110.2	110.6	0.9
00:42	110	110.8	110.9	110.3	110.7	111.0	110.5	110.3	110.6	110.2	110.7	110.6	0.8
00:44	110	110.0	110.5	111.0	110.4	110.5	110.5	110.8	110.8	110.5	110.7	110.6	1.0
00:46	110	111.0	110.1	111.0	110.5	110.9	110.7	110.3	110.9	110.4	110.5	110.6	0.9
00:48	110	110.6	110.2	110.5	110.1	111.0	110.2	110.8	110.4	110.6	110.1	110.5	0.9
00:50	110	110.9	110.9	110.7	110.4	110.4	110.2	110.1	110.1	110.2	110.8	110.5	0.8
T. PROM.	110	110.5	110.6	110.6	110.5	110.6	110.4	110.6	110.6	110.5	110.5		
T. MAX.	110	111.0	111.0	111.0	111.0	111.0	111.0	110.9	111.0	111.0	111.0		
T. MIN.	110	110.0	110.0	110.2	110.1	110.0	110.1	110.0	110.0	110.0	110.0		

Nomenclatura:

- T. P Promedio de indicaciones corregidas de los termopares para un instante de tiempo.
- Tm Diferencia entre máxima y mínima temperatura para un instante de tiempo.
- T. P Promedio de indicaciones corregidas para a cada termocupla durante el tiempo total.
- T. M La Máxima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.
- T. M La Mínima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote D1, San Martín de Porres, Lima, Perú
Tel: +51 901-1680 / Cel: +51 928 196 798 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA

Figura 87 — Resultados de temperatura del horno de laboratorio



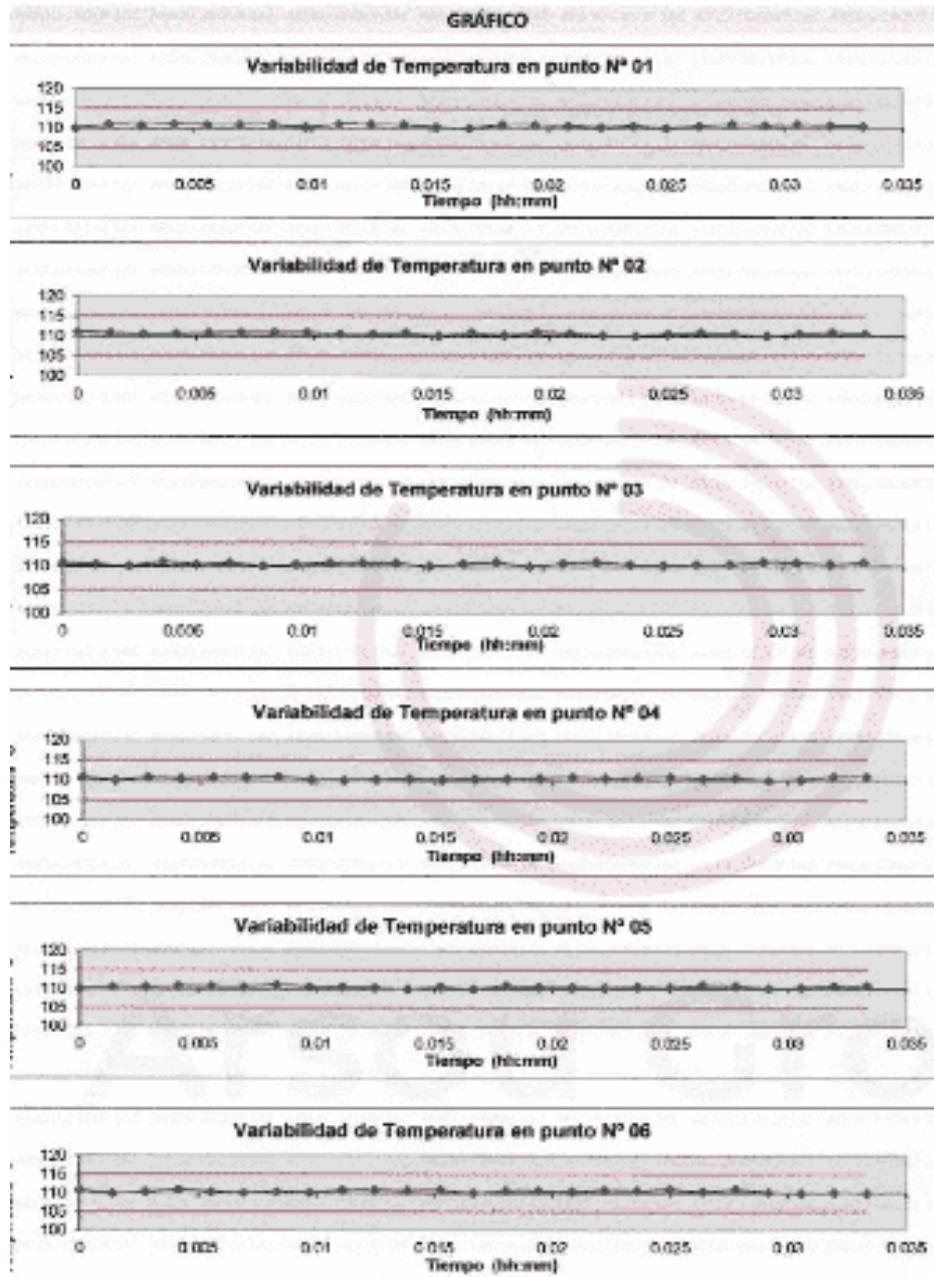




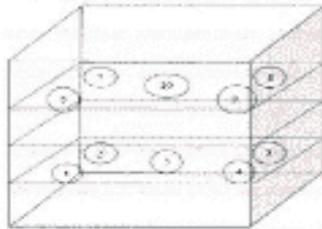

Figura 88 — Grafico de variabilidad de temperatura en punto N°01 - N°06 del horno de laboratorio



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0141-018-2022

Arsou Group
Historia de Metrología

GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN DE SENSORES DE TEMPERATURA



PANEL FRONTAL DEL EQUIPO

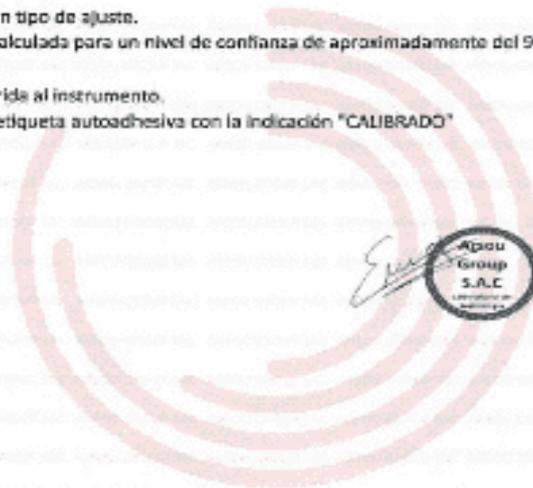
Observaciones

Después de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.

La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura $k=2$.

Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.

Para fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



Arsou Group

ARSOU GROUP S.A.C.

TERMINADO POR: Aracely Parales

Figura 90 — Grafico de distribución de sensores de temperatura del horno de laboratorio



ANEXO 9. Certificado de calibración de la balanza electrónica



SERVICIOS & METROLOGÍA S.A.C.
LABORATORIO DE METROLOGÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SMM - 009 - 2022

Página 1 de 4

Expediente	22-0015	<p>Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.</p> <p>Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.</p> <p>SERVICIOS & METROLOGÍA S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
Solicitante	CONCHIPA E.I.R.L.	
Dirección	Pro. Arica N° s/n Abancay - Abancay - APURIMAC	
Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	
Capacidad Máxima	600 g	
División de escala	0,01 g	
División de verificación	0,01 g	
Clase de exactitud	II	
Marca	OHAUS	
Modelo	NO INDICA	
Número de Serie	8342157605	
Identificación	NO INDICA	
Procedencia	U.S.A.	
Fecha de Calibración	2022-05-12	
Fecha de Emisión	2022-05-16	

Sello

Jefe de Laboratorio



Firmado digitalmente por
ELEAZAR CESAR CHAVEZ RARAZ
Fecha: 2022.05.16 17:03:30
-05'00'

✉ ventasservimetrol@gmail.com
✉ aservimetrol@gmail.com
✉ cservimetrol@gmail.com

☎ 938102709
☎ 938327400

📍 Cal.37 Mza. A-34 Lote. 29 Urb. Cultura Peruana Moderna
Lima- Lima- Santa Anita

Figura 91 — Certificado de calibración de la balanza electrónica – datos de la balanza electrónica



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN SMM - 009 - 2022

Página 2 de

6. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación directa, según el PC-011: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y Clase II" del SNM-INDECOPI. Cuarta Edición.

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.
Pro. Arica N° s/n Abancay - Abancay - APURIMAC

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	20,1 °C	20,7 °C
Humedad Relativa	54 %	53 %

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESAS (Clase de exactitud E1) LM-075-2020	PESAS (Clase de exactitud E2)	LM-C-155-2022

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.


ventasservimetrol@gmail.com
aservimetrol@gmail.com
cservimetrol@gmail.com


 938102709
 938327400


 Cal.37 Mza. A-34 Lote. 29 Urb.
 Cultura Peruana Moderna
 Lima- Lima- Santa Anita

Figura 92 — Método, lugar, condiciones ambientales, patrones de referencia y observaciones de calibración de la balanza electrónica

SERVIMETROL

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN SMM - 009 - 2022

Página 3

Resultados de Medición

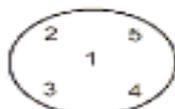
INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición Nº	Temperatura Inicial 20,1 °C			Temperatura Final 20,2 °C			
	Carga L1 = I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Carga L2 = I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	
1	300,00	5	0	600,02	9	16	
2	300,00	6	-1	600,01	4	11	
3	300,00	6	-1	600,01	3	12	
4	300,00	6	-1	600,01	3	12	
5	300,00	5	0	600,01	3	12	
6	300,00	5	0	600,02	8	17	
7	300,00	5	0	600,01	4	11	
8	300,00	6	-1	600,01	4	11	
9	300,00	7	-2	600,02	8	17	
10	300,00	6	-1	600,01	3	12	
Diferencia Máxima			2	Diferencia Máxima			6
Error Máximo Permisible			± 30	Error Máximo Permisible			± 30

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición
de las
cargas

Medición Carga a a	Temperatura Inicial 20,2 °C				Temperatura Final 20,5 °C				
	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
Carga Minima*	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
0,10 g	0,10	6	-1	200,00	200,00	6	-1	0	
	0,10	6	-1		200,01	9	6	7	
	0,10	6	-1		200,01	8	7	8	
	0,10	6	-1		199,99	3	-8	-7	
	0,10	6	-1		199,99	3	-8	-7	
Valor entre 0 y 10e								Error máximo permisible	± 30

ventasservimetrol@gmail.com
aservimetrol@gmail.com
cservimetrol@gmail.com

938102709
938327400

Cal.37 Mza. A-34 Lote. 29 Urb.
Cultura Peruana Moderna
Lima- Lima- Santa Anita

Figura 93 — Resultados de medición de inspección visual, ensayo de repetibilidad y ensayo de excentricidad de la balanza electrónica



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SMM - 009 - 2022**

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	20,5 °C	20,7 °C

Carga (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** (± mg)
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
0	0,10	6	-1						
0	0,20	6	-1	0	0,20	5	0	1	10
0	1,00	6	-1	0	1,00	5	0	1	10
30	10,00	6	-1	0	10,00	6	-1	0	10
30	19,99	3	-8	-7	19,99	2	-7	-6	10
30	50,00	7	-2	-1	50,00	7	-2	-1	20
00	100,00	8	-3	-2	100,00	6	-1	0	20
00	200,00	8	-3	-2	200,00	6	-1	0	30
00	299,99	3	-8	-7	300,00	8	-3	-2	30
00	399,99	4	-9	-8	399,99	3	-8	-7	30
00	499,99	4	-9	-8	499,99	3	-8	-7	30
00	599,99	6	-11	-10	599,99	6	-11	-10	30

R: máxima permisible

Legenda: L: Carga aplicada a la balanza. ΔL: Carga adicional. E₀: Error en cero.
l: Indicación de la balanza. E: Error encontrado. E_c: Error corregido.

Lectura corregida $R_{CORREGIDA} = R + 0,0000175 R$

Incertidumbre expandida de medición $U = 2x\sqrt{(0,0000251 \text{ g}^2 + 0,000000000197 \text{ R}^2)}$

Incertidumbre

La incertidumbre U reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento

ventasservimetrol@gmail.com
aservimetrol@gmail.com
cservimetrol@gmail.com

938102709
938327400

Cal.37 Mza. A-34 Lote. 29 Urb.
Cultura Peruana Moderna
Lima- Lima- Santa Anita

Figura 94 — Ensayo de pesaje de la balanza electrónica