

UNIVERSIDAD DE SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



Influencia del mucílago de *Heliocarpus americanus* al 4%, 6%, 8% en la impermeabilización y resistencia a la compresión del concreto
 $f'c=260\text{kg/cm}^2$

Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil

Autor:

Bazán Jaimes, Lenin Fulgencio

Asesor:

Flores Reyes, Gumercindo; Código ORCID: 0000-0002-2305-7339

Huaraz – Perú

2023

INDICE GENERAL

PALABRAS CLAVES	vii
CONSTANCIA TURNITIN	viii
TÍTULO	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
I). INTRODUCCION	1
II). METODOLOGÍA	35
III). RESULTADOS	41
IV). ANALISIS Y DISCUSION	78
V). CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	85
VII). REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	89
VIII). ANEXOS	97

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Límites de gradación especificados en la norma NTP 400.037	6
Tabla 2 Límites granulométricos para el agregado fino	7
Tabla 3 Límites de composición en óxidos en un cemento portland.....	9
Tabla 4 Valores permisibles de algunos elementos y compuestos en el agua.....	10
Tabla 5 Clasificación de las clases de asentamiento	12
Tabla 6 Relación agua/cemento por resistencia (diseño en peso)	13
Tabla 7 Casos de exposición ambiental y sus especificaciones de profundidades máximas y medias (mm).	25
Tabla 8 Relación de la permeabilidad del concreto con el coeficiente de permeabilidad y la profundidad de penetración	26
Tabla 9 Cuadro de resumen de muestra.....	36
Tabla 10 Rango aceptable de fuerzas individuales de cilindros	39
Tabla 11 Determinación del pH (potencial de hidrogeno) del mucilago de <i>Heliocarpus americanus</i>	41
Tabla 12 Determinación de las cenizas de la muestra de mucilago <i>Heliocarpus americanus</i>	41
Tabla 13 Análisis de composición química elemental de las cenizas a 445° de la muestra	42
Tabla 14 Análisis de composición química del mucílago <i>Heliocarpus americanus</i> expresada en óxidos de las cenizas a 445°c de la muestra	43
Tabla 15 Características de los agregados para el diseño de mezcla.....	44
Tabla 16 Dosificación de concreto patrón	45
Tabla 17 Dosificación de concreto con 4% de mucílago de <i>Heliocarpus americanus</i>	45
Tabla 18 Dosificación de concreto con 6% de mucílago de <i>Heliocarpus americanus</i>	46
Tabla 19 Dosificación de concreto con 8% de mucílago de <i>Heliocarpus americanus</i>	46
Tabla 20 Ensayo de resistencia a la compresión (kg/cm ²) del concreto patrón a los 7, 14 y 28 días.....	47
Tabla 21 <i>Ensayo de resistencia a la compresión (kg/cm²) del concreto con <i>Heliocarpus americanus</i> al 4% a los 7, 14 y 28 días</i>	48
Tabla 22 Ensayo de resistencia a la compresión (kg/cm ²) del concreto con <i>Heliocarpus americanus</i> al 6% a los 7, 14 y 28 días.....	49
Tabla 23 Ensayo de resistencia a la compresión (kg/cm ²) del concreto con <i>Heliocarpus americanus</i> al 8% a los 7, 14 y 28 días.....	50
Tabla 24 Rango aceptable de fuerzas individuales de cilindros-concreto patrón.....	51
Tabla 25 Rango aceptable de fuerzas individuales de cilindros-concreto 4% Ha.....	52
Tabla 26 Rango aceptable de fuerzas individuales de cilindros-concreto con 6% Ha	53
Tabla 27 Rango aceptable de fuerzas individuales de cilindros-concreto con 8% Ha	54
Tabla 28 Resumen del promedio de resistencias a la compresión (kg/cm ²) del concreto patrón y experimentales.....	60
Tabla 29 Prueba de normalidad de las fuerzas de compresión a través de prueba Shapiro – Wilk	61
Tabla 30 Análisis de varianza (ANOVA) del promedio de las resistencias a la compresión en los diferentes días de ensayo.....	62
Tabla 31 Prueba T de student para concreto patrón y el experimental 4%	63

Tabla 32 Prueba T de student para el concreto patrón y el experimental 6%	64
Tabla 33 Prueba t de Student para el concreto patrón y el experimental 8%	64
Tabla 34 Profundidad de penetración del agua del concreto patrón a los 28 días.....	65
Tabla 35 Profundidad de penetración del agua del concreto experimental 4% a los 28 días	65
Tabla 36 Profundidad de penetración del agua del concreto experimental 6% a los 28 días	66
Tabla 37 Profundidad de penetración del agua del concreto experimental 8% a los 28 días	66
Tabla 38 Resumen de volumen de poros del concreto patrón y los experimentales	68
Tabla 39 Coeficiente de permeabilidad K (m/s) del concreto patrón a los 28 días	70
Tabla 40 Coeficiente de permeabilidad K (m/s) del concreto experimental 4% a los 28 días	70
Tabla 41 Coeficiente de permeabilidad K (m/s) del concreto experimental 6% a los 28 días	71
Tabla 42 Coeficiente de permeabilidad K (m/s) del concreto experimental 8% a los 28 días	71
Tabla 43 Prueba de normalidad de los Coeficientes de permeabilidad K (m/s) a través de prueba Shapiro – Wilk.....	73
Tabla 44 Análisis de varianza (ANOVA) del Coeficiente de permeabilidad K (m/s) del concreto patrón y experimentales 4%, 6%, 8%	74
Tabla 45 Prueba T de student para el coeficiente de permeabilidad K (m/s) del concreto patrón Vs el experimental 4%	75
Tabla 46 Prueba T de student para el coeficiente de permeabilidad K (m/s) del concreto patrón Vs el experimental 6%	76
Tabla 47 Prueba T de student para el coeficiente de permeabilidad K (m/s) del concreto patrón Vs el experimental 8%	76

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Composición química de los materiales cementantes.....	10
Figura 2 Heliocarpus americanus L (Huampo Blanco).....	15
Figura 3 Análisis fisicoquímico del mucilago de Heliocarpus americanus	15
Figura 4 Recolección de corteza de Heliocarpus americanus	16
Figura 5 secado de corteza de Heliocarpus americanus a la intemperie	17
Figura 6 Dispositivo de ensayo de profundidad de penetración del agua	27
Figura 7 Esquema de diseño de investigación correlacional.....	35
Figura 8 Composición química del mucilago de Heliocarpus americanus (%)	44
Figura 9 Resistencia a la compresión (Kg/cm ²) del concreto patrón en los diferentes días de prueba.....	55
Figura 10 Resistencia a la compresión (Kg/cm ²) del concreto Experimental 4% en los diferentes días de prueba	55
Figura 11 Resistencia a la compresión (Kg/cm ²) del concreto Experimental 6% en los diferentes días de prueba	56
Figura 12 Resistencia a la compresión (Kg/cm ²) del concreto Experimental 8% en los diferentes días de prueba	56
Figura 13 Resistencia a la compresión (kg/cm ²) promedio del concreto patrón y con Heliocarpus americanus al 4%, 6% y 8% en diferentes días de rotura	57
Figura 14 Resistencia a la compresión (kg/cm ²) promedio del concreto patrón y con Heliocarpus americanus al 4%, 6% y 8% en diferentes días de rotura	58
Figura 15 Correlación entre los diferentes porcentajes de adiciones de Heliocarpus americanus y F ^c (kg/cm ²) el día 07 de curado.....	59
Figura 16 Correlación entre los diferentes porcentajes de adiciones de Heliocarpus americanus y F ^c (kg/cm ²) el día 14 de curado.....	59
Figura 17 Correlación entre los diferentes porcentajes de adiciones de Heliocarpus americanus y F ^c (kg/cm ²) el día 28 de curado.....	60
Figura 18 profundidad de penetración del agua en el concreto en mm; concreto patrón y los diferentes experimentales.....	67
Figura 19 profundidad de penetración del agua en el concreto.....	67
Figura 20 volumen de poros del concreto patrón y experimentales.....	69
Figura 21 Correlación del volumen de vacíos y las diferentes adiciones de Heliocarpus americanus	69
Figura 22 Correlación del coeficiente de permeabilidad del concreto (m/s) con los diferentes porcentajes de adición de Heliocarpus americanus	72
Figura 23 Coeficiente de permeabilidad K (m/s) del concreto patrón y experimentales ...	72

PALABRAS CLAVES

Tema	Impermeabilización y resistencia a la compresión del concreto
Especialidad	Tecnología del concreto

KEYWORDS

Topic	Waterproofing and compressive strength of concrete
Specialty	Concrete Technology

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Línea	Estructuras
Área	Ingeniería Civil
Subárea	Ingeniería Civil
Disciplina	Ingeniería Civil

CONSTANCIA TURNITIN



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El que suscribe, Vicerrector de Investigación de la Universidad San Pedro:

HACE CONSTAR

Que, de la revisión del trabajo titulado "**Influencia del mucílago de *Heliocarpus americanus* al 4%, 6%, 8% en la impermeabilización y resistencia a la compresión del concreto $f'c=260\text{kg/cm}^2$** " del (a) estudiante: **BAZAN JAIMES LENIN FULGENCIO**, identificado(a) con Código N° **1414200202**, se ha verificado un porcentaje de similitud del **28%**, el cual se encuentra dentro del parámetro establecido por la Universidad San Pedro mediante resolución de Consejo Universitario N° 5037-2019-USP/CU para la obtención de grados y títulos académicos de pre y posgrado, así como proyectos de investigación anual Docente.

Se expide la presente constancia para los fines pertinentes.

Chimbote, 04 de diciembre de 2023

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

Dr. JAVIER MARTÍNEZ CARRIÓN
VICERRECTOR



NOTA: Este documento carece de valor si no tiene adjunta el reporte del Software TURNITIN.

TÍTULO

**Influencia del mucilago de *Heliocarpus americanus* al 4%, 6%, 8% en la impermeabilización y resistencia a la compresión del concreto
 $f'c=260\text{kg/cm}^2$**

RESUMEN

Los principales parámetros que afectan la durabilidad de las estructuras de concreto son la resistencia a la compresión y la permeabilidad además existe la necesidad de sustituir el uso de los aditivos químicos con insumos naturales propios de la zona, se realizó esta investigación cuyo objetivo general fue determinar la influencia del mucílago de *Heliocarpus americanus* al 4%, 6%, 8% en la impermeabilización y la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 260 \text{ kg/cm}^2$, cuya metodología empleada fue experimental correlacional, enfoque cuantitativo, la muestra estuvo conformada por 60 probetas cilíndricas, para determinar profundidad de penetración del agua se usó la norma UNE- EN 12390-8, para el coeficiente de permeabilidad NTC 4483, para determinar porcentaje de vacíos NTP 339.187, a los 28 días el experimental 4% fue la que obtuvo la mayor resistencia a la compresión ($f'c=293.48 \text{ kg/cm}^2$) y la prueba T de student demuestra que hay una relación significativa, el menor coeficiente de permeabilidad del concreto se obtuvo con el experimental 6% ($1.480\text{E}-12$), resultando concreto de permeabilidad media y la prueba T de student demuestra que hay una relación significativa; la FRX del mucílago de *Heliocarpus americanus* determinó que el óxido de magnesio (MgO) es el segundo compuesto de mayor presencia, siendo este compuesto el responsable de mejorar la impermeabilización y la resistencia a la compresión, se concluye que el uso del mucílago de *Heliocarpus americanus* como aditivo influye significativamente en la resistencia a la compresión y la impermeabilización del concreto.

ABSTRACT

The main parameters that affect the durability of concrete structures are compression resistance and permeability. In addition, there is a need to replace the use of chemical additives with natural inputs from the area. This research was carried out, the general objective of which was to determine the influence of *Heliocarpus americanus* mucilage at 4%, 6%, 8% on the waterproofing and compressive strength of concrete $f_c = 260 \text{ kg/cm}^2$, whose methodology used was experimental correlational, quantitative approach, the sample was made up for 60 cylindrical specimens, to determine the depth of water penetration, the UNE-EN 12390-8 standard was used, for the permeability coefficient NTC 4483, to determine the percentage of voids NTP 339.187, after 28 days the experimental 4% was the one that obtained the highest compressive strength ($f_c=293.48 \text{ kg/cm}^2$) and the student's T test shows that there is a significant relationship, the lowest permeability coefficient of the concrete was obtained with the experimental 6% ($1.480\text{E-}12$), resulting in concrete of medium permeability and the student's T test shows that there is a significant relationship; The XRF of *Heliocarpus americanus* mucilage determined that magnesium oxide (MgO) is the second most present compound, this compound being responsible for improving waterproofing and compression resistance, it is concluded that the use of *Heliocarpus americanus* mucilage As an additive it significantly influences the compression resistance and waterproofing of concrete.

I). INTRODUCCION

ANTECEDENTES Y FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA

Antecedentes

A nivel internacional tenemos:

Meneses, J. y Soriano, R. (2022), en su tesis titulada “Análisis comparativo de la permeabilidad de hormigones $f'c$ 240 kg/cm² con tres aditivos tipo s, para el uso en la zona costera de la provincia de Santa Elena” para obtener el grado de ingeniero civil, en la Universidad estatal Península de Santa Elena, cuyo objetivo principal fue, analizar la influencia de los aditivos tipo S en la reducción de la permeabilidad de hormigones $f'c$ 240 kg/cm², para lo cual utilizaron como guía la norma UNE-EN 12390-8, el tipo de investigación fue experimental nivel descriptivo con enfoque cuantitativo, diseñaron 12 mezclas de hormigón, emplearon 3 tipos de cemento GU (cementos de uso general, CHMB, HLCM,ATS), un patrón y tres dosificaciones con la inclusión de aditivos tipo S (0.5% de lignosulfato “A”, 0.5% de lignosulfato “B” y 2.5% de aditivo impermeabilizante por cristalización) en total 72 probetas cilíndricas para ensayo de compresión obteniendo mayor resistencia con cemento ATS más el aditivo 0.5% de lignosulfato “B” 301.27 kg/cm², el patrón ATS 263.13 kg/cm²; para el ensayo de penetración de agua bajo presión elaboraron 24 probetas cilíndricas de las cuales la dosificación ATS más 2.5% de aditivo impermeabilizante por cristalización presento 0.0mm de penetración y el patrón ATS 34mm, concluyeron que se obtuvo un hormigón impermeable de acuerdo a la norma UNE-EN18390-8.

Pérez, I. (2019), en su tesis titulada “Permeabilidad del concreto, elaborado con cemento hidráulico para uso general, según normas UNE-EN 12390-8 y ASTM C 1202, utilizando diferentes relaciones agua-cemento”, para obtener grado de ingeniero Civil, en la Universidad San Carlos de Guatemala, cuyo objetivo principal fue determinar la permeabilidad del concreto elaborado con cemento hidráulico de uso general utilizando mezclas de concreto de diferentes relaciones agua/cemento, además determinar la profundidad de penetración del agua en el concreto y determinar la indicación eléctrica de la capacidad del concreto para resistir la penetración de ion cloruro, el método de estudio fue de tipo experimental, diseño mixto, nivel descriptivo, para lo cual se hizo, para lo cual elaboró 40 probetas variando la relación agua/cemento

como sigue 0.35; 0.50; 0.65, 0.80; evaluó resistencia a la compresión lo realizo a los 7, 28 y 56 días donde la mayor resistencia obtuvo con relación 0.35 a los 56 días (65.6 N/mm²), en cuanto al ensayo de profundidad de penetración del agua los 28 días la menor penetración consiguió con relación agua cemento de 0.50 (10mm) y con respecto a la capacidad del concreto para resistir penetración del ion cloruro a los 56 días obtuvo 756 coulomb con relación agua/cemento de 0.35, con relación agua/cemento 0.50 fue de 1447 coulomb; concluyo que el concreto obtenido a partir relación agua/cemento 0.50 y profundidad de penetración de 10mm se considera un concreto de baja permeabilidad, a demás y que el concreto obtenido a partir de la relación agua/cemento 0.35 con resistencia a la penetración del ion cloruro de 756 coulomb también presenta baja permeabilidad y que cualquiera de los dos ensayos sirven para determinar permeabilidad del concreto.

A nivel nacional tenemos:

Lasteros, E. (2022) en su tesis “Adición del mucílago de llausapancho (*Heliocarpus Americanus*) para mejorar la resistencia de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, La Convención, Cusco, 2022” para obtener el título de ingeniero civil presentado a la universidad Cesar Vallejo en la provincia constitucional del Callao, tuvo como objetivo principal determinar el efecto del mucílago de *Heliocarpus Americanus* en la resistencia de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, la metodología usada fue de diseño experimental, enfoque cuantitativo, la muestra fue de 72 probetas cilíndricas y 12 vigas, los resultados a los 28 días fueron los siguientes: resistencia a la compresión con dosificación 3%, 6% y 12% se incrementó con respecto al patrón en 15%, 24%, 3% respectivamente, en resistencia a la tracción con dosificación 3%, 6% y 12% se incrementó con respecto al patrón en 14%, 20%, 5% respectivamente, con respecto a la resistencia a la flexión con dosificación 3%, 6% y 12% se incrementó con respecto al patrón en 16%, 21% y 1% respectivamente. Concluye que al adicionar mucílago de *Heliocarpus Americanus* mejora la resistencia de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, e infiere que dosificaciones mayores a 12% disminuye la resistencia de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Chávez, J. (2022), en su tesis “Efecto del mucílago de la linaza como aditivo en la resistencia y la permeabilidad del concreto, Lima” para obtener el título de ingeniero civil, presentado a la Universidad Cesar Vallejo, en la ciudad de Lima, cuyo objetivo principal fue evaluar el efecto de las adiciones del mucílago de linaza al 0.5% y 1%, en la resistencia a la compresión y la permeabilidad. El tipo de investigación fue aplicada y de diseño experimental, la proporción base semilla: agua de 1:20; obteniendo los siguientes resultados, adición 0.5%, días, 7, 14 y 28 la resistencia a la compresión se incrementó en 7.56%, 6.12% y 9%; adición de 1% se incrementó en 15.02%, 12.94% y 20.62% respectivamente; en cuanto a los coeficientes de permeabilidad para adición de 0.5%, $1.27E-10$ m/s y 1%, $8,98E-11$ m/s y una penetración de agua de 32.97 y 24 mm respectivamente, concluyó que el mucílago tiene un efecto positivo en el concreto incrementando hasta un 23% la resistencia, con respecto a la permeabilidad el que presentó mejor resultado fue la adición del 1% dando un concreto de permeabilidad media.

A nivel local tenemos:

Palma, D. (2022), en su tesis titulada “Efecto de adición del nopal (*Opuntia ficus-indica*), en la resistencia a compresión del concreto de 210 kg/cm^2 , en construcciones hidráulicas, provincia de asunción – 2022”, para optar el título profesional de ingeniero agrícola, presentado a la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, en la ciudad de Huaraz, tuvo como objetivo determinar el efecto de adición del nopal en la resistencia a compresión del concreto de 210 kg/cm^2 , en construcciones hidráulicas; adicionó 0.50%, 1.00% y 1.50% de extracto de nopal, con respecto al peso del cemento, uso cemento tipo V, para lo cual se elaboró las siguientes probetas: 12 probetas para adición de 0.50%, 12 probetas para adición del 1.00% y 12 probetas para adición del 1.50% de nopal, las cuales se ensayaron a las edades de 07, 14, 21 y 28 días de curado. Obtuvo como resultado que solo con la adición del 1.00% se da un aumento de la resistencia a la compresión en las diferentes edades del concreto, fuera de este porcentaje hay disminución de la resistencia a la compresión; con adición del 1.00% a los 28 días la resistencia a la compresión promedio es de 262.053 kg/cm^2 , el patrón fue de 237.907 kg/cm^2 .

Villaca, K. (2022), en su tesis titulada “Incidencia comparativa del uso del Mucílago de Tuna (*Opuntia Ficus*) en la resistencia a la compresión referidas del concreto”, para optar el título profesional de ingeniero civil en la universidad San Pedro, tuvo como objetivo principal determinar el estudio comparativo de los resultados de la resistencia referidas al concreto adicionando mucílago de tuna, también analizar los resultados de FRX y pH, la investigación fue de tipo descriptiva comparativa, para lo cual analizo tres investigaciones de tesis realizados a nivel nacional sobre el mucílago de tuna como aditivo para el concreto realizando líneas graficas de tendencia de resistencia a la compresión para las diferentes edades de prueba, 7, 14 y 28 días con ello obteniendo la curva optima y resistencias a la compresión optimas a los 7 días 170.74 kg/cm^2 , 14 días 200.17 kg/cm^2 y a los 28 días 233.83 kg/cm^2 , todos ellos superior a los patrones, con respecto al pH valores de 5.39, 4.81, 5.49 valores que no afectan en el desempeño de la resistencia a la compresión en ninguno de los casos, considerándolos como valores neutros, en cuanto al análisis del FRX en todos los casos evidencio que principalmente son componentes principales del cemento pero que sin embargo también hay presencia de compuestos que no son recomendables en la elaboración del concreto.

FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA

Concreto

El concreto en forma básica, es un material compuesto, formado por un material cementante, agregados y agua, el cemento luego de ser hidratado proporciona una adhesión química de los componentes, los agregados componen entre el 60% y 75% del volumen del concreto, cemento 7% al 15%, aire de 1% a 3%; su característica principal es que tiene alta resistencia a la compresión, baja resistencia en tracción (Ottazzi, 2004). Es importante considerar las propiedades del concreto fresco, dado que influyen en la apariencia, costo y calidad de la estructura terminada, además no solo debe tener resistencia buscada, sino también pueda colocarse, transportar, consolidar con facilidad; las propiedades del concreto fresco son la consistencia, trabajabilidad, flujo, tiempo de fraguado, exudación (Rivva ,2014).

Agregados

Los agregados denominados también áridos, se define como agregado al conjunto de partículas inorgánicas que pueden ser natural o artificial cuyas dimensiones están en los rangos fijados en la NTP 400.011. Los agregados son materiales que están embebidos en la pasta y que ocupan aproximadamente el 75% del volumen de la unidad cúbica de concreto. Los agregados son materiales inorgánicos naturales o artificiales que están embebidos en los aglomerantes como el cemento, cal y con el agua forman los concretos y morteros. (Rivva, 2014).

Granulometría

Neville (1999), señala que la granulometría es la operación de separar una muestra de agregado en fracciones, cada fracción está compuesta de partículas del mismo tamaño, dentro de límites específicos a través de los tamices normalizados de muestreo.

La granulometría tiene efecto en las propiedades del concreto fresco como la trabajabilidad, segregación, ejerce cierto efecto en el sangrado, colocación y acabado, también influye en las propiedades del concreto endurecido como la contracción, durabilidad y resistencia.

Tamaño máximo: (NTP 400.037), Correspondiente al menor tamiz por el que pasa todo el agregado grueso tamizado.

Tamaño máximo nominal: (NTP 400.037), Correspondiente al menor tamiz que produce el primer retenido.

Clases de agregados

Agregado grueso

El agregado grueso, es aquel que queda retenido en el tamiz N°4 y proviene de la desintegración de las rocas y que cumple con la norma NTP 400.037; puede ser piedra, grava natural o triturada además existen agregados metálicos; además no más del 5% de agregado retenido en la malla de 1 ½” y no más del 6% que pasa por malla de ¼” (Rivva, 2014).

Debe estar conformado por partículas limpias, estables, libres de escamas, tierra, polvo, limo, humus, incrustaciones superficiales, materia orgánica, sales u otras sustancias dañinas, de perfil preferentemente angular o semiangular, duras, compactas, resistentes y de textura preferentemente rugosa (Neville, 1999).

La resistencia a la compresión del agregado no será menor de 600 kg/cm².

El tamaño máximo del agregado a tomar será:

- ✓ 1/5 de la menor dimensión entre caras de encofrados o
- ✓ 1/3 de la altura de las losas o
- ✓ 3/4 del espacio libre mínimo entre varillas individuales de refuerzo.

Para el caso de ser necesario el lavado del material este debe hacerse con agua libre de materia orgánica, sales o sólidos en suspensión.

Tabla 1

Limites de gradación especificados en la norma NTP 400.037

Huso	TMN	Porcentaje que pasa por los tamices normalizados						
		1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N°4	N°8
1	3 1/2" a 1 1/2"	0-15	-	0-5	-	-	-	-
2	4 1/2" a 1 1/2"	0-15	-	0-5	-	-	-	-
3	2" a 1"	35-70	0-15	-	0-5	-	-	-
357	2" a N°4	-	35-70	-	10-30	-	0-5	-
4	1 1/2" a 1/4"	90-100	20-55	0-15	-	0-5	-	-
467	1 1/2" a N°4	95-100	-	35-70	-	10-30	0-5	-
5	1" a 1/2"	100	90-100	20-55	0-10	0-5	-	-
56	1" a 3/8"	100	90-100	40-85	10-40	0-15	0-5	-
57	1" a N°4	100	95-100	-	25-60	-	0-10	0-5
6	3/4" a 3/8"	-	100	90-100	20-55	0-15	0-5	-

Fuente: Diseño de mezclas - Enrique Rivva López

Agregado fino

Rivva (2007), proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, que pasa al tamiz 3/8", queda retenido en la malla N° 200 y cumple lo establecidos en la norma NTP 400.037, menciona que el agregado fino debe tener un módulo de fineza

entre 2.35 y 3.15, el más usual es la arena; la granulometría del agregado fino empleado en un trabajo determinado debe ser razonablemente uniforme, las variaciones de más o menos 0.2 en el módulo de fineza pueden ser causa de rechazo.

Tabla 2

Limites granulométricos para el agregado fino

Tamiz estándar	Porcentaje que pasa
3/8" (9.51 mm)	100
N° 4 (4.75 mm)	95 a 100
N° 8 (2.38 mm)	80 a 100
N° 16 (1.19 mm)	50 a 85
N° 30 (0.595 mm)	25 a 60
N° 50 (0.297 mm)	5 a 30
N° 100 (0.148 mm)	0 a 10

Nota. Fuente: Norma técnica Peruana NTP 400.037

El cemento

El cemento Portland es un Clinker finamente molido, se produce por cocción, a temperaturas elevadas, mezcla de sílice, cal, fierro y alúmina con determinadas proporciones, la arcilla y la piedra caliza son los principales materiales (Abanto, 2010). Los cementos utilizados para la elaboración de concreto fraguan y endurecen con agua, experimentando una reacción química con el agua, por eso se les llama cementos hidráulicos, cuyos componentes principales son aluminatos y silicatos de cal, por lo que se les denomina cementos calcáreos y generalmente se les clasifica como: cementos portland, cementos naturales y cementos de alta alúmina (Neville, 1999).

Clasificación del cemento portland

Los cementos portland son fabricados de cinco tipos en base a la normalización y especificaciones ASTM para el cemento portland (C150).

Tipo I: para obras de concreto en general.

Tipo II: para obras de concreto en general y para las que están expuestas a acción moderada de sulfatos también donde se necesita moderado calor de hidratación

Tipo III: cemento de alta resistencia inicial, desarrollando resistencia en tres días.

Tipo IV: cemento con bajo calor de hidratación

Tipo V: Usado en estructuras con exposición a agua de mar y álcalis, gran resistencia a sulfatos

Composición química del cemento portland

Los compuestos principales del cemento son cuatro, óxido de calcio CaO (C), óxido de silicio SiO_2 (S), óxido de aluminio Al_2O_3 (A), óxido de hierro Fe_2O_3 (F); además existen elementos menores tales como MgO , SO_3 , TiO_2 , Mn_2O_3 , Na_2O y K_2O ; el Na_2O y óxido de potasio (K_2O) se conocen como álcalis del cemento que reaccionan con algunos agregados pétreos reactivos, estas reacciones desintegran el concreto (Neville, 1999), las cantidades de los compuestos varían de un cemento a otro, encontrándose estos valores en los rangos mostrados en la tabla 3 e indica los límites permisibles (Fernández, 2018); los álcalis del concreto en presencia de humedad forman hidróxidos y estos reaccionan con el sílice amorfo reactivo de los agregados pétreos del concreto y que en ambientes altamente alcalino ($\text{pH}>13$), cálidos-húmedos, humedad superior al 80%, generan degradación química en el concreto y se produce un gel higroscópico que con el agua se expande y produce esfuerzos de tensión en el concreto fisurándolo, por lo general la manifestación de la reacción álcali sílice tarda años.

Tabla 3*Limites de composición en óxidos en un cemento portland*

Oxido	Cantidad (%)	Simbología
CaO	60 a 67	C
SiO ₂	15 a 25	S
Al ₂ O ₃	3 a 8	A
Fe ₂ O ₃	0.5 a 6	F
MgO	0.1 a 4	M
Na ₂ O+K ₂ O	0.4 a 1.3	N
SO ₃	0.1 a 2.5	S̄
TiO ₂	0 a 0.5	
Mn ₂ O ₃	0 a 0.3	

Fuente: Fernández, M. (2018)

El óxido de magnesio (MgO) es un mineral sólido higroscópico, se produce como periclasa, es un componente en la formulación del cemento ayuda en la mejora de la durabilidad y propiedades físicas del cemento (Hernández, 2018); cuando se adiciona MgO en exceso el cemento puede ser expansivo, para evitar esto se limita la cantidad de MgO en el clinker del cemento, en China la presa Baishan y otras 30 presas más se construyeron con cemento que contenía 5% de MgO, que no desarrollo fisuras en el hormigón, el MgO compensa la retracción térmica con expansión retardada de MgO de lenta hidratación, para prevenir agrietamientos van de 2.0% al 5.0%, con el uso de MgO en porcentajes sugeridos la expansión ayuda a disminuir el tamaño y el volumen total de poros, crea densificación con ello mejora la resistencia mecánica y durabilidad del concreto; adicional al MgO del clinker del cemento se agrega MgO adicional calcinando magnesita; el clinker se calcina a 1450°C, a esta temperatura la estructura cristalina del MgO se mantienen enteros, por lo que la hidratación es muy lenta, completada la hidratación en el concreto con MgO la curva de expansión se

estabiliza debido a las propiedades químicas estables y baja solubilidad del $Mg(OH)_2$ que es 200 veces menor que el $Ca(OH)_2$, (Mo et al., 2014).

Figura 1

Composición química de los materiales cementantes

<i>Compuesto</i>	<i>Cemento Portland, %</i>	<i>Ceniza volante, %</i>	<i>Escoria de alto horno, %</i>
SiO ₂	18,15	54,30	33,70
Al ₂ O ₃	4,65	20,8	12,80
Fe ₂ O ₃	3,80	5,30	0,48
CaO	60,03	6,40	45,40
MgO	2,50	0,80	1,00
Na ₂ O	0,80	0,90	0,12
K ₂ O	0,50	0,70	1,50
P ₂ O ₅	-	0,70	-
TiO ₂	-	1,20	0,50
MnO	-	0,01	-
SO ₃	2,40	0,92	-
SiO ₂ /Al ₂ O ₃	3,90	2,61	2,63
Inquemados	0,6	8	-

Fuente: Cárdenas, J., et al (2016)

El agua

El agua a ser utilizado en el curado y elaboración del concreto cumplirá con los requerimientos de NTP 339.088 y de preferencia potable.

Deberá cumplir con los valores que a continuación se indica y las excepciones aprobadas por la inspección (Rivva, 2007).

valores permisibles de algunos elementos y compuestos en el agua

Tabla 4

Valores permisibles de algunos elementos y compuestos en el agua

Compuesto	máximo
cloruros	300 ppm
sulfatos	300 ppm

sales de magnesio	150 ppm
sales solubles totales	1500 ppm
PH	mayor de 7
sólidos en suspensión	1500 ppm
materia orgánica	10 ppm

Fuente: Norma técnica peruana NTP 400.037

Resistencia a la compresión del concreto

La resistencia del concreto se define como el máximo esfuerzo soportado por el concreto sin romperse, el concreto soporta principalmente esfuerzos de compresión, por lo que esta resistencia es índice de calidad del concreto, no obstante, hay que tener en cuenta al diseñar que hay otros factores que pueden afectar la resistencia y otras propiedades de la obra (Rivva, 2014). La principal propiedad del concreto endurecido es su resistencia, usado por lo general para su aceptación o rechazo, la principal propiedad a tomarse en cuenta en el diseño estructural es la resistencia a la compresión, sin embargo, propiedades como permeabilidad, durabilidad o resistencia al desgaste pueden tomar importancia dependiendo de la ubicación y características de la obra (Neville, 1999). El valor de f'_c (resistencia a la compresión), es utilizado como indicador de calidad del concreto y se determina en laboratorio en probetas estándar cargándolos axialmente (Ottazzi, 2004). El ensayo consiste en aplicar una carga de compresión axial a los cilindros de concreto, a una determinada velocidad hasta la falla y la resistencia a la compresión se calcula dividiendo la carga máxima aplicada entre la sección transversal de la muestra (NTP 339.034).

Factores que Afectan la Resistencia a la compresión del concreto f'_c

Relación agua - cemento (a/c), variable más importante cuando la relación a/c es baja se reduce la porosidad de la pasta de cemento, aumentando la resistencia f'_c , caso contrario ocurre cuando la relación a/c es alta, disminuye la resistencia f'_c .

Aire atrapado, tiende a reducir la resistencia a la compresión, el aire por lo general queda atrapado por una mala consolidación.

Tipo de cemento, afecta en la velocidad con que se logra un determinado $f'c$, pero a partir de 2 o 3 meses de edad los concretos elaborados bajo las mismas condiciones con cualquier tipo de cemento (I, II, III, IV o V) alcanzarán la misma resistencia.

Gradación, origen y textura de agregados, la gradación afecta la porosidad, la adherencia entre la pasta y los agregados depende de la textura.

Resistencia de los agregados y del cemento hidratado

Curado, durante el curado influyen la humedad y la temperatura, con una hidratación continua se garantiza la resistencia de diseño.

Edad del concreto, hay un aumento de resistencia con los días por ejemplo con tipo I se tiene entre el 75 al 70% a los 7 días, del alcanzado a los 28 días.

Elaboración de probetas y curado

Para la elaboración de probetas y curado se usará esta norma técnica peruana: NTP.339.183-2013

Resistencia a la compresión

Para la determinación de la resistencia a la compresión se usará esta norma técnica peruana: NTP.339.034-2015.

se aplica una carga de compresión axial a los cilindros de concreto, a una determinada velocidad hasta la falla y la resistencia a la compresión se calcula dividiendo la carga máxima aplicada entre la sección transversal de la muestra.

Consistencia

Propiedad del concreto que determina la humedad de la mezcla por el grado de fluidez de la mezcla, está muy relacionada con la trabajabilidad de la mezcla Rivva (2014), a través del cono de Abrams se determina las clases de asentamiento:

Tabla 5

Clasificación de las clases de asentamiento

Consistencia	Slump	Trabajabilidad	Método de compactación
Seca	0" a 2"	Poco trabajable	Vibrado normal
Plástica	3" a 4"	Trabajable	Vibración ligera chuseado
Fluida	>5"	Muy trabajable	Chuseado

Fuente: Abanto (2009)

Selección de la relación agua/cemento por resistencia

Uno de los parámetros importantes en la selección de las proporciones de mezcla de concreto es la elección de la relación agua/cemento, que influye en las propiedades finales del concreto endurecido, es función de la resistencia, durabilidad y requisitos de acabado, la relación agua/cemento de diseño se presenta en tablas, mediante ensayos de laboratorio se establece la interrelación entre resistencia y relación agua/cemento para condiciones determinadas de consistencia y trabajabilidad (Rivva, 2014).

Tabla 6

Relación agua/cemento por resistencia (diseño en peso)

F ^c (28 días)	Sin aire incorporado	Con aire incorporado
200	0.80	0.71
250	0.70	0.61
300	0.62	0.53
350	0.55	0.46

Fuente: Rivva (2014)

Criterios de selección de concretos de baja permeabilidad

Por cuestiones de durabilidad la resistencia a la compresión f^c mínima deberá ser 245 kg/cm² (Rivva, 2014).

Tabla 6a

Concretos de baja permeabilidad

Condiciones de exposición	Relación agua/cemento	Resistencia a la compresión f ^c
a). expuesto a agua dulce	0.50	260
b). expuesto a agua de mar	0.45	
c). expuesto a aguas cloacales	0.45	

Fuente: Rivva, E. (2014)

Dado que en el presente trabajo de investigación se desea obtener concretos de baja permeabilidad nos basamos en la tabla 2a para proponer como resistencia a la compresión del

trabajo de investigación como $f'c = 260 \text{ kg/cm}^2$ y la determinación de la relación agua/cemento se realizó de acuerdo al diseño de mezcla propuesto por el ACI 211.1.

Mucilago de *Heliocarpus americanus*

Heliocarpus americanus

Heliocarpus americanus L también conocido como “balso blanco”, genero botánico de fanerógamas, pertenece a la familia Malvaceae, tiene una amplia distribución geográfica encontrándose en bosques secundarios, entre 500 y 2500 msnm, desde Argentina hasta México (Robyns, 1964); él se desarrolla entre 10 y 25 m, en promedio 15 m, diámetros de 20 a 80 cm a la altura del pecho; copa en forma de paraguas, tronco recto y cilíndrico, ramificaciones bajas; corteza blanco-grisáceo; hojas con tres lóbulos acuminados, con bordes serrados, pecíolo largo, pubescente (Vargas, 2002); son árboles que se adaptan a diversas condiciones encontrándose en zonas cálidas y bajas como también en zonas frías y templadas de las montañas, tiene una gran capacidad para generar solución mucilaginosas, por lo que es usado en medicina tradicional, se le atribuye que es beneficioso para la salud. (Vásquez y Álvarez, 2006), se le conoce con diversos nombres, Balso Blanco, Huampo Blanco, Llaushapancho, Llausha Viju, Palo de goma, Pestaña de mula, Majao, etc.

En ITIS (2023) encontramos la siguiente clasificación taxonómica:

Reino:	Plantae
Filo:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Malvales
Familia:	Malvaceae
Genero:	Heliocarpus L
Especie:	Heliocarpus americanus L

Figura 2

Heliocarpus americanus L (Huampo Blanco)



Fuente: elaboración propia.

Análisis fisicoquímico

Figura 3

Análisis fisicoquímico del mucilago de Heliocarpus americanus

DETERMINACIONES	UNIDAD	M ₁	METODO	
Sodio	Na	mg/100	3.8	MÉTODO MOHR
Potasio	K	mg/100	2.2	MÉTODO MOHR
pH			6.5	
SiO ₂		mg/100	0.8	
Calcio	Ca	mg/100	26	NOM-187-SSA/SCFI-2002
Hierro	Fe	mg/100	0.6	AOAC 2015, 944.02
Magnesio	Mg	mg/100	5.1	NOM-187-SSA/SCFI-2002
Mat. Orgánica Total		g/100	0.96	SECADO Y COMBUSTIÓN - GRAVIMETRÍA
Ceniza		g/100	0.11	COMBUSTIÓN - GRAVIMETRÍA

Fuente: Lasteros (2022)-MC QUIMICALAB

Proceso de obtención del mucílago de *Heliocarpus americanus*

a) Recolección de la corteza.

la corteza se obtuvo del árbol de *Heliocarpus americanus* localizado en el caserío de Selva Alta Tres de Octubre del distrito de Hermilio Valdizán, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco, en las siguientes coordenadas UTM, E: 405694.87, S: 8987204.31 y altitud: 1080 m.s.n.m.

los árboles de los cuales se recolectó la corteza fueron de 40cm de diámetro aproximadamente y de 10 metros de altura

Para no dañar el árbol y no se seque se realizó cortes cuadrangulares de 20 centímetros por 20 centímetros; intercalados, para que deje circular la sabia a través del árbol, tal como se muestra en la figura 03.

Las herramientas utilizadas fueron cuchillo y machete bien afilados para tener precisión en el corte.

Figura 4

Recolección de corteza de Heliocarpus americanus



Fuente: elaboración propia.

b) Secado

A los trozos de corteza recolectadas, en este caso se le va secar con la finalidad de que se transporte a cualquier lugar y así evitar su descomposición, el secado se puede realizar en un secador artesanal o a la intemperie a una temperatura de 20 a 25°C aproximadamente; por tres días.

Figura 5

*secado de corteza de *Heliocarpus americanus* a la intemperie*



Fuente: elaboración propia.

c) Obtención de mucílago

Para la obtención de mucílago de *Heliocarpus americanus* usar 100 gramos de corteza con 0.6 litros de agua potable (Lasteros, 2022).

- ✓ Poner en un recipiente adecuado la cantidad necesaria de corteza en agua potable en la proporción 1/6.
- ✓ Hervir a 100°C por un tiempo de 10 minutos
- ✓ Dejar enfriar y reposar la mezcla por un tiempo de 12 horas.
- ✓ Filtrar la mezcla usando un colador, para separar mucílago de corteza e impurezas.

- ✓ Usar este mucílago como base para los diferentes porcentajes de adiciones y para realizar análisis físico-químico del mucílago.

d) Proporción para las distintas adiciones.

Las diferentes proporciones de mucílago de *Heliocarpus americanus* para los diferentes porcentajes de adición, 4%, 6% y 8%, serán en base a la cantidad de agua del diseño de mezcla; el mucílago se adicionará al agua de diseño y se homogenizará; luego se adicionará a la mezcla.

Diseño de mezcla de concreto mediante norma ACI 211.1

Esta norma es una práctica estándar que detalla la proporción de mezclas de concreto (dosificación) de peso normal, densos y masivos mediante el peso estimado del concreto por volumen unitario y a través del cálculo del volumen absoluto ocupado por los componentes del concreto; nos brinda una aproximación preliminar de cantidades de materiales que se empleara en la elaboración de la mezcla de concreto, que deberán ser comprobados en el laboratorio; esta práctica estándar consta de una serie de pasos ordenados que serán aplicados de acuerdo a la necesidad o características deseadas en la mezcla de concreto fresco o endurecido.

Concreto impermeable.

Un “concreto impermeable” no es un concreto irrompible o impenetrable, podríamos mejor denominarlo como un concreto de baja permeabilidad (Limón, 2016); Un concreto impermeable es aquel que no permite ser traspasado por algún líquido, esta definición no es del todo cierta dado que el concreto por su composición es poroso o tiene vacíos (Barranca, 2019); la permeabilidad es el flujo a través de un medio poroso, el movimiento de fluidos en el concreto no solo se da por el sistema de poros puede ser también por adsorción, absorción capilar o difusión (Neville, 1999).

Factores que influyen en la permeabilidad

Relación agua/cemento.

La resistencia de un concreto depende de la relación agua/cemento y la compactación, la resistencia es inversamente proporcional a la relación agua/cemento, pero a la vez una relación muy baja de agua/cemento no proporcionara a una resistencia más alta,

hay un punto intermedio, además la relación agua/cemento determina la porosidad de la pasta de cemento endurecido (Neville, 1999), también la relación agua/cemento tiene efecto sobre la durabilidad y la retracción del hormigón; la relación agua/cemento aumenta cuando crece la cantidad de agua y disminuye cuando disminuye el contenido de cemento, las propiedades del concreto endurecido son más favorables cuando la relación agua/cemento es más baja.

Para hidratar completamente 100 g de cemento portland se necesita 20 g de agua, relación agua / cemento = 0,2; en los poros de gel, se fijan por adsorción moléculas de agua, 20 g de agua por 100 g de cemento, en consecuencia el cemento portland fija, para su endurecimiento, una cantidad de agua correspondiente a una relación agua/cemento = 0,4; Cuanto mayor sea la cantidad de agua, en exceso, habrá mayor cantidad de capilares, cuando relación a/c = 0,7, se forman numerosos capilares, unidos entre sí y formando una red permeable (Ottazzi, 2004)

Cuando la relación agua/cemento disminuye se genera mayor concentración de pasta de cemento y evita que se forme microporos, el otro caso a mayor relación agua/cemento mayor dilución de los granos de cemento ocasionando mayores espacios vacíos que son llenados por la penetración del agua.

Curado.

En el curado se dan los procedimientos para promover la hidratación del concreto en su etapa inicial de endurecimiento, el objetivo es mantener saturado el concreto, hasta que el espacio llenado por el agua de la pasta de cemento sea llenado por esta hidratación; se debe prevenir la pérdida de agua del concreto no sólo porque afecta negativamente la resistencia, genera contracción plástica, mayor permeabilidad y menor resistencia a la abrasión; si en el concreto fresco el espacio lleno de agua es mayor que el volumen a llenarse con la hidratación, una hidratación mayor conducirá a una menor permeabilidad y mayor resistencia (Neville, 1999).

El tamaño de los vacíos se reduce con la hidratación continua del concreto, con el curado sin interrupción el concreto es menos permeable, sin presencia de fisuras, evita

la evaporación temprana del agua de exudación y previene la aparición de redes capilares donde circula libremente el agua (Niño, 2010).

Un concreto curado durante un solo día experimenta alrededor de 20% más retracción que uno curado durante una semana. El plazo mínimo de curado por vía húmeda debería ser de 7 días.

Retracción del concreto.

La retracción es el acortamiento que se da en el concreto durante el endurecimiento y secado, la evaporación del exceso de agua de mezcla es la que ocasiona la retracción o contracción del concreto; un hormigón “impermeable” o de baja permeabilidad se ve afectado si existe una fisura en su estructura, la contracción puede romper algo de gel entre los capilares y ocasionará paso de agua, existen concretos que se contraen mucho más que otros, la retracción por secado, depende básicamente desde la perspectiva de composición del material del volumen de agua, volumen de pasta y del tipo de cementante, por lo tanto un hormigón “impermeable” tiene que ser al mismo tiempo de baja retracción por secado (Sika informes técnicos, 2018).

Cemento y adiciones cementantes.

Tenemos gran influencia en la reducción de permeabilidad con adiciones cementantes como cenizas volantes, puzolana natural, escoria molida, debido a su módulo de finura, aumenta la concentración de la pasta que disminuye la formación de poros (Kosmatka et al, 2004).

Las propiedades del cemento también afectan la permeabilidad de concreto, para una misma relación agua/cemento, el cemento grueso produce porosidad más alta en la pasta de cemento endurecido en contraste al cemento más fino (Neville, 1999).

Agregados

la permeabilidad está ligada a la porosidad, es importante la adecuada gradación entre agregados para tener menos espacios vacíos al momento de elaborar el concreto (Bustamante, 2017); en la permeabilidad del concreto la que tiene mayor influencia es la permeabilidad de la pasta de cemento endurecido; también el flujo que ha de circular alrededor de las partículas de los agregados la trayectoria del flujo es más tortuosa y

larga de este modo el agregado tendría un efecto en la reducción de la permeabilidad; los agregados también tienen poros, por lo general son discontinuos y estos son envueltos por la pasta de cemento por lo tanto estos poros no influyen en la permeabilidad del concreto (Neville, 1999).

Sistema de poros.

En la estructura de la pasta de cemento endurecido y en la interface entre la pasta y el agregado la que tiene importancia en la permeabilidad es la naturaleza del sistema de poros, es en la interface donde se da microagrietamiento temprano, también presenta mayor porosidad respecto a la pasta, también es necesario resaltar que debido a los agregados cualquier fluido tendrá una trayectoria más tortuosa y larga reduciendo el área efectiva para el flujo; los poros de importancia en la permeabilidad son los de por lo menos 120 o 160nm además tienen que ser continuos; los que no influyen en la permeabilidad son poros discontinuos, los que tienen agua, con entradas angostas; la permeabilidad en una pasta madura depende está sujeto a la forma, tamaño y concentración de las partículas de gel y de la discontinuidad o no de los poros capilares (Neville, 1999).

Porosidad y permeabilidad.

Existen poros de diferentes clases, unos contribuyen a la permeabilidad y otros no; es necesario diferenciar porosidad y permeabilidad, la porosidad es la medida de la proporción del volumen total del concreto ocupado por poros se expresa en porcentaje; se dice que la permeabilidad es alta, cuando hay alta densidad de poros y están interconectados; si los poros son discontinuos entonces la permeabilidad es baja así tenga alta porosidad (Neville, 1999).

Los aditivos

Se define como aditivo al material distinto al componente normal del concreto (cemento, agregado o agua) que se añade al concreto antes o en el mezclado para modificar una o alguna propiedad del concreto o mezcla (Rivva, 2014).

Un aditivo para concreto se define como un producto químico, salvo en casos especiales, pueden ser orgánicos o inorgánicos en cuanto a su composición, que se añade a la mezcla de concreto durante o en una operación adicional a la mezcla, con

la finalidad de realizar una modificación o modificaciones específicas a las propiedades habituales del concreto; los aditivos pueden ser usados en estado sólido (polvo) o líquido (Neville, 1999).

Las normas ASTM-C494/ C494M-11 y NTP 334.088: 2015 fijan las especificaciones técnicas de los aditivos para su uso en mezclas de concreto y lo clasifica en ocho tipos:

- ✓ Tipo A: Aditivos reductores de agua
- ✓ Tipo B: Aditivos retardadores
- ✓ Tipo C: Aditivos aceleradores
- ✓ Tipo D: Aditivos reductores de agua y retardadores
- ✓ Tipo E: Aditivos reductores de agua y aceleradores
- ✓ Tipo F: Aditivos reductores de agua de alto rango
- ✓ Tipo G: Aditivos reductores de agua de alto rango y retardadores
- ✓ Tipo S: Aditivos de desempeño específico.

Los **aditivos Tipo S** son diseñados para dar una característica específica al concreto como por ejemplo reductores de contracciones, contracciones compensadas, reductores de permeabilidad y otros.

Aditivos impermeabilizantes.

Los aditivos impermeabilizantes tienen como objetivo evitar la penetración del agua en el concreto, esta penetración se da a través de los poros capilares de la pasta de cemento hidratado, su comportamiento depende si hay presión hidrostática como en estructura que contienen agua o no como la lluvia donde la presión es baja; estos aditivos pueden actuar de diferentes maneras, su efecto principal es hacer al concreto repelente al agua o sea que el agua es expulsada de los poros (densificación), inclusores de aire, impermeabilizantes por cristalización, otros aditivos impermeabilizantes actúan bloqueando poros a través de un componente **conglutinante** y otros mecanismos, en la práctica la impermeabilización completa es improbable de lograr; (Neville, 1999).

También el comité 212 del ACI realiza una clasificación de los aditivos según el efecto o tipo de materiales que integra el aditivo como: Aditivos acelerantes, incorporadores de aire, aditivos minerales, aditivos de procedencia natural, aditivos generadores de

gas, aditivos para inyecciones, aditivos productores de expansión, aditivos ligantes, aditivos reductores de permeabilidad, aditivos impermeabilizantes, aditivos superplastificantes, etc.

Aditivos ligantes, estos aditivos provienen de algún polímero orgánico, se mezclan en la elaboración del concreto con el objetivo de incrementar su capacidad ligante, con ello aumenta su resistencia por adherencia.

Ley de Darcy

Henry Darcy diseñó filtros de arena para la purificación de agua de abastecimiento de la ciudad, por lo que estudió los factores que influían en el flujo de agua a través de la arena, en la actualidad los permeámetros utilizan este principio, en la que se hace circular agua, tiene un depósito de nivel constante en la entrada, también tiene un grifo de salida y se mide las alturas de las columnas de agua mínimo en dos puntos diferentes; Darcy encontró esta relación:

$$Q = KA \frac{\Delta h}{\Delta l}$$

Donde:

Q: caudal que circula (m³)

K: coeficiente de permeabilidad (m/s)

A: sección transversal del recipiente m²

Δh : gradiente de presión en m

Δl : distancia entre las columnas m

En los poros capilares del concreto saturado el flujo sigue la ley de Darcy y la ecuación de flujo se expresa:

$$\frac{dq}{dh} \times \frac{1}{A} = k \times \frac{\Delta h}{L}$$

donde:

dq/dh : rapidez de flujo en m³/s

A: área de sección transversal en m².

Δh : gradiente de presión en m

L: espesor de la muestra en m

Ecuación de Valenta

En un concreto de calidad buena no hay flujo a través de esta, se observa la penetración del agua hasta cierto punto y Valenta ha desarrollado la siguiente expresión que convierte profundidad de penetración en coeficiente de permeabilidad K, similar al usado en la ley de Darcy, V simboliza los poros discontinuos que no se llenaron de agua pero que si llenan bajo presión.

$$k = \frac{D^2 \times v}{2Th}$$

Donde:

k: coeficiente de permeabilidad (m/s)

D: profundidad de penetración (m)

V: porosidad del concreto (%)

T: tiempo de ensayo (s)

h: cabeza de presión en m (m.c.a)

Norma UNE – EN 12390 – 8. Ensayos de Hormigón Endurecido; Parte 8:

Profundidad de penetración de agua bajo presión.

La norma española proporciona un método para determinar la profundidad de penetración de agua bajo presión en concreto endurecido como mínimo de 28 días de curado; el equipo de ensayo consiste en cualquier aparato de similares características del aparato que se muestra en la Figura 6, en la que la presión del agua pueda actuar en la probeta de ensayo ya sea por la parte superior o inferior y se visualice de manera continua la presión aplicada, estas probetas pueden ser cilíndricas, cubicas o prismáticas de diámetro o longitud de lado mayor o igual a 50mm. Este método de ensayo consiste en colocar el espécimen en el aparato de ensayo y ejercer una presión de 500 ± 50 Kpa (50 m de agua), por un tiempo de 72 ± 2 h, luego de este tiempo se retira la probeta, se limpia el agua y se procede con la rotura de manera perpendicular a la cara donde se ejerció la presión del agua, de inmediato se procede con la

visualización del frente de penetración del agua, se marca y se mide la profundidad máxima de penetración del agua.

La norma española EHE-08 en su artículo 37.3 sobre impermeabilidad del hormigón, para ver si una estructura es suficientemente impermeable en el ambiente que va estar ubicado se determina mediante profundidad de penetración bajo la UNE EN 12390-8 y que la penetración de agua cumpla simultáneamente que:

Tabla 7

Casos de exposición ambiental y sus especificaciones de profundidades máximas y medias (mm).

Clase de exposición ambiental	Profundidad máxima	Profundidad media
III a, III b, IV, Q a, E, H, F, Q b (en el para elementos en masa o armados)	50mm	30mm
III c, Q c, Q b (para elementos pretensados)	30mm	20mm

Fuente: Norma Española EHE - 08

Norma NTC 4483; Método de ensayo para determinar la permeabilidad del concreto al agua.

La circulación del agua a través del concreto es de dos formas bien diferenciadas.

Permeabilidad al agua: Es el movimiento del agua a través del concreto debido a una presión externa como por ejemplo la altura del nivel del agua, si los diámetros de los capilares son muy pequeños es despreciable el caudal de circulación.

Absorción capilar: depende del diámetro de los capilares, se da cuando el líquido se encuentra en contacto con el concreto no saturado, un concreto se hace impermeable cuando la red capilar es muy fina, pero a la vez la absorción es mayor. En la práctica, es recomendable conocer el grado de absorción y la porosidad del concreto cuando la estructura va estar sometida al ataque de sustancias agresivas

disueltas en agua, y es más recomendable conocer el coeficiente de permeabilidad (k) cuando la estructura va estar sometida a presión hidrostática fuerte.

Objeto.

Comprende la determinación del coeficiente de permeabilidad (k) para concretos endurecidos mediante dos métodos, **flujo constante** para concretos de alta permeabilidad y **profundidad de penetración del agua** para concretos de baja permeabilidad, la siguiente tabla describe los parámetros de clasificación.

Relación de la permeabilidad del concreto con el coeficiente de permeabilidad y la profundidad de penetración

Tabla 8

Relación de la permeabilidad del concreto con el coeficiente de permeabilidad y la profundidad de penetración

Determinación	Unidades	Permeabilidad		
		Baja	Media	Alta
Coeficiente de permeabilidad al agua	m/s	$<10^{-12}$	10^{-12} a 10^{-10}	$>10^{-10}$
Profundidad de penetración	mm	$<30\text{mm}$	30mm a 60mm	$>60\text{mm}$

Fuente: NTC 4483

Alcance y uso

Estos métodos de ensayo consisten en ejercer una presión de 0.50 Mpa (50 m de agua) sobre la cara de la muestra, esta presión en la mayoría de los casos es superior a la presión de servicio, la justificación es que se necesitaría mucho mayor tiempo si es que se hiciera a una presión menor, lo cual no sería práctico. Luego de determinar k junto a la presión de servicio se podría determinar el adecuado dimensionamiento o para determinar la profundidad de penetración del agua en un tiempo dado, con lo cual

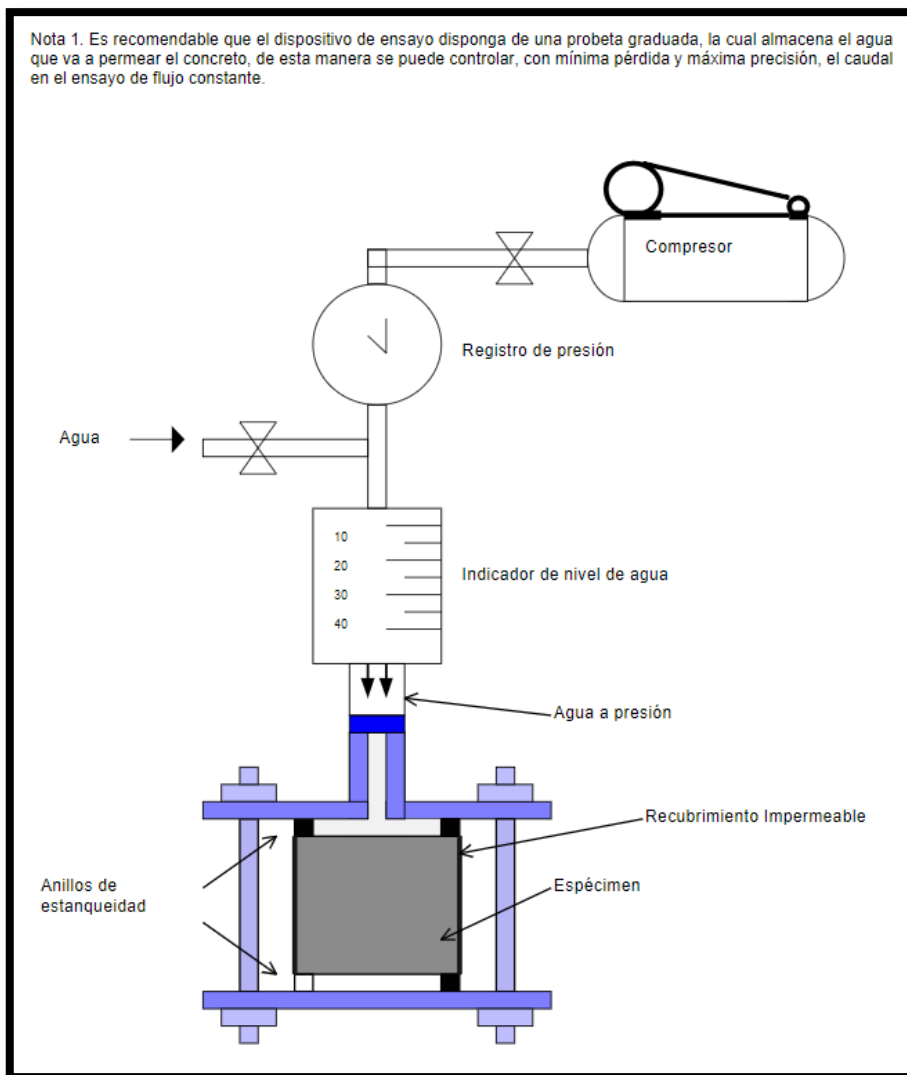
se puede decir si es suficiente o necesita más recubrimiento una determinada estructura.

Dispositivo de ensayo

comprende cualquier aparato cuyo funcionamiento sea similar al del aparato de la figura 1, es una celda compuesta de dos platos, con orificios centrales, sobre los platos forman empaques de sello contra filtración de agua a presión. Entre los platos se coloca la muestra para el ensayo, sobre una de las caras de la muestra se aplica agua a la presión recomendada.

Figura 6

Dispositivo de ensayo de profundidad de penetración del agua



Fuente. NTC 4483

Especímenes de ensayo.

Especímenes cilíndricos de 100mm de diámetro mínimo y 100mm de altura mínima, evaluar como mínimo tres especímenes, para descartar valores dispersos.

preparación y almacenamiento de los especímenes.

Preparación: los especímenes serán elaborados y curados de acuerdo a ASTM C192, retirar por medios mecánicos los excedentes de mezcla de las caras de los especímenes para evitar lecturas erróneas de permeabilidad.

Nota: se usará NTP 339.033 2009 equivalente a ASTM C192

Edad de los especímenes: los especímenes a ser ensayados para permeabilidad deben de tener una edad superior a 28 días.

procedimiento del ensayo.

Determinación de la profundidad de penetración.

Luego de haber cumplido 72 ± 2 h de acuerdo a la norma UNE- 12390-8 o 04 días según NTC 4483 y sin registrar flujo constante, se secciona perpendicularmente a la cara donde se ejerció la presión de agua luego se mide la profundidad promedio de penetración, lo más recomendable para seccionar los especímenes es aplicando ASTM C496, NTP 339.084 (2012) ensayo de tracción simple; luego se calcula el coeficiente de permeabilidad k:

$$k = \frac{D^2 \times v}{2Th}$$

Donde:

k: coeficiente de permeabilidad (m/s)

D: profundidad de penetración (m)

V: porosidad del concreto (%) (ASTM C-642)

T: tiempo de ensayo (s)

h: cabeza de presión en m (m.c.a)

NTP 339.187, Método de ensayo normalizado para determinar la densidad, absorción y porcentaje de vacíos en concreto endurecido (determinación de la porosidad)

Objeto

Método de ensayo para determinar densidad, porcentaje de absorción y porcentaje de vacíos en el concreto endurecido.

Aparatos

Balanza. Con aproximación de 0.025% del peso del espécimen.

Contenedor. Adecuado para sumergir y mantener suspendido la muestra en el agua.

Espécimen de ensayo

Pueden ser cilíndricos, corazones o vigas no menor de 350 cm³ de volumen o 800g de peso

Procedimiento

Peso seco

Pesar luego secar en un horno entre 100°C a 110°C por un tiempo de 24horas o hasta obtener peso constante, luego dejar enfriar y pesar, designar este valor como A.

Peso saturado luego de la inmersión

El espécimen enfriado sumergirlo en un contenedor por lo menos por 48horas a una temperatura aproximada de 21°C, secar superficialmente la muestra y designar este peso como B.

Peso saturado luego del hervido

Luego el espécimen del apartado anterior colocar en un recipiente adecuado, cubrir con agua potable y hervir por 5 horas, luego sacar y dejarlo enfriar por lo menos 14 horas a temperatura de 20 a 25°C, luego secar la humedad superficial, pesar y designar este peso como C.

Peso aparente sumergido

Luego de los pasos anteriores, suspender la muestra con un alambre en un recipiente con agua y pesarlo dentro, designar este peso como D.

Calculo

Usando los pesos determinados se tiene

- Absorción después de la inmersión, %

$$\% = \frac{B - A}{A} \times 100$$

- Absorción después de la inmersión y hervido, %

$$\% = \frac{C - A}{A} \times 100$$

- Volumen de poros permeables (vacíos), %

$$\% = \frac{C - A}{C - D} \times 100$$

Donde:

A: masa de muestra seca, g

B: masa de la muestra saturada, luego de la inmersión, g

C: masa de la muestra, luego de la inmersión y hervida, g

D: masa aparente de la muestra en agua, luego de la inmersión y hervida, g

Los mucílagos se clasifican dentro de los hidrocoloides y son macromoléculas poliméricas complejas de naturaleza hidrocarbonada, que debido a su estructura altamente ramificada pueden modificar la reología de una solución.

Justificación de la Investigación

Uno de los principales parámetros que afecta la durabilidad de las estructuras de concreto es su permeabilidad, varios métodos comerciales disponibles para disminuir la permeabilidad del concreto fueron previamente discutidos por los autores (Biparva y Gupta, 2010)

La mayor parte de la literatura disponible describe apenas los efectos de estas adiciones en la permeabilidad del concreto (Geetha y Perumal 2011)

Para asegurar la durabilidad y resistencia del concreto son imprescindibles los sistemas de impermeabilización su omisión puede generar infiltración que propicia patologías como la lixiviación, degradación del hormigón, burbujas en los revestimientos y corrosión del refuerzo (Aldea *et al.*, 1999)

Uno de los componentes integrales e importantes del concreto han sido los aditivos, con materiales suplementarios y nuevos aditivos (industriales o naturales),

obteniéndose concretos con superiores propiedades mecánicas, de durabilidad y muy bien trabajables (Ramírez *et al.*,2012).

Es así que en el **tema ambiental**, Con el surgimiento de nuevos materiales ecológicos, nuevas técnicas de construcción, instrumentos de valoración ambiental, normativas, reglamentos en sostenibilidad en la construcción, son ejemplos de viabilidad de aplicación de sostenibilidad en la construcción y que el tema medio ambiental tenga un papel más activo en la toma de decisiones con respecto a estos temas (Agudelo *et al.*, 2012), en relación a lo anterior se reducirá el uso de aditivos químicos con ello menor contaminación ambiental y se realizara una construcción sostenibles; en el **aspecto socioeconómico**, el *Heliocarpus americanus* tiene una amplia distribución geográfica encontrándose en bosques secundarios, entre 500 y 2500 msnm (Robyns, 1964), son árboles que se adaptan a diversas condiciones encontrándose en zonas cálidas y bajas como también en zonas frías y templadas de las montañas (Vásquez y Álvarez, 2006); hay un gran incremento del uso de aditivos porque imparten beneficios al concreto tanto físicos y económicos pero el uso de aditivos químicos no es siempre barato (Neville, 1999), de los anteriores se puede inferir que el *Heliocarpus americanus* es abundante y está al alcance para su uso en estas zonas, de este modo reduciría el alto costo de aditivos químicos; en cuanto al **aporte científico**, la presente investigación servirá como marco de referencia teórica, metodológica y operativa sobre Influencia del mucílago de *Heliocarpus americanus* en la impermeabilización del concreto.

Problema

Realidad problemática.

Los problemas generados con el paso del agua a través de una estructura de concreto son, primero pérdida del líquido que en ocasiones puede ser contaminante, segundo el agua puede tener algún agente agresivo que con el tiempo genere deterioro en el concreto (NTC 4483, 1998).

Si consideramos solo el hormigón que se empleará en la estructura y no los factores externos, la durabilidad estará condicionada a mantenerse en buen estado, resistiendo a agentes que lo deterioran, estos agentes solo dañan cuando penetran la microestructura, la principal variable que se debe de manejar es la porosidad,

interconectividad de poros que determinan la permeabilidad (Mehta y Monteiro, 2006).

Los problemas frecuentes hallados en el concreto son la porosidad y la permeabilidad estos tienen gran influencia en la durabilidad y resistencia del mismo; los agentes que principalmente atacan son los ácidos, sulfatos, cloruros y el CO₂ (Solís y Alcocer, 2019)

En la actualidad la construcción demanda el desarrollo de materiales con propiedades particulares tanto mecánicas, físicas y químicas para cada proyecto, para ello el sector construcción y la ingeniería están en continuo desarrollo de nuevos materiales poco convencionales, de menor costo y que son soluciones alternativas al uso de aditivos para satisfacer cada necesidad específica (Jaramillo *et al.*, 2022); en base a lo anterior se puede afirmar que hay una búsqueda constante de nuevos materiales para uso como aditivos.

La adición del mucílago de *Heliocarpus americanus* como impermeabilizante en el concreto tanto a nivel internacional y nacional no ha sido estudiado, por lo tanto, el estudio de la Influencia del mucílago de *Heliocarpus americanus* en la impermeabilización del concreto, constituye una necesidad de cálculo con la finalidad de observar si el *Heliocarpus americanus* ayuda a mejorar la impermeabilización del concreto y corroborar el estudio de Lasteros (2022) en la resistencia a la compresión del concreto.

Formulación del Problema.

¿Cuál es la Influencia del mucílago de *Heliocarpus americanus* al 4%, 6%, 8% en la impermeabilización y resistencia a la compresión del concreto $f'_c=260 \text{ kg/cm}^2$

Conceptuación y operacionalización de variables.

Título: Influencia del mucílago de *Heliocarpus americanus* al 4%, 6%, 8% en la impermeabilización y resistencia a la compresión del concreto $f'c=260\text{kg/cm}^2$

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA DE MEDICIÓN
V. independiente MUCILAGO DE <i>Heliocarpus americanus</i>	Los mucílago son macromoléculas poliméricas complejas de naturaleza hidrocarbonada se clasifican dentro de los hidrocoloides y que debido a su estructura altamente ramificada pueden modificar la reología de una solución (Gallardo et al., 2013).	La corteza seca del <i>Heliocarpus americanus</i> , se hará hervir con agua a 100°C, por un tiempo de 10 minutos en la siguiente proporción 100 gramos de corteza con 0.6 litros de agua, esta servirá como mucílago base para cada adición.	D1: dosificaciones	I1: 4% I2: 6% I3: 8%	Cocina a gas	% % %
V1 dependiente IMPERMEABILIDAD DEL CONCRETO	Un concreto “impermeable”, no es un concreto irrompible o impenetrable, podríamos mejor denominarlo como un concreto de baja permeabilidad (Limón, 2016); La permeabilidad del concreto es la facilidad de un fluido de penetrar a través del concreto debido a un gradiente de presión, depende del tamaño, distribución, forma, tortuosidad y continuidad de los poros capilares (Neville, 1999).	Se determinará la penetración del agua en el concreto, la porosidad, la presión de agua, el tiempo de ensayo y con estos datos se determinará el coeficiente de permeabilidad k (m/s) y se clasificará de acuerdo NTC 4483 como concretos de permeabilidad baja, media o alta.	d1: Coeficiente de permeabilidad k d2: penetración del agua en el concreto d3: porosidad	i1: $k < 10^{-12}$ m/s i2: < 30mm i3: %	Equipo de penetración de agua. Horno para secado de probetas	m/s mm %
V2 dependiente RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO	La resistencia del concreto se define como el máximo esfuerzo soportado por el concreto sin romperse, el concreto soporta principalmente esfuerzos de compresión, por lo que esta resistencia es índice de calidad del concreto, no obstante, hay que tener en cuenta al diseñar que hay otros factores que pueden afectar la resistencia y otras propiedades de la obra (Rivva, 2014).	Se determinará la resistencia a la compresión del concreto de acuerdo a lo establecido en NTP 339.034	d4: resistencia a la compresión.	i4: 7 días i5: 14 días i6: 28 días	Máquina de ensayo de compresión	Kg/cm ² Kg/cm ² Kg/cm ²

Hipótesis

El mucílago de *Heliocarpus americanus* al 4%, 6%, 8% mejoraría la impermeabilización y la resistencia a la compresión del concreto $f'c=260 \text{ kg/cm}^2$.

Objetivos

Objetivo general

Determinar la influencia del mucílago de *Heliocarpus americanus* al 4%, 6%, 8% en la impermeabilización y resistencia a la compresión del concreto $f_c=260 \text{ kg/cm}^2$

Objetivos específicos

- ✓ Determinar composición química del mucílago de *Heliocarpus americanus*
- ✓ Determinar la relación agua/cemento del concreto patrón y con adición del mucílago de *Heliocarpus americanus* al 4%, 6%, 8%.
- ✓ Determinar el coeficiente de permeabilidad del concreto patrón y experimental.
- ✓ Determinar la resistencia a la compresión del concreto patrón y experimental a los 7, 14 y 28 días y validar estadísticamente.

II). METODOLOGÍA

Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

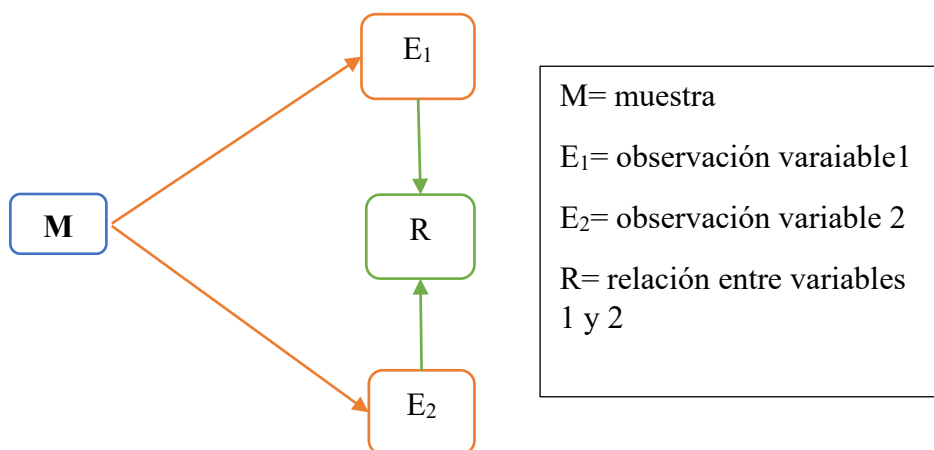
La investigación realizada es de **tipo aplicada**, porque pondremos en práctica los diferentes conocimientos científicos a cerca de la impermeabilización en concreto, la resistencia a la compresión del concreto, mucílago de *Heliocarpus americanus* y otros temas para dar solución al problema planteado, alcanzar los objetivos y demostrar la hipótesis planteada.

Diseño de investigación.

El diseño de investigación es **experimental** porque al grupo control (patrón) se le adiciona el mucilago de *Heliocarpus americanus* en diferentes dosificaciones dando como resultado grupos experimentales, es de **enfoque cuantitativo** porque se cuantifica los diferentes resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio y es de **alcance correlacional** porque usaremos herramientas estadísticas para encontrar las diferentes relaciones entre las variables, bajo el esquema siguiente:

Figura7

Esquema de diseño de investigación correlacional



Fuente: Oseda *et al.* (2019). Teoría y práctica de la Investigación Científica. Perú

Población y Muestra

Población

La población de la investigación será el conjunto de 60 probetas cilíndricas de concreto (150 mm de diámetro x 300mm de altura) elaboradas de acuerdo a la NTP 339.183 (practica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio).

Muestra:

Para esta investigación el número de individuos de la muestra será 60 probetas cilíndricas de concreto (igual al de la población) con y sin adición de mucílago de *Heliocarpus americanus*, que serán ensayadas de acuerdo a NTP 339.034, NTP 339.187 y la NTC 4483, cuyas especificaciones se muestran en la Tabla 7.

Tabla 9

Cuadro de resumen de muestra

RESUMEN DE MUESTRA				
Indicador	días	Resistencia a la compresión	Penetración del agua	Porosidad, absorción
MP	28	3	3	3
	14	3		
	7	3		
M 4%	28	3	3	3
	14	3		
	7	3		
M 6%	28	3	3	3
	14	3		
	7	3		
M 8%	28	3	3	3
	14	3		
	7	3		
Sub total		36	12	12
TOTAL		60		

Fuente: elaboración propia

MP = Concreto $f'c=260 \text{ kg/cm}^2$

M 4% = Concreto $f'c=260 \text{ kg/cm}^2$ con adición de *Heliocarpus americanus* al 4%.

M 6% = Concreto $f'c=260 \text{ kg/cm}^2$ con adición de *Heliocarpus americanus* al 6%.

M 8% = Concreto $f'c=260 \text{ kg/cm}^2$ con adición de *Heliocarpus americanus* al 8%.

Técnicas e instrumentos de investigación

Técnica de investigación.

La técnica de investigación fue la observación y el estudio correlacional porque vamos determinar la influencia del mucílago de *Heliocarpus americanus* en la impermeabilización y la resistencia a la compresión.

Instrumentos de recolección de información.

Se empleo los formatos estándares del laboratorio de ensayo de materiales de la universidad San Pedro; entre los cuales tenemos los siguientes formatos:

- Formato de granulometría de agregados.
- formato de gravedad específica y absorción de agregados.
- Formato de pesos unitarios de agregados.
- Formato de contenido de humedad.
- Formato de resistencia mecánica de probetas
- Formato para determinar el coeficiente de permeabilidad, etc.

fuentes de recolección de información.

Para la presente investigación se usó la técnica de la **observación** porque se va estudiar los efectos de la adición del mucílago en el concreto patrón y se anotaran los resultados observados en los formatos estándares.

El observador será el investigador y el objeto de observación serán las probetas de concreto.

También se usó el **análisis de documentos** como: libros, tesis, normas técnicas, artículos científicos etc., relacionados con el tema.

Proceso y análisis de la información

Los datos recopilados de los ensayos del laboratorio fueron analizados, discutidos, interpretados y concluidos, los resultados obtenidos de coeficiente de permeabilidad al agua, así como la penetración del agua al concreto y la porosidad fueron analizados estadísticamente.

En esta etapa se analizarán los siguientes:

➤ **Cálculo de coeficiente de permeabilidad k:**

$$k = \frac{D^2 \times v}{2Th}$$

Donde:

k: coeficiente de permeabilidad (m/s)

D: profundidad de penetración (m)

V: porosidad del concreto (%) (ASTM C-642)

T: tiempo de ensayo (s)

h: cabeza de presión en m (m.c.a)

▪ **Cálculo de porosidad con la expresión:**

$$\% = \frac{C - A}{C - D} \times 100$$

▪ **Cálculo de la absorción con la expresión:**

$$\% = \frac{C - A}{A} \times 100$$

Donde:

A: masa de muestra seca, g

B: masa de la muestra saturada, luego de la inmersión, g

C: masa de la muestra, luego de la inmersión y hervida, g

D: masa aparente de la muestra en agua, luego de la inmersión y hervida, g

- **Determinación de la profundidad de penetración del agua (mm).**
- **Análisis de la Variación del coeficiente de permeabilidad** del concreto con adición de mucílago de *Heliocarpus americanus* con respecto al concreto patrón.
- **Análisis de resistencia a la compresión**
- **Rango aceptable de fuerza individual de las probetas.**
La norma ASTM C 39 proporciona el rango aceptable de fuerzas en la tabla siguiente.

Tabla 10

Rango aceptable de fuerzas individuales de cilindros

Probeta	Coeficiente de variación	Rango aceptable en fuerza individual de cilindros	
6x12 pulgadas 150 x 300mm		2 cilindros	3 cilindros
Condición de laboratorio	2.40%	6.60%	7.80%

Fuente: Norma ASTM C – 39 (determinación del esfuerzo de compresión en especímenes cilíndricos de concreto)

Nota. El promedio de resistencia a la compresión de probetas en condiciones de laboratorio no debe variar en mas de 7.8% para 03 cilindros.

- Determinación del **coeficiente de correlación** entre los porcentajes de adición de mucílago de *Heliocarpus americanus* y F_c (kg/cm^2) del concreto también los porcentajes de adición de mucílago de *Heliocarpus americanus* y la impermeabilización del concreto.

Contrastación de la hipótesis

- Se verificó el cumplimiento de la normalidad y homogeneidad de varianzas de los datos de resistencias medias a la compresión también se realiza el mismo procedimiento con las variables de la permeabilidad a través de la prueba **Shapiro – Wilk.**

- Luego de haber verificado la normalidad de los datos se procedió a efectuar la prueba de **Análisis de varianza (ANOVA)** y se planteó la siguiente hipótesis

H0: La media de los grupos son iguales

H1: No todas las medias de los grupos son iguales

Decisión:

Si $p\text{-val} \leq \alpha$ entonces se rechaza H0 y se acepta H1 (donde H1 es hipótesis alterna)

Si $p\text{-val} > \alpha$ no se rechaza H0 (donde H0 es hipótesis nula).

- Si al aplicar la prueba ANOVA se observa que hay diferencias significativas entre el grupo de datos analizados (concreto Patrón y experimentales); lo mismo entre las Variables de permeabilidad; con ANOVA no podemos decir específicamente entre que grupos hay diferencias significativas por lo tanto necesitamos aplicar la prueba **t de Student** cada par de grupo de datos pareados.

- prueba **t de Student** se planteó la siguiente hipótesis:

H0: las medias de los dos grupos experimentales son iguales

H1: las medias de los dos grupos experimentales son diferentes.

Decisión:

Si $p\text{-val} \leq \alpha$ se rechaza H0

Si $p\text{-val} > \alpha$ no se rechaza H0

III). RESULTADOS

A continuación, se muestran los diversos resultados de los ensayos de laboratorio.

Potencial de Hidrogeno

Tabla 11

Determinación del pH (potencial de hidrogeno) del mucilago de Heliocarpus americanus.

Parámetro	Resultado	Unidades	Método de referencia
pH	5.19	-	potenciometría

Fuente: LABICER – Universidad Nacional de Ingeniería (UNI)

Interpretación: De acuerdo a la escala del potencial de hidrogeno (pH) el valor de 5.19 es considerado como ácido; Lasteros (2022) en su análisis de pH del mucílago de *Heliocarpus americanus* obtiene un valor de 6.5 como se muestra en la figura 3; la diferencia es debido al método de obtención del mucilago que en este estudio se obtuvo por ebullición dado que la corteza usada de *Heliocarpus americanus* es seca y la que Lasteros empleó fue una corteza fresca obteniendo el mucilago por transferencia en agua fría

Caracterización química del mucílago de *Heliocarpus americanus*

Tabla 12

Determinación de las cenizas de la muestra de mucilago Heliocarpus americanus

Parámetro	Resultado	Unidades	Método de referencia
Cenizas	0.417	%	Gravimetría (Calcinación a 445°C)

Fuente: LABICER – Universidad Nacional de Ingeniería (UNI)

Tabla 13*Análisis de composición química elemental de las cenizas a 445° de la muestra*

Parámetro	Resultado	Unidades	Método de referencia
Potasio, k	52.239	%	
Magnesio, Mg	26.855	%	
Calcio, Ca	11.112	%	
Azufre, S	6.093	%	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva
Fosforo, P	2.990	%	
Silicio, Si	0.538	%	
Manganeso, Mn	0.090	%	
Hierro, Fe	0.051	%	
Zinc, Zn	0.032	%	

Fuente: LABICER – Universidad Nacional de Ingeniería (UNI)

Nota. Balance de resultados del análisis elemental (del sodio al uranio por **espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva**. Análisis semicuantitativo en atmósfera de vacío.

Equipo: Espectrómetro de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva. SHIMADZU, EDX – 800HS.

Tabla 14

*Análisis de composición química del mucílago *Heliocarpus americanus* expresada en óxidos de las cenizas a 445°C de la muestra*

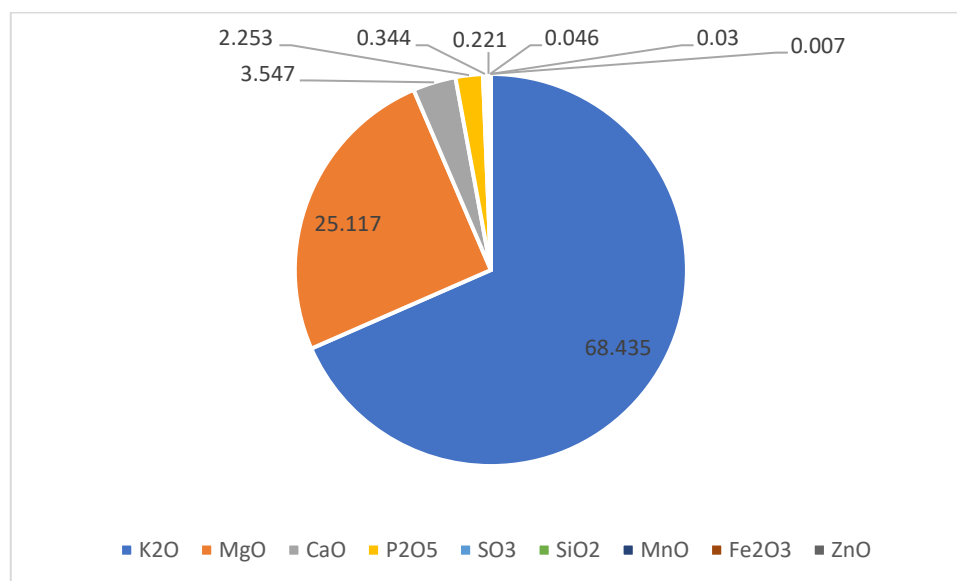
Parámetro	Resultado	Unidades	Método de referencia
óxido de potasio, K ₂ O	68.435	%	
Oxido de magnesio, MgO	25.117	%	
Oxido de calcio, CaO	3.547	%	
Oxido de Fosforo, P ₂ O ₅	2.253	%	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva
Oxido de azufre, SO ₃	0.344	%	
Oxido de Silicio, SiO ₂	0.221	%	
Oxido de manganeso, MnO	0.046	%	
Óxido de hierro, Fe ₂ O ₃	0.03	%	
Oxido de zinc, ZnO	0.007	%	

Fuente: LABICER – Universidad Nacional de Ingeniería (UNI)

Nota. Balance de resultados al 100% de óxidos calculados del análisis elemental (del sodio al uranio) por espectrometría de fluorescencia de rayos X. Análisis semicuantitativo en atmósfera de vacío. Equipo: Espectrómetro de Fluorescencia de rayos X de energía dispersiva. SHIMADZU, EDX-800HS.

Figura 8

Composición química del mucílago de Helicarpus americanus (%)



Fuente: elaboración propia

Características de los agregados para del diseño de mezcla (método ACI 211)

Tabla 15

Características de los agregados para el diseño de mezcla

Perfil - Agregados	Fino	Grueso (angular)
Peso unitario suelto (Kg/m ³)	1647	1381
Peso unitario compactado (Kg/m ³)	1792	1594
Peso específico	2.62	2.79
Módulo de fineza	2.6	
TMN		1"
% absorción	1.08	0.83
% w(humedad)	0.61	0.52

Fuente: Elaboración propia con datos de Laboratorio Mecánica de Suelos y ensayo de materiales – USP

Dosificaciones - diseño de mezcla (método ACI 211)

Tabla 16

Dosificación de concreto patrón

Material	Cantidad	Proporción
Cemento (kg/m ³)	318.482	1.0
Agregado fino (kg/m ³)	764.584	2.4
Agregado grueso (kg/m ³)	1121.627	3.52
Agua efectiva (L/m ³)	200.04	26.69L/bolsa
Relación agua/cemento (a/c)	0.606	

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos y ensayo de materiales – USP

Tabla 17

*Dosificación de concreto con 4% de mucilago de *Heliocarpus americanus**

Material	Cantidad/m ³	Proporción
Cemento (kg/m ³)	318.48	1.0
Agregado fino (kg/m ³)	764.58	2.4
Agregado grueso (kg/m ³)	1121.63	3.52
Agua efectiva (L/m ³)	200.04	26.69L/bolsa
Mucilago de <i>Heliocarpus americanus</i> (L/m ³)	8.00	1.07L/bolsa
Relación agua/cemento (a/c)		0.606

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos y ensayo de materiales – USP

Tabla 18*Dosificación de concreto con 6% de mucilago de *Heliocarpus americanus**

Material	Cantidad/m3	Proporción
Cemento (kg/m ³)	318.48	1.00
Agregado fino (kg/m ³)	764.58	2.40
Agregado grueso (kg/m ³)	1121.63	3.52
Agua efectiva (L/m ³)	200.04	26.69L/bolsa
Mucilago de <i>Heliocarpus americanus</i> (L/m ³)	12.00	1.60L/bolsa
Relación agua/cemento (a/c)		0.606

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos y ensayo de materiales – USP

Tabla 19*Dosificación de concreto con 8% de mucilago de *Heliocarpus americanus**

Material	Cantidad/m3	Proporción
Cemento (kg/m ³)	318.48	1.00
Agregado fino (kg/m ³)	764.58	2.40
Agregado grueso (kg/m ³)	1121.63	3.52
Agua efectiva (L/m ³)	200.04	26.69L/bolsa
Mucilago de <i>Heliocarpus americanus</i> (L/m ³)	16.00	2.14L/bolsa
Relación agua/cemento (a/c)		0.606

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos y ensayo de materiales – USP

Resultados de ensayo de resistencia a la compresión (kg/cm²)

Tabla 20

Ensayo de resistencia a la compresión (kg/cm²) del concreto patrón a los 7, 14 y 28 días

Muestra	Edad (días)	Diámetro	área (cm ²)	Carga aplicada(kg)	F`c (kg/cm ²)	Slump (“)
Patrón	7	15.12	179.55	34269.55	190.86	3.50
patrón	7	15.00	176.71	35263.40	199.55	3.50
Patrón	7	15.10	179.08	34970.48	195.28	3.51
Patrón	14	15.10	179.03	38534.68	215.24	3.52
Patrón	14	15.05	177.89	38065.90	213.98	3.50
Patrón	14	15.07	178.37	37689.11	211.30	3.50
Patrón	28	15.06	178.13	47035.53	264.05	3.52
Patrón	28	15.08	178.60	47426.66	265.54	3.52
Patrón	28	15.10	179.08	47366.30	264.50	3.50

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos y ensayo de materiales – USP

Tabla 21

*Ensayo de resistencia a la compresión (kg/cm²) del concreto con *Heliocarpus americanus* al 4% a los 7, 14 y 28 días*

Muestra	Edad		Carga			Slump (“)
	(días)	Diámetro	área (cm ²)	aplicada(kg)	F`c (kg/cm ²)	
Experimental 4%	7	15.05	177.89	38094.36	214.14	3.40
Experimental 4%	7	15.07	178.37	39435.33	221.09	3.40
Experimental 4%	7	15.06	178.13	38991.12	218.89	3.43
Experimental 4%	14	15.10	179.03	45425.59	253.73	3.42
Experimental 4%	14	15.12	179.55	45084.05	251.09	3.43
Experimental 4%	14	15.00	176.71	44837.79	253.73	3.40
Experimental 4%	28	15.10	179.08	52609.72	293.78	3.42
Experimental 4%	28	15.08	178.60	51893.56	290.55	3.40
Experimental 4%	28	15.12	179.55	53169.33	296.12	3.43

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos y ensayo de materiales – USP

Tabla 22

Ensayo de resistencia a la compresión (kg/cm²) del concreto con Heliocarpus americanus al 6% a los 7, 14 y 28 días

Muestra	Edad (días)	Diámetro	área (cm ²)	Carga aplicada(kg)	F`c (kg/cm ²)	Slump (“)
Experimental 6%	7	15.00	176.71	36194.68	204.82	3.30
Experimental 6%	7	15.10	179.08	37053.16	206.91	3.32
Experimental 6%	7	15.08	178.60	36612.15	204.99	3.30
Experimental 6%	14	15.10	179.03	41764.40	233.28	3.32
Experimental 6%	14	15.05	177.89	40234.43	226.17	3.33
Experimental 6%	14	15.07	178.37	41120.91	230.54	3.32
Experimental 6%	28	15.06	178.13	48387.54	271.64	3.31
Experimental 6%	28	15.12	179.55	48312.41	269.07	3.31
Experimental 6%	28	15.00	176.71	47910.86	271.12	3.33

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos y ensayo de materiales – USP

Tabla 23

*Ensayo de resistencia a la compresión (kg/cm²) del concreto con *Heliocarpus americanus* al 8% a los 7, 14 y 28 días*

Muestra	Edad (días)	Diámetro	área (cm ²)	Carga aplicada(kg)	F`c (kg/cm ²)	Slump (“)
Experimental 8%	7	15.08	178.60	32088.10	179.66	3.20
Experimental 8%	7	15.06	178.13	30565.52	171.59	3.20
Experimental 8%	7	15.10	179.03	31579.31	176.39	3.20
Experimental 8%	14	15.10	179.03	36651.27	204.72	3.22
Experimental 8%	14	15.07	178.37	34590.86	193.93	3.21
Experimental 8%	14	15.12	179.55	36266.18	201.98	3.22
Experimental 8%	28	15.00	176.71	39435.63	223.16	3.20
Experimental 8%	28	15.00	176.71	40260.88	227.83	3.23
Experimental 8%	28	15.00	176.71	39377.31	222.83	3.20

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos y ensayo de materiales – USP

Tabla 24*Rango aceptable de fuerzas individuales de cilindros-concreto patrón*

Muestra	Edad (días)	f'c (kg/cm ²)	f'c promedio (kg/cm ²)	Diferencia	% de variación de f'c	Rango
Patrón	7	190.86		4.37	2.24	aceptable
Patrón	7	199.55	195.23	-4.32	-2.21	aceptable
Patrón	7	195.28		-0.05	-0.03	aceptable
Patrón	14	215.24		-1.73	-0.81	aceptable
Patrón	14	213.98	213.51	-0.47	-0.22	aceptable
Patrón	14	211.30		2.21	1.03	aceptable
Patrón	28	264.05		0.65	0.24	aceptable
Patrón	28	265.54	264.70	-0.84	-0.32	aceptable
Patrón	28	264.50		0.20	0.07	aceptable

Fuente: Elaboración propia

Nota: En todos los casos se observa que el rango aceptable de fuerzas individuales de cilindros es menor a 7.80 % cumpliendo con la Norma ASTM C – 39 para 03 cilindros (150mm x 300mm)

Tabla 25*Rango aceptable de fuerzas individuales de cilindros-concreto 4% Ha*

Muestra	Edad (días)	f'c (kg/cm ²)	f'c promedio (kg/cm ²)	Diferencia	% de variación f'c	Rango
Experimental 4%	7	214.14		3.90	1.79	aceptable
Experimental 4%	7	221.09	218.04	-3.05	-1.40	aceptable
Experimental 4%	7	218.89		-0.85	-0.39	aceptable
Experimental 4%	14	253.73		-0.88	-0.35	aceptable
Experimental 4%	14	251.09	252.85	1.76	0.70	aceptable
Experimental 4%	14	253.73		-0.88	-0.35	aceptable
Experimental 4%	28	293.78		-0.30	-0.10	aceptable
Experimental 4%	28	290.55	293.48	2.93	1.00	aceptable
Experimental 4%	28	296.12		-2.64	-0.90	aceptable

Fuente: Elaboración propia

Nota: En todos los casos se observa que el rango aceptable de fuerzas individuales de cilindros es menor a 7.80 % cumpliendo con la Norma ASTM C – 39 para 03 cilindros (150mm x 300mm)

Tabla 26*Rango aceptable de fuerzas individuales de cilindros-concreto con 6% Ha*

Muestra	Edad (días)	f'c (kg/cm ²)	f'c promedio (kg/cm ²)	Diferencia	% de variación f'c	Rango
Experimental 6%	7	204.82		0.75	0.37	aceptable
Experimental 6%	7	206.91	205.57	-1.34	-0.65	aceptable
Experimental 6%	7	204.99		0.58	0.28	aceptable
Experimental 6%	14	233.28		-3.28	-1.43	aceptable
Experimental 6%	14	226.17	230.00	3.83	1.66	aceptable
Experimental 6%	14	230.54		-0.54	-0.24	aceptable
Experimental 6%	28	271.64		-1.03	-0.38	aceptable
Experimental 6%	28	269.07	270.61	1.54	0.57	aceptable
Experimental 6%	28	271.12		-0.51	-0.19	aceptable

Fuente: Elaboración propia

Nota: En todos los casos se observa que el rango aceptable de fuerzas individuales de cilindros es menor a 7.80 % cumpliendo con la Norma ASTM C – 39 para 03 cilindros (150mm x 300mm)

Tabla 27*Rango aceptable de fuerzas individuales de cilindros-concreto con 8% Ha*

Muestra	Edad (días)	f'c (kg/cm ²)	f'c promedio (kg/cm ²)	Diferencia	% de variación f'c	Rango
Experimental 8%	7	179.66		-3.78	-2.15	aceptable
Experimental 8%	7	171.59	175.88	4.29	2.44	aceptable
Experimental 8%	7	176.39		-0.51	-0.29	aceptable
Experimental 8%	14	204.72		-4.51	-2.25	aceptable
Experimental 8%	14	193.93	200.21	6.28	3.14	aceptable
Experimental 8%	14	201.98		-1.77	-0.88	aceptable
Experimental 8%	28	223.16		1.45	0.64	aceptable
Experimental 8%	28	227.83	224.61	-3.22	-1.44	aceptable
Experimental 8%	28	222.83		1.78	0.79	aceptable

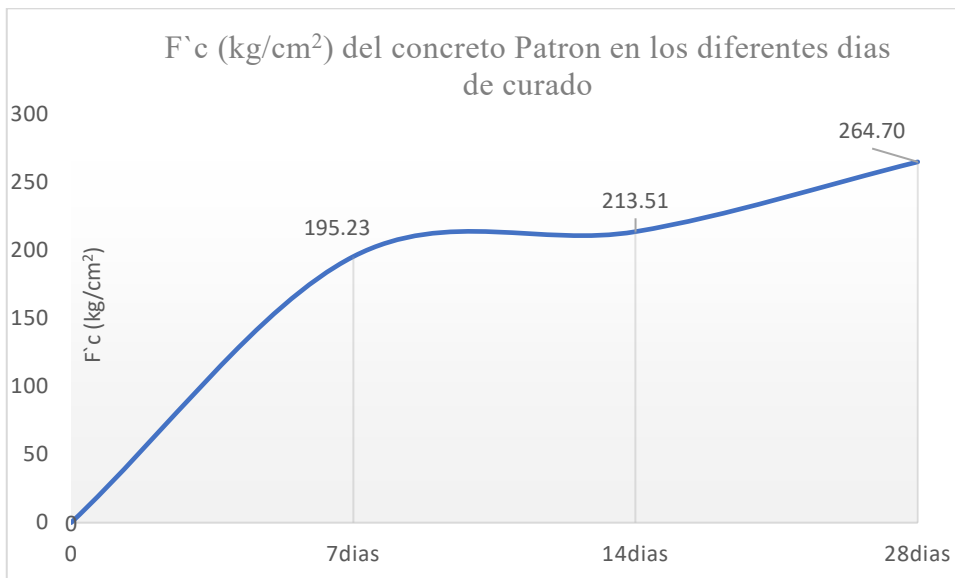
Fuente: Elaboración propia

Nota: En todos los casos se observa que el rango aceptable de fuerzas individuales de cilindros es menor a 7.80 % cumpliendo con la Norma ASTM C – 39 para 03 cilindros (150mm x 300mm).

Resistencia a la compresión (kg/cm²) del concreto patrón y con adición de mucílago *Heliocarpus americanus* al 4%, 6% y 8% en diferentes días de rotura.

Figura 9

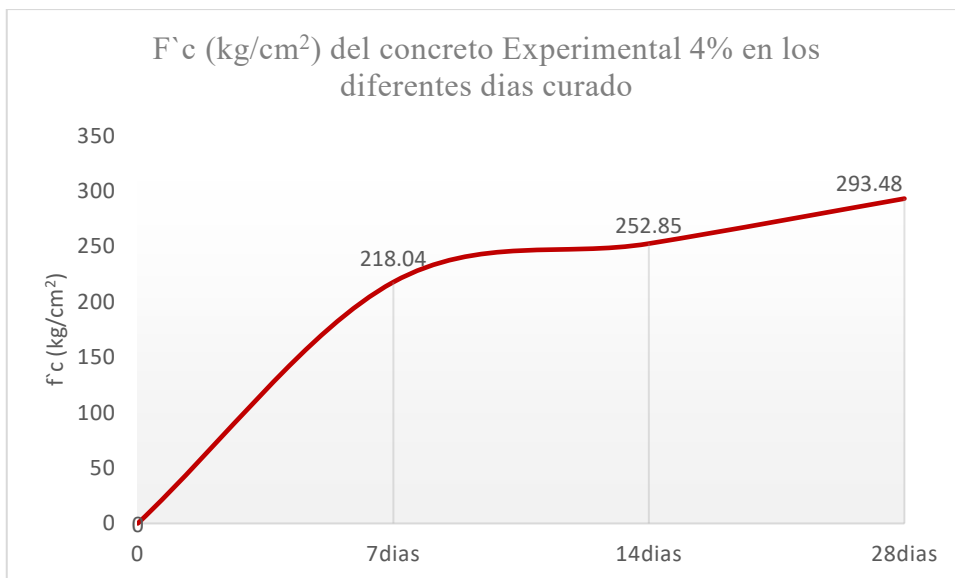
Resistencia a la compresión (Kg/cm²) del concreto patrón en los diferentes días de prueba



Fuente: Elaboración propia

Figura 10

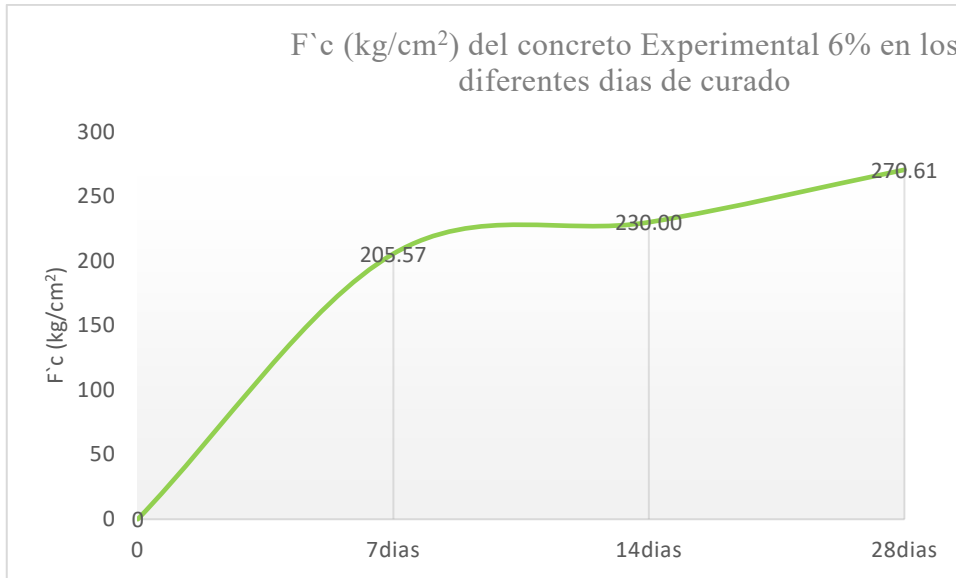
Resistencia a la compresión (Kg/cm²) del concreto Experimental 4% en los diferentes días de prueba



Fuente: Elaboración propia

Figura 11

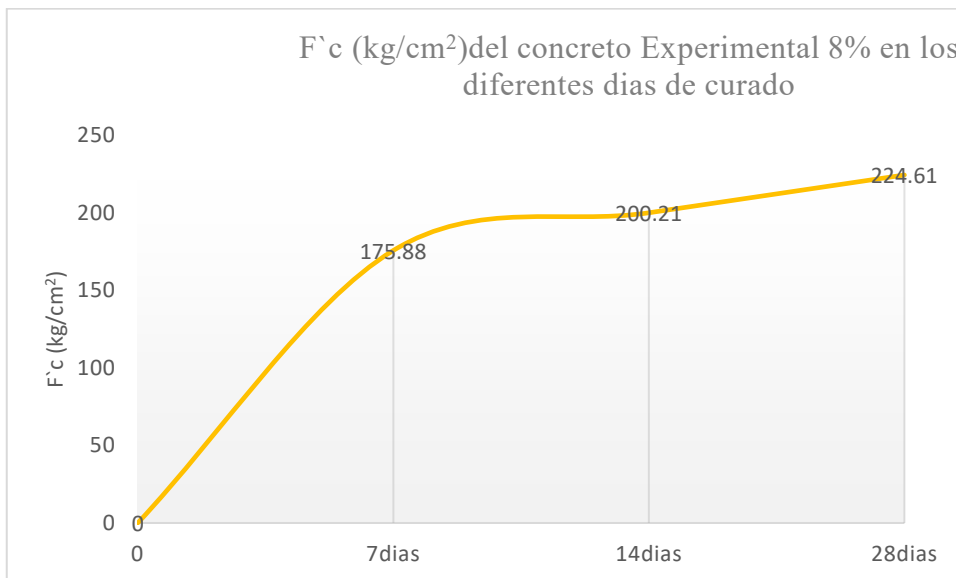
Resistencia a la compresión (Kg/cm²) del concreto Experimental 6% en los diferentes días de prueba



Fuente: Elaboración propia

Figura 12

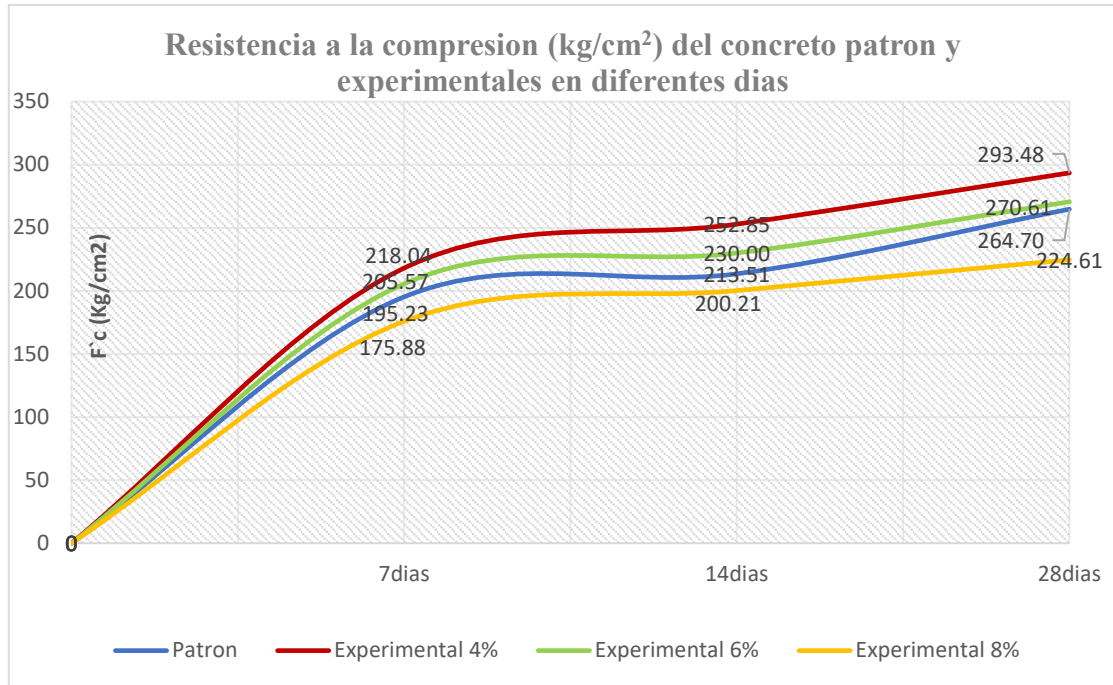
Resistencia a la compresión (Kg/cm²) del concreto Experimental 8% en los diferentes días de prueba



Fuente: Elaboración propia

Figura 13

*Resistencia a la compresión (kg/cm²) promedio del concreto patrón y con *Heliocarpus americanus* al 4%, 6% y 8% en diferentes días de rotura*

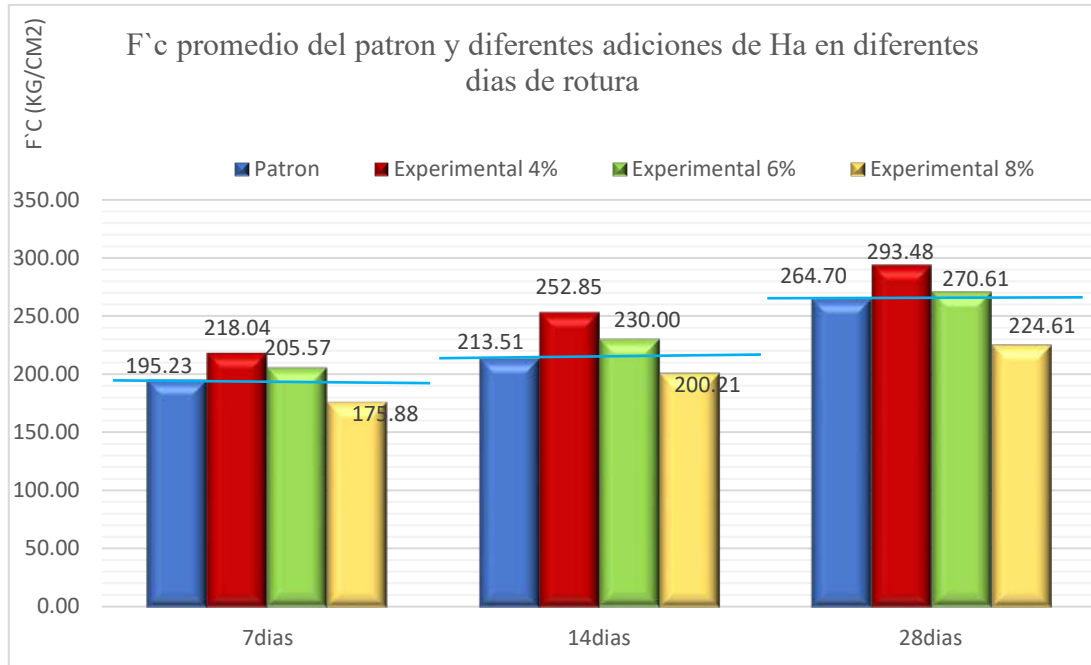


Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Los gráficos de líneas muestran que existe una relación directa entre los días de curado transcurrido y el incremento de resistencia a la compresión en todos los casos, además se observa que en todos los días de prueba los experimentales 4% y 6% alcanzan mayor resistencia a la compresión que el concreto patrón y el experimental 8% menor resistencia a la compresión que el concreto patrón.

Figura 14

*Resistencia a la compresión (kg/cm²) promedio del concreto patrón y con *Heliocarpus americanus* al 4%, 6% y 8% en diferentes días de rotura*

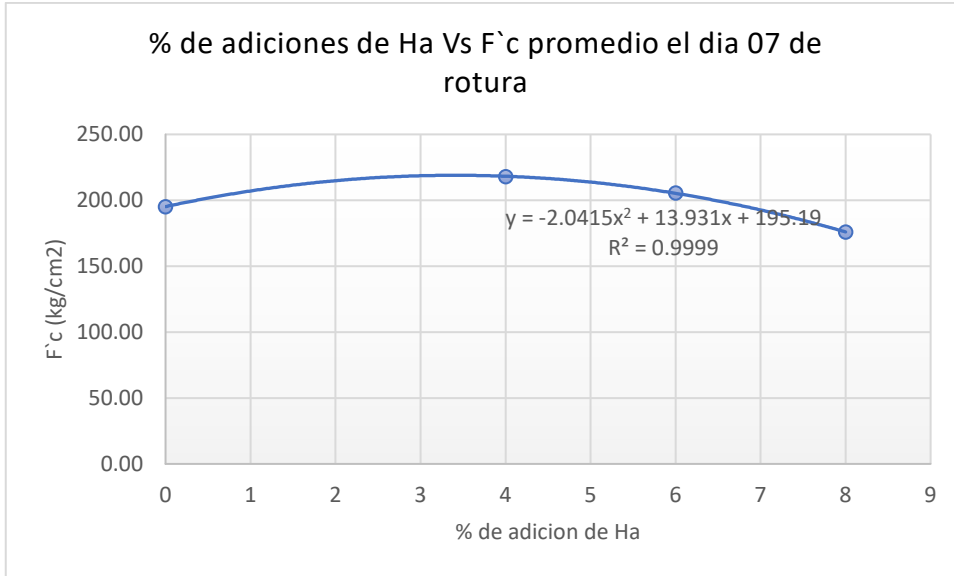


Fuente: Elaboración propia

Interpretación: El grafico de barras nos muestra que el concreto experimental 4% y 6% tienen una resistencia a la compresión mayor que el concreto patrón en los diferentes días de rotura (7,14 y 28 días), el experimental 8% tiene menor resistencia a la compresión que el concreto patrón y que el resto de experimentales en todos los días de rotura; el experimental 4% es el que alcanza la mayor resistencia en todos los días de prueba; a los 7 días, 218.04 kg/cm², 14 días 252.85 kg/cm², 28 días 293.48 kg/cm²; a los 28 días el experimental 4% alcanzó 293.48 kg/cm² (10.88% más que el patrón), el experimental 6% alcanzó 270.61kg/cm²(2.33% mas que el patrón) y el experimental 8% 224.61kg/cm² (15.15% menos que el patrón).

Figura 15

Correlación entre los diferentes porcentajes de adiciones de Heliocarpus americanus y F`c (kg/cm2) el día 07 de curado

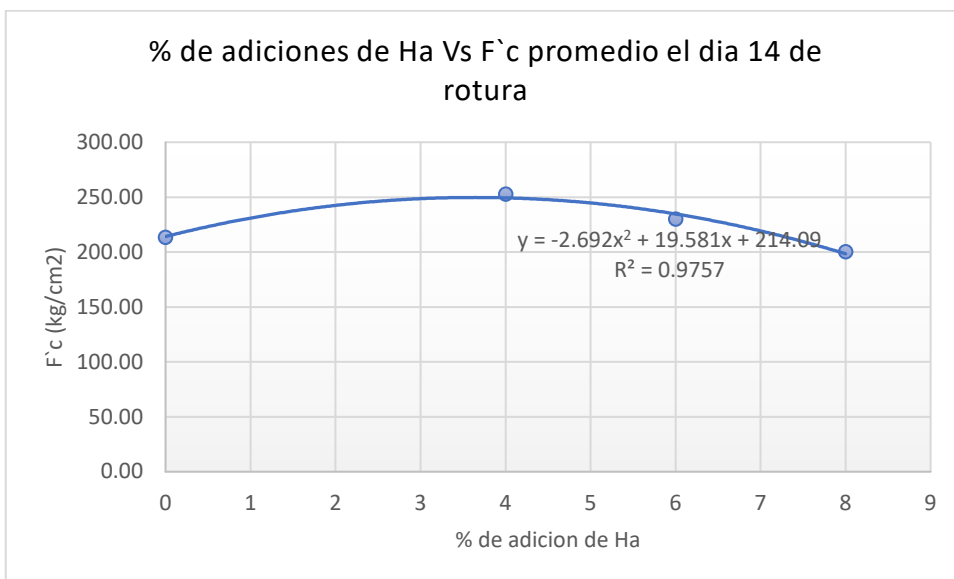


Fuente: Elaboración propia

Nota: De acuerdo al coeficiente de determinación(R^2) la relación entre las dos variables (los % de adición de Ha y F`c a los 07 días de rotura) es del 99.99 % y como $r = 0.999$, la relación entre las dos variables es muy fuerte.

Figura 16

Correlación entre los diferentes porcentajes de adiciones de Heliocarpus americanus y F`c (kg/cm2) el día 14 de curado

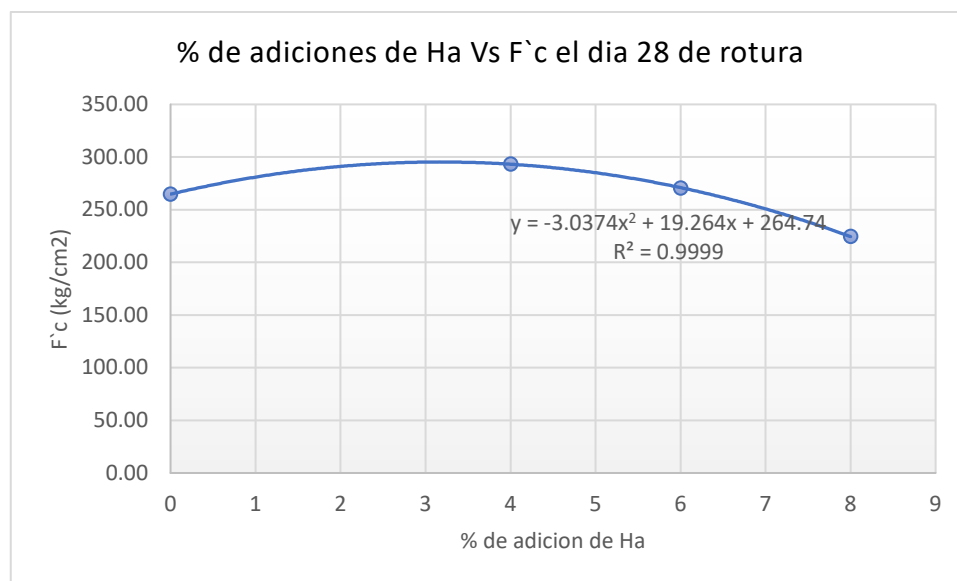


Fuente: Elaboración propia

Nota: De acuerdo al coeficiente de determinación(R^2) la relación entre las dos variables (los % de adición de *Ha* y $f'c$ a los 14 días de rotura) es del 97.57 % y como $r = 0.988$, la relación entre las dos variables es fuerte.

Figura 17

Correlación entre los diferentes porcentajes de adiciones de Heliocharpus americanus y $F'c$ (kg/cm²) el día 28 de curado



Fuente: Elaboración propia

Nota: De acuerdo al coeficiente de determinación(R^2) la relación entre las dos variables (los % de adición de *Ha* y $f'c$ a los 28 días de rotura) es del 99.99 % y como $r = 0.999$, la relación entre las dos variables es muy fuerte.

Tabla 28

Resumen del promedio de resistencias a la compresión (kg/cm²) del concreto patrón y experimentales

Promedio de resistencias de compresión $F'c$ (kg/cm ²)				
Edad (días)	Patrón	Experimental 4%	Experimental 6%	Experimental 8%
7días	195.23	218.04	205.57	175.88
14días	213.51	252.85	230.00	200.21

28días	264.70	293.48	270.61	224.61
--------	--------	--------	--------	--------

Fuente: Elaboración propia

Contrastación de hipótesis de Normalidad de los resultados de resistencia a la compresión (kg/cm²) a través del Test de Shapiro- Wilk

Ho: La distribución de los valores de la resistencia a la compresión del concreto patrón y las muestras de concreto con mucílago de *Heliocarpus americanus* al 4%, 6% y 8%, tienen una distribución normal (p-valor>0.05).

H1: La distribución de los valores de la resistencia a la compresión del concreto patrón y las muestras de concreto con mucílago de *Heliocarpus americanus* al 4%, 6% y 8%, no tienen una distribución normal (p-valor<0.05).

Mediante el uso del complemento de Excel Real Statistics realizamos el test de Shapiro-Wilk

Tabla 29

Prueba de **normalidad** de las fuerzas de compresión a través de prueba Shapiro – Wilk

Parámetros	Patrón	Experimental 4%	Experimental 6%	Experimental 8%
W-stat	0.930	0.998	0.980	1.000
p-valor	0.490	0.915	0.727	0.998
Alpha	0.05	0.05	0.05	0.05
normal	si	si	si	si

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: dado que p-valor > 0.05 para todos los casos entonces se acepta Ho, por lo tanto, el promedio de resistencias de compresión F`c (kg/cm²) tiene una distribución normal.

Luego de verificar el cumplimiento de la normalidad de los datos de resistencias medias a través de la prueba Shapiro – Wilk y homogeneidad de varianzas se

procede a efectuar la prueba ANOVA con el uso del complemento de Excel Real Statistics.

Contrastación de hipótesis mediante ANOVA de la relación entre las resistencias a la compresión de concreto patrón y muestras de concreto con adición de mucílago de *Heliocarpus americanus* al 4%, 6% y 8%.

Ho: No existe una relación significativa entre las medidas de la resistencia a la compresión del concreto con adición de mucílago de *Heliocarpus americanus* al 4%, 6% y 8% y el concreto Patrón; probabilidad (p)>0.05

H1: Si existe una relación significativa entre las medidas de la resistencia a la compresión del concreto con adición de mucílago de *Heliocarpus americanus* al 4%, 6% y 8% y el concreto Patrón; probabilidad (p)<0.05

Tabla 30

Análisis de varianza (ANOVA) del promedio de las resistencias a la compresión en los diferentes días de ensayo

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de cuadrados	F	Probabilidad (p)	Valor crítico para F
Entre grupos	8489.998	2	4244.999	7.70	0.011	4.256
Dentro de los grupos	4961.932	9	551.326			
Total	13451.930	11				

Fuente: Elaboración propia

interpretación: Como la probabilidad (p) (0.011) < que el nivel de significación (alfa) (0.05); también se observa que F (7.700) > que valor crítico para F (4.256) por lo tanto se rechaza H0 y se acepta H1: “Si hay relación significativa entre las resistencias a la compresión del concreto patrón y resistencias a la compresión del concreto con mucílago de *Heliocarpus americanus* al 4%, 6% y 8%”.

Al aplicar la prueba ANOVA se observa que hay diferencias significativas entre el grupo de datos analizados (concreto Patrón, experimentales 4%, 6% y 8%) pero no podemos decir específicamente entre que grupos hay diferencias significativas por lo

tanto necesitamos aplicar la prueba **T de student** cada par de grupo de datos (patrón Vs experimental 4%; patrón Vs experimental 6%; patrón Vs experimental 8%).

Prueba **T de student** para medias de dos muestras

Contrastación de hipótesis mediante la prueba T de student de la relación entre las resistencias a la compresión del concreto patrón con cada uno de los concretos experimentales.

Ho: No existe una relación significativa entre las medidas de la resistencia a la compresión del concreto con adición de mucílago de *Heliocarpus americanus* al 4%, 6% y 8% y el concreto Patrón, p-valor > 0.05 ; (No existe influencia significativa de la adición del mucílago *Heliocarpus americanus* al concreto en la resistencia a la compresión (kg/cm^2) del concreto.

H1: Si existe una relación significativa entre las medidas de la resistencia a la compresión del concreto con adición de mucílago de *Heliocarpus americanus* al 4%, 6% y 8% y el concreto Patrón, p-valor < 0.05

Tabla 31

Prueba T de student para concreto patrón y el experimental 4%

Par de prueba	n	Media	Varianza	G. L	Estadístico t	p-valor (2colas)	Valor crítico de t (2 colas)
Patrón	3	224.478	36.009				
Experimental 4%	3	254.791	37.759				
				2	-6.272	0.024	4.303

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Se tiene p-valúe (0.024) < 0.05 (nivel de significación); también se observa que el estadístico de prueba t (-6.272) está en la zona de rechazo de Ho, entonces se rechaza Ho y se acepta H1; por lo tanto “**Hay diferencias significativas** entre las resistencias a la compresión del concreto patrón y el concreto experimental 4% y podemos afirmar que la adición del mucilago de *Heliocarpus americanus* al 4% influye significativamente en la resistencia a la compresión del concreto”.

Tabla 32*Prueba T de student para el concreto patrón y el experimental 6%*

Par de prueba	n	Media	Varianza	G. L	Estadístico t	p-valor (2colas)	Valor crítico de t (2 colas)
Patrón	3	224.478	36.009				
Experimental 6%	3	235.393	32.852				
				2	-3.560	0.071	4.303

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Se tiene p-valúe (0.071) > 0.05; también se observa que el estadístico de prueba t (3.560) está en la zona de aceptación de Ho, entonces se acepta Ho; por lo tanto “**no hay diferencias significativas**” entre las resistencias a la compresión del concreto patrón y el concreto experimental 6% y podemos afirmar que la adición del mucilago de *Heliocarpus americanus* al 6% no influye significativamente en la resistencia a la compresión del concreto” a pesar de que se observa que hay incremento de resistencia a la compresión con respecto al patrón.

Tabla 33*Prueba t de Student para el concreto patrón y el experimental 8%*

Par de prueba	n	Media	Varianza	G. L	Estadístico t	p-valor (2colas)	Valor crítico de t (2 colas)
Patrón	3	224.478	36.009				
Experimental 8%	3	200.232	24.363				
				2	2.989	0.096	4.303

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Se tiene p-valúe (0.096) > 0.05; también se observa que el estadístico de prueba t (2.989) está en la zona de aceptación de Ho, entonces se acepta Ho, por lo tanto “**no hay diferencias significativas**” entre las resistencias a la compresión del concreto patrón y el concreto experimental 8% y podemos afirmar

que la adición del mucilago de *Heliocarpus americanus* al 8% no influye significativamente en la resistencia a la compresión del concreto”, a pesar de que se observa una disminución de resistencia a la compresión con respecto al patrón.

Resultados de ensayo de profundidad de penetración

Tabla 34

Profundidad de penetración del agua del concreto patrón a los 28 días

Testigo		Ensayo de penetración de agua			Prof. de penetración	Prof. P. promedio
N°	muestra	fecha inicio	fecha de termino	horas	cm	cm
1	patron-28d	03/07/2023, 18:00	06/07/2023, 18:00	72	2.44	
2	patron-28d	03/07/2023, 18:00	06/07/2023, 18:00	72	2.42	2.44
3	patron-28d	03/07/2023, 18:00	06/07/2023, 18:00	72	2.46	

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos y ensayo de materiales – USP

Tabla 35

Profundidad de penetración del agua del concreto experimental 4% a los 28 días

Testigo		Ensayo de penetración de agua			Prof. de penetración	Prof. P. promedio
N°	muestra	fecha inicio	fecha de termino	horas	cm	cm
1	experimental 4%-28d	06/07/2023, 18:00	09/07/2023, 18:00	72	2.02	
2	experimental 4%-28d	06/07/2023, 18:00	09/07/2023, 18:00	72	2.05	2.03
3	experimental 4%-28d	06/07/2023, 18:00	09/07/2023, 18:00	72	2.03	

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos y ensayo de materiales – USP

Tabla 36*Profundidad de penetración del agua del concreto experimental 6% a los 28 días*

Testigo		Ensayo de penetración de agua			Prof. de penetración	Prof. P. promedio
N° muestra		fecha inicio	fecha de termino	horas	cm	cm
1	experimental 6%-28d	09/07/2023, 18:00	12/07/2023, 18:00	72	1.98	
2	experimental 6%-28d	09/07/2023, 18:00	12/07/2023, 18:00	72	1.94	1.97
3	experimental 6%-28d	09/07/2023, 18:00	12/07/2023, 18:00	72	2.00	

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos y ensayo de materiales – USP

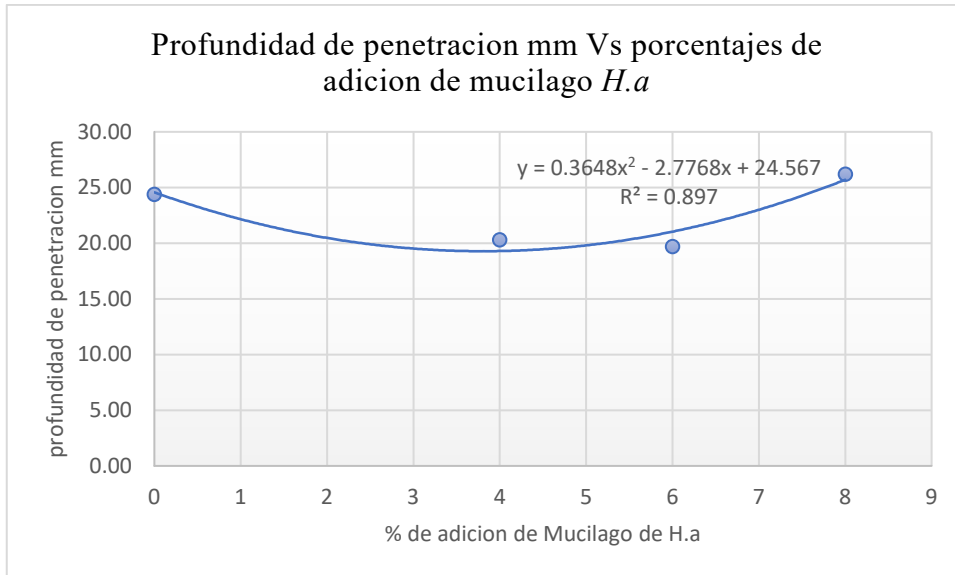
Tabla 37*Profundidad de penetración del agua del concreto experimental 8% a los 28 días*

Testigo		Ensayo de penetración de agua			Prof. de penetración	Prof. P. promedio
N° muestra		fecha inicio	fecha de termino	horas	cm	cm
1	experimental 8%-28d	12/07/2023, 18:00	15/07/2023, 18:00	72	2.65	
2	experimental 8%-28d	12/07/2023, 18:00	15/07/2023, 18:00	72	2.62	2.62
3	experimental 8%-28d	12/07/2023, 18:00	15/07/2023, 18:00	72	2.59	

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos y ensayo de materiales – USP

Figura 18

profundidad de penetración del agua en el concreto en mm; concreto patrón y los diferentes experimentales

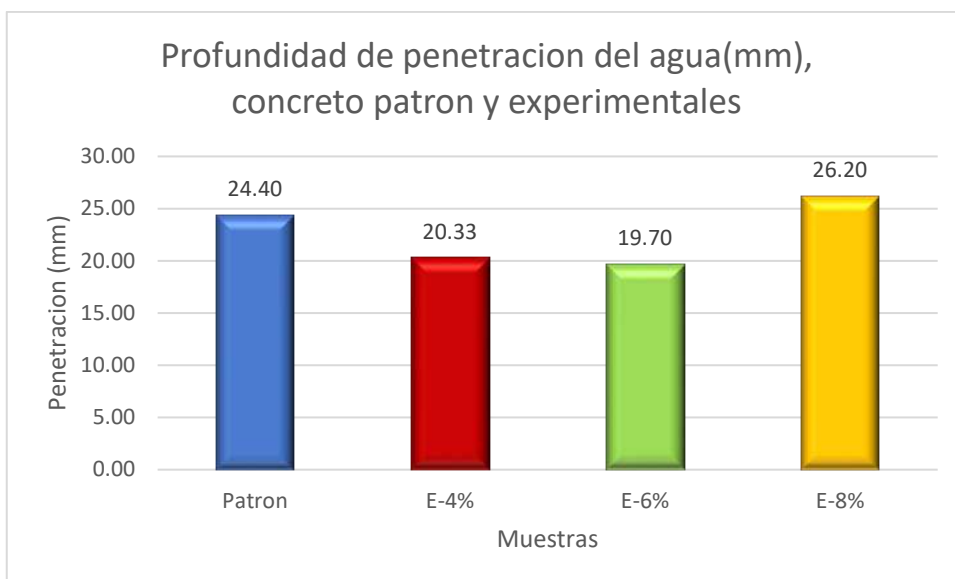


Fuente: Elaboración propia

Nota: De acuerdo al coeficiente de determinación (R^2) la relación entre las dos variables (los % de adición de Ha y penetración de agua en el concreto) es del 89.7 % y como $r = 0.947$, la relación entre las dos variables es fuerte.

Figura 19

profundidad de penetración del agua en el concreto



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En el grafico se observa que los concretos experimentales 4% y 6% tienen menor profundidad de penetración que el concreto patrón y el experimental 8% mayor profundidad de penetración que el concreto patrón, el concreto experimental 6% (19.70 mm) es el que presenta la menor profundidad de penetración, representando el 19.26% menos que el concreto patrón(24.40 mm); el experimental 4% tiene 16.68% menos profundidad de penetración que el concreto patrón; el experimental 8% tiene mayor profundidad de penetración 7.38% más que el concreto patrón.

Resultados de volumen de poros o porcentaje de vacíos (%) en concreto endurecido

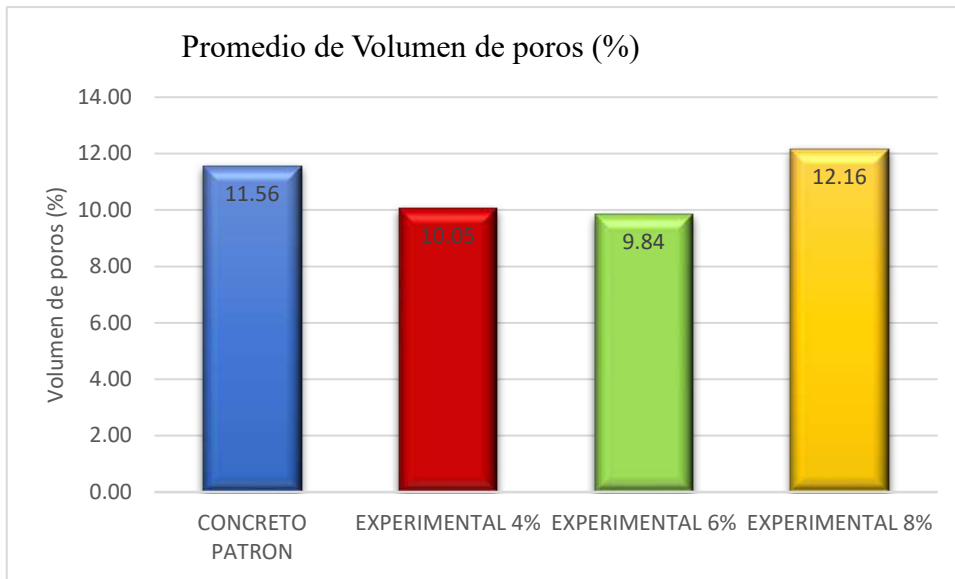
Tabla 38

Resumen de volumen de poros del concreto patrón y los experimentales

Muestra	Absorción (%)	Absorción Inmersión y Hervido	promedio de Volumen de poros (%)
Concreto patrón	4.02	4.77	11.56
Experimental 4%	3.58	4.13	10.05
Experimental 6%	3.44	4.04	9.84
Experimental 8%	4.54	5.08	12.16

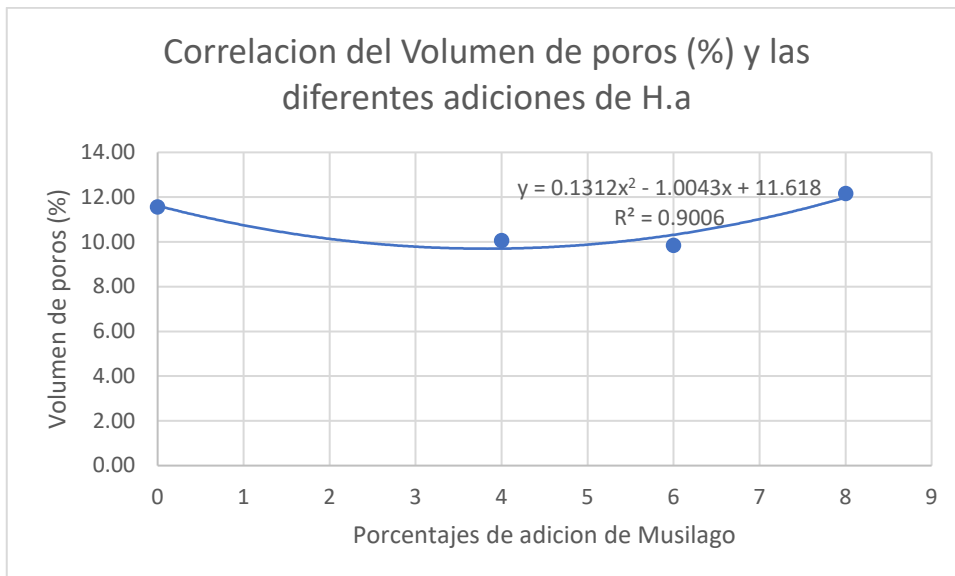
Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos en laboratorio Mecánica de Suelos y ensayo de materiales–USP

Figura 20
volumen de poros del concreto patrón y experimentales



Fuente: Elaboración propia

Figura 21
Correlación del volumen de vacíos y las diferentes adiciones de Heliocarpus americanus



Fuente: Elaboración propia

Resultados del coeficiente de permeabilidad del concreto K (m/s)

Tabla 39

Coeficiente de permeabilidad K (m/s) del concreto patrón a los 28 días

Muestra	Prof. pen. (D) (m)	Porosidad de concreto (V) (%)	Tiempo de ensayo (T) (s).....(72H)	presión (h) (m)	Coeficiente de permeabilidad (K) m/s
Patrón-28d	0.0244	11.01	259200	50	2.52826E-12
Patrón-28d	0.0242	11.96	259200	50	2.70236E-12
Patrón-28d	0.0246	11.71	259200	50	2.73364E-12
K promedio (m/s)					2.65475E-12

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos en laboratorio Mecánica de Suelos y ensayo de materiales–USP

Tabla 40

Coeficiente de permeabilidad K (m/s) del concreto experimental 4% a los 28 días

Muestra	Porosidad		Tiempo de ensayo. (T) (s).....(72H)	presión (h) (m)	Coeficiente de permeabilidad (K) m/s
	Prof. pen. (D) (m)	de concreto (V) (%)			
Experimental 4%-28d	0.0202	10.02	259200	50	1.57706E-12
Experimental 4%-28d	0.0205	9.84	259200	50	1.59509E-12
Experimental 4%-28d	0.0203	10.31	259200	50	1.63846E-12
K promedio (m/s)					1.60354E-12

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos en laboratorio Mecánica de Suelos y ensayo de materiales–USP

Tabla 41*Coefficiente de permeabilidad K (m/s) del concreto experimental 6% a los 28 días*

Muestra	Prof. pen. (D) (m)	Porosidad de concreto (V) (%)	Tiempo de ensayo. (T) (s)...(72H)	presión (h) (m)	Coefficiente de permeabilidad (K) m/s
Experimental 6%-28d	0.0198	9.86	259200	50	1.49074E-12
Experimental 6%-28d	0.0194	9.71	259200	50	1.41022E-12
Experimental 6%-28d	0.0200	9.96	259200	50	1.53766E-12
	K promedio (m/s)				1.47954E-12

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos en laboratorio Mecánica de Suelos y ensayo de materiales–USP

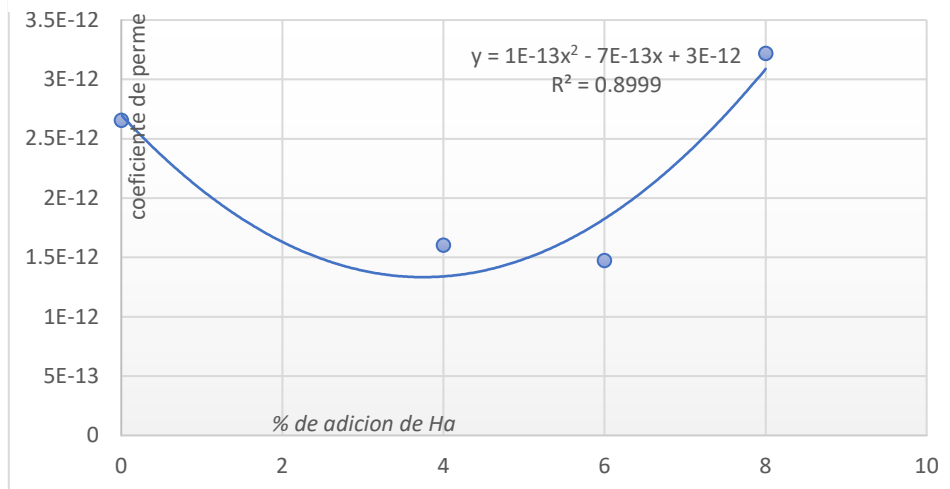
Tabla 42*Coefficiente de permeabilidad K (m/s) del concreto experimental 8% a los 28 días*

Muestra	Prof. pen. (D) (m)	Porosidad de concreto (V) (%)	Tiempo de ensayo. (T) (s).....(72H)	presión (h) (m)	Coefficiente de permeabilidad (K) m/s
Experimental 8%-28d	0.0265	12.19	259200	50	3.30378E-12
Experimental 8%-28d	0.0262	12.01	259200	50	3.18177E-12
Experimental 8%-28d	0.0259	12.27	259200	50	3.17449E-12
	K promedio (m/s)				3.22002E-12

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos en laboratorio Mecánica de Suelos y ensayo de materiales–USP

Figura 22

Correlación del coeficiente de permeabilidad del concreto (m/s) con los diferentes porcentajes de adición de *Heliocarpus americanus*

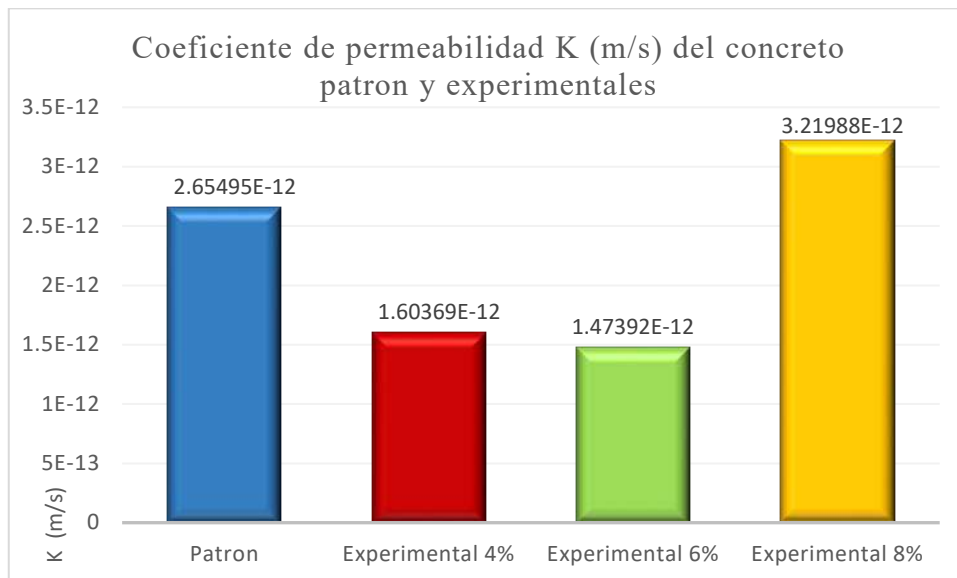


Fuente: Elaboración propia

Nota: De acuerdo al coeficiente de determinación (R^2) la relación entre las dos variables (los % de adición de *Ha* y coeficiente de permeabilidad) es del 89.99 % y como el coeficiente de correlación $r = 0.949$ la relación entre las dos variables es fuerte.

Figura 23

Coefficiente de permeabilidad K (m/s) del concreto patrón y experimentales



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En el gráfico de barras se observa que los concretos experimentales 4% y 6% tienen menor coeficiente de permeabilidad que el concreto patrón y que el experimental 8% tiene mayor coeficiente de permeabilidad que el concreto patrón.

Contrastación de hipótesis de Normalidad de los resultados del coeficiente de permeabilidad K (m/s) a través del Test de Shapiro- Wilk

Ho: La distribución de los valores del coeficiente de permeabilidad K (m/s) del concreto patrón y las muestras de concreto con mucílago de *Heliocarpus americanus* al 4%, 6% y 8%, tienen una distribución normal (p-valor>0.05).

H1: La distribución de los valores del coeficiente de permeabilidad K (m/s) del concreto patrón y las muestras de concreto con mucílago de *Heliocarpus americanus* al 4%, 6% y 8%, no tienen una distribución normal (p-valor<0.05).

Tabla 43

Prueba de normalidad de los Coeficientes de permeabilidad K (m/s) a través de prueba Shapiro – Wilk

<i>Parámetros</i>	<i>Patrón</i>	<i>Experimental 4%</i>	<i>Experimental 6%</i>	<i>Experimental 8%</i>
W-stat	0.861	0.946	0.977	0.792
p-valor	0.271	0.553	0.712	0.096
Alpha	0.05	0.05	0.05	0.05
Normal	si	si	si	si

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: dado que p-valor>0.05 para todos los casos entonces se acepta Ho y se rechaza H1; por lo tanto, los datos de coeficientes de permeabilidad (K) tienen una distribución normal

Luego de verificar el cumplimiento de la normalidad de los datos de coeficientes de permeabilidad (K) a través de la prueba Shapiro – Wilk y homogeneidad de varianzas se procede a efectuar la prueba **ANOVA**.

Contrastación de hipótesis a través de la prueba ANOVA de la relación entre coeficiente de permeabilidad K (m/s) del concreto patrón y muestras de concreto con mucílago de *Heliocarpus americanus* al 4%, 6% y 8%.

Ho: No existe una relación significativa entre las medidas del coeficiente de permeabilidad K (m/s) del concreto con adición de mucílago de *Heliocarpus americanus* al 4%, 6% y 8% y el concreto Patrón; probabilidad (p)>0.05

H1: Si existe una relación significativa entre las medidas del coeficiente de permeabilidad K (m/s) del concreto con adición de mucílago de *Heliocarpus americanus* al 4%, 6% y 8% y el concreto Patrón, probabilidad (p)<0.05

Tabla 44

Análisis de varianza (ANOVA) del Coeficiente de permeabilidad K (m/s) del concreto patrón y experimentales 4%, 6%, 8%

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	6.348E-24	3	2.116E-24	373.30	6.211E-09	4.066
Dentro de grupos	4.534E-26	8	5.668E-27			
Total	6.393E-24	11				

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Como la probabilidad (p) (6.211E-09) < 0.05, por lo tanto se rechaza Ho y se acepta H1; al aplicar la prueba ANOVA se observa que hay diferencias significativas entre el grupo de datos analizados (concreto Patrón, experimentales 4%, 6% y 8%) pero no podemos decir específicamente entre que grupos hay diferencias significativas por lo tanto necesitamos aplicar la prueba **t de Student** cada par de grupo de datos (patrón Vs experimental 4%; patrón Vs experimental 6%; patrón Vs experimental 8%).

Contrastación de hipótesis a través de la prueba T de student de la relación entre el coeficiente de permeabilidad K (m/s) del concreto patrón con cada uno de los concretos experimentales.

Ho: No existe una relación significativa entre las medidas del coeficiente de permeabilidad K (m/s) del concreto con adición de mucílago de *Heliocarpus americanus* al 4%, 6% y 8% y el concreto Patrón; p-valor > 0.05; (No existe influencia significativa de la adición del mucílago *Heliocarpus americanus* al concreto en el coeficiente de permeabilidad K (m/s)).

H1: Si existe una relación significativa entre las medidas del coeficiente de permeabilidad K (m/s) del concreto con adición de mucílago de *Heliocarpus americanus* al 4%, 6% y 8% y el concreto Patrón; p-valor < 0.05

Tabla 45

Prueba T de student para el coeficiente de permeabilidad K (m/s) del concreto patrón Vs el experimental 4%

Muestra	n	Media	Varianza	G. l	t	Estadístico P(T<=t) dos colas	Valor crítico de t (dos colas)
Patrón	3	2.655E-12	1.225E-26				
Experimental 4%	3	1.604E-12	9.961E-28				
				2	20.970	0.0023	4.303

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: p-valor (0.0023) < 0.05, entonces se rechaza Ho y se acepta H1, por lo tanto “**Hay diferencias significativas** entre el coeficiente de permeabilidad del concreto patrón y el concreto experimental 4% y podemos afirmar que la adición del mucilago de *Heliocarpus americanus* al 4% influye significativamente en el coeficiente de permeabilidad del concreto”, esta influencia significativa **es positiva**, dado que el coeficiente de permeabilidad del concreto patrón es 2.655E-12 m/s y en el concreto experimental 4% es 1.604E-12; menor permeabilidad para el experimental 4% respecto al concreto patrón.

Tabla 46

Prueba T de student para el coeficiente de permeabilidad K (m/s) del concreto patrón Vs el experimental 6%

Muestra	n	Media	Varianza	G. l	Estadístico t	P(T<=t) dos colas	Valor crítico de t (dos colas)
Patrón	3	2.655E-12	1.225E-26				
Experimental 6%	3	1.480E-12	4.154E-27				
				2	15.832	0.0040	4.303

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: p-valor (0.0040) < 0.05, entonces se rechaza Ho y se acepta H1, por lo tanto “**Hay diferencias significativas**” entre el coeficiente de permeabilidad del concreto patrón y el concreto experimental 6% y podemos afirmar que la adición del mucilago de *Heliocarpus americanus* al 6% influye significativamente en el coeficiente de permeabilidad del concreto”, esta influencia significativa **es positiva**, dado que el coeficiente de permeabilidad del concreto patrón es 2.655E-12 m/s y en el concreto experimental 6% es 1.480E-12; menor permeabilidad para el experimental 6% respecto al concreto patrón.

Tabla 47

Prueba T de student para el coeficiente de permeabilidad K (m/s) del concreto patrón Vs el experimental 8%

Muestra	n	Media	Varianza	G. l	Estadístico t	P(T<=t) dos colas	Valor crítico de t (dos colas)
Patrón	3	2.655E-12	1.225E-26				
Experimental 8%	3	3.220E-12	5.276E-27				
				2	-5.347	0.033	4.303

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: p-valor (0.033) < 0.05, entonces se rechaza Ho y se acepta H1, por lo tanto “**Hay diferencias significativas** entre el coeficiente de permeabilidad K (m/s)

del concreto patrón y el concreto experimental 8% y podemos afirmar que la adición del mucilago de *Heliocarpus americanus* al 8% influye significativamente en el coeficiente de permeabilidad K (m/s) del concreto”, esta influencia significativa es **negativa**, dado que el coeficiente de permeabilidad del concreto patrón es 2.655E-12 m/s y en el concreto experimental 8% es 3.220E-12; mayor permeabilidad para el experimental 8% respecto al concreto patrón.

IV). ANALISIS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos en la presente investigación experimental para el concreto con adición de *Heliocarpus americanus* y del concreto patrón nos permite llegar a las siguientes discusiones y análisis:

Se realizó el análisis de composición química del mucílago *Heliocarpus americanus* expresada en óxidos en base a los resultados de espectrometría de fluorescencia de rayos X (FRX) mostrada en la tabla 14.

El **óxido de potasio** (K_2O) es el compuesto con mayor presencia en el mucílago de *Heliocarpus americanus* (68.435%) como se observa en la tabla 14; en relación al potasio Chávez (2021) menciona que K_2O que es un componente del cemento y se denominan álcalis del cemento, el K_2O y Na_2O (óxidos) en presencia de humedad forman hidróxidos y estos reaccionan con el sílice amorfo reactivo de los agregados pétreos del concreto y que en ambientes cálidos-húmedos, humedad superior al 80%, (en humedad relativa menor a este valor no hay expansión) generan degradación química en el concreto además el ambiente tiene que ser altamente alcalino ($pH > 13$) y se produce un gel higroscópico que con el agua se expande y produce esfuerzos de tensión en el concreto fisurándolo, por lo general la manifestación de la reacción álcali sílice tarda años; Fernández (2018) menciona que los álcalis del cemento normalmente se restringen entre 0.4 al 1.3% como se muestra en la tabla 3, pero no se debe superar 0.6% para evitar la formación del silicato de potasio o gel álcali-sílice; en base a la información que antecede y siendo el K_2O el principal compuesto del mucílago de *Heliocarpus americanus* no usar como aditivo del concreto en ambientes altamente alcalinos ($pH > 13$), que supere 80% de humedad relativa y si la suma de álcalis que aportan el cemento más el mucílago supera el 0.6%; en esta investigación cantidades superiores al 6% de adición de mucílago de *Heliocarpus americanus* al concreto afecta en la resistencia a la compresión del concreto, al igual que en la impermeabilización del concreto.

El Óxido de **magnesio**, MgO es el segundo compuesto con mayor presencia en el mucílago de *Heliocarpus americanus* (25.117%) como se observa en la tabla 14; Lasteros (2022) también determino como uno de los elementos predominantes

(5.1mg/100) en el mucílago de *Heliocarpus americanus* como se aprecia en la figura 3, el óxido de magnesio (MgO) es un compuesto secundario de la composición química del cemento Portland se encuentra entre 0.1 a 4 % como se observa en la tabla 3; Hernández (2018) en su tesis de concreto de baja permeabilidad con adiciones del 2%, 4%, 6% y 8% de MgO a la pasta y al mortero; obtuvo menor absorción del agua tanto en pasta de cemento como en morteros con las distintas adiciones pero con adición de 8% pasta fue 4.12% y en pasta patrón fue de 8.08%; en el mortero patrón obtuvo 3.32% de absorción y en el mortero con adición del 8% MgO obtuvo 1.75% de absorción, en cuanto a la resistencia a la compresión en la pasta de cemento y en el mortero obtuvo mejores resultados en la adición del 8% de MgO, en pasta patrón 297.32 kg/cm² y con 8% MgO 315.9 kg/cm² (5.87% más que el concreto patrón), en mortero patrón 244.50 kg/cm² y mortero con 8% de MgO 263.37 kg/cm² (7.72% más que el concreto patrón) ; Mo *et al.* (2014) comentan que se emplea MEA (aditivo en base a MgO), Cementos con alto contenido de MgO, para compensar la retracción térmica con expansión retardada de MgO de lenta hidratación, para prevenir agrietamientos en construcción de presas de concreto pero en proporciones adecuadas que van de 2.0% al 5.0%, con el uso de MgO en porcentajes sugeridos la expansión ayuda a disminuir el tamaño y el volumen total de poros, crea densificación con ello mejora la resistencia mecánica y durabilidad del concreto; con base en estas investigaciones y de acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación deducimos que la presencia de MgO en un gran porcentaje en el mucílago de *Heliocarpus americanus* (25.117%) ayuda en la impermeabilización y resistencia mecánica del concreto en adiciones del mucilago de *Heliocarpus americanus* del 4% y 6% ; además López (2015) menciona que uno de los factores en la reducción de la durabilidad de un concreto reforzado es la carbonatación, el CO₂ reacciona con el hidróxido de calcio Ca (OH)₂ forma carbonato de calcio CaCO₃ (calcita); el Mg⁺² (ion magnesio) es un inhibidor de la disolución de la calcita a mayor concentración de Mg menor crecimiento de la calcita, es así que el magnesio puede controlar la carbonatación.

El óxido de **calcio** (CaO) es el tercer compuesto con mayor presencia en el mucílago de *Heliocarpus americanus* (3.547%) como se observa en la tabla 14, el

óxido de calcio (CaO) es el principal compuesto de la composición química del cemento portland encontrándose entre 60 al 67% como se observa en la tabla 3; ayuda a formar silicatos y aluminatos de calcio; Durant (2017) menciona que la adición de óxido de calcio (CaO) al 4% mejora las propiedades del concreto tanto en estado fresco como endurecido dando una mezcla trabajable, plástica, con incremento de resistencia a la compresión respecto al patrón, mínima porosidad, mayor densidad y baja absorción; en base a lo mencionado, en esta investigación el aporte de CaO del mucílago de *Heliocarpus americanus* al concreto ayuda a mejorar las propiedades mencionadas del concreto.

El Óxido de fósforo, P_2O_5 no se encuentra en el cemento portland, pero si es parte de la composición química de materiales cementantes como las cenizas volantes el límite máximo es de 0.7% como se observa en la figura 1, en este estudio el aporte de P_2O_5 del mucílago de *Heliocarpus americanus* al concreto es del 0.0676% del valor restringido, siendo este valor poco significativo.

El trióxido de azufre, SO_3 también forma parte de la composición química del cemento Portland como compuesto secundario encontrándose entre 0.1 al 2.5% que se observa en la tabla 3, es un regulador de fraguado, en exceso el SO_3 conduce a un falso fraguado y hace que el cemento sea poco soluble, en este estudio el aporte de SO_3 del mucílago de *Heliocarpus americanus* al concreto es del 0.0029% del valor restringido siendo esta cantidad muy pequeña.

Sílice o dióxido de silicio, SiO_2 segundo compuesto más abundante del cemento Portland entre el 17 al 25 % dan resistencia al cemento que se muestra en la tabla 3 y ayudan a formar silicatos dicálcicos y tricálcicos, en este estudio el aporte de SiO_2 del mucílago de *Heliocarpus americanus* al concreto es pequeño (0.221%) pero ayudara a mejorar las propiedades mencionadas.

Oxido de manganeso Mn_2O_3 forma parte del cemento portland como componente secundario esta entre 0 y 0.3% que se observa en la tabla 3, en porcentajes mayores a este reduce resistencia del cemento a largo plazo también da coloración al cemento. en nuestro estudio el aporte de Mn_2O_3 del mucílago de *Heliocarpus*

americanus al concreto es del 0.0032% del valor restringido lo cual es poco significativo

Óxido de hierro, Fe_2O_3 es también uno de los compuestos principales, en el cemento se encuentra entre el 0,5 y el 6% que se muestra en la tabla 3, reacciona con el aluminio y el calcio a altas temperaturas forman alumino-ferrita tricálcica que da resistencia y dureza al cemento, en el presente estudio el SiO_2 en el mucílago de *Heliocarpus americanus* es de 0.03%, que a pesar de ser muy pequeña ayudara a mejorar la resistencia y dureza del concreto.

Óxido de zinc, ZnO , la inclusión de ciertos aditivos al concreto hace que el pH del concreto disminuya y con ello se presenta el riesgo de corrosión del acero, el Óxido de zinc es un inhibidor de la corrosión, dándole una protección catódica al acero, Norton, et al. (2004); el uso de 0.5% ZnO más el 10% de cenizas de tallos de algodón incrementa la resistencia a la compresión y resistencia a la flexión del concreto Ballumbrosio, J. (2022), en este estudio el ZnO en el mucílago de *Heliocarpus americanus* es de 0.007%, este valor es muy pequeño pero ayudara en mejorar las propiedades mencionadas.

Con respecto a **la relación agua/cemento (a/c)** se visualiza en las tablas 16, 17, 18 y 19 la relación a/c para el concreto patrón es 0.606 y para los experimentales 4%, 6% y 8% también es 0.606, esto es debido a que en esta investigación en el diseño de mezcla mediante el método ACI 211.1 se ha propuesto que la mezcla tenga consistencia plástica y trabajable; al respecto Rivva (2014) menciona que se establece la interrelación entre resistencia y relación agua/cemento mediante ensayos de laboratorio para condiciones determinadas de consistencia y trabajabilidad, también Abanto (2009) indica que el asentamiento (Slump) de la mezcla de concreto de 3” a 4” tiene consistencia plástica, de trabajabilidad media o trabajable como se observa en la tabla 5, en base a estas informaciones y observando las tablas 20, 21, 22 y 23 se visualiza que los asentamientos en esta investigación se encuentran entre 3.20” a 3.52”, se considera para todos la relación agua/cemento 0.606.

Acerca del **Coefficiente de permeabilidad K** del concreto en la figura 23 se observa que el concreto experimental 4% y el experimental 6% tienen menor

coeficiente de permeabilidad que el concreto patrón, con coeficientes de permeabilidad $1.604E-12$ m/s, $1.480E-12$ m/s y $2.655E-12$ m/s respectivamente y el experimental 8% ($3.220E-12$) tiene el mayor coeficiente de permeabilidad que el concreto patrón y que el resto de experimentales, estos valores de acuerdo a la NTC 448 están en el rango de concretos con permeabilidad media ($1xE-12$ a $1xE-10$) como se muestra en la tabla 7; Chávez (2022) al usar aditivo natural en base al lino, obtuvo un mejor resultado del coeficiente de permeabilidad ($8,98E-11$ m/s) adicionando 1% de mucilago de lino, clasificándolo como un concreto de permeabilidad media. En cuanto al análisis estadístico podemos afirmar que la adición del mucilago de *Heliocarpus americanus* influye significativamente en el coeficiente de permeabilidad K del concreto dado que aplicando la prueba T de student para muestras relacionadas como se observa en las tablas 45, 46 y 47, en todos los casos se tiene $p\text{-valor} < \alpha$ como sigue, para el experimental 4% se tiene $0.0023 < 0.05$; para el experimental 6% se tiene $0.0040 < 0.05$ y para el experimental 8% se tiene $0.033 < 0.05$ estos valores comprueban que hay diferencias significativas entre los coeficientes de permeabilidad (K) del concreto patrón y cada uno de los concretos experimentales y podemos afirmar que **la adición del mucilago de *Heliocarpus americanus* al 4%, 6% y 8% influyen significativamente en el coeficiente de permeabilidad (K) del concreto**”; también se aprecia que existe una relación parabólica entre los porcentajes de adición de *Heliocarpus americanus* y Coeficiente de permeabilidad del concreto (K) como se observa en la figura 22, menor coeficiente de permeabilidad (K) para las adiciones de 4% y 6% pero con la adición del 8% el Coeficiente de permeabilidad (K) aumenta más que el concreto patrón y hay una alta correlación ($r = 0.9479$).

En la Figura 19 en el gráfico de barras se observa que el concreto experimental 6% es el que tiene menor profundidad de penetración de agua de 19.70 mm y la mayor profundidad de penetración tiene el experimental 8% con 26.20 mm; en la figura 20 en el gráfico de barras también se observa que el concreto experimental 6% es el que presenta menor cantidad de poros 9.84% y el concreto experimental 8% es el que presenta mayor cantidad de poros 12.16%, también en la figura 23, en el gráfico de barras se observa que el menor coeficiente de permeabilidad K es el del concreto experimental 6% con 1.47×10^{-12} m/s, y el mayor coeficiente de

permeabilidad K es el del experimental 8% con 3.21×10^{-12} m/s, por lo tanto el concreto experimental 6% tiene menor permeabilidad que el concreto experimental 8%; en base a estos resultados decimos que a menor profundidad de penetración de agua en el concreto menor cantidad de poros, menor coeficiente de permeabilidad K del concreto y menor permeabilidad del concreto.

En cuanto a la **resistencia a la compresión** en las figuras 13 y 14 se observa que los concretos experimentales 4% y 6% tienen una resistencia a la compresión mayor que el concreto patrón en los diferentes días de rotura (7,14 y 28 días), el experimental 8% tiene menor resistencia a la compresión que el concreto patrón en todos los días de rotura; a los 28 días de curado se observa que el experimental 4% tiene 293.48 kg/cm^2 (10.88% más respecto al patrón); el experimental 6% tiene 270.61 kg/cm^2 (2.23% más que el concreto patrón), el experimental 8% tiene 224.61 kg/cm^2 (15.15% menos que el concreto patrón); al respecto Lasteros (2022) observó que los resultados de resistencia a la compresión de un concreto 210 kg/cm^2 con adiciones de mucílago de *Heliocarpus americanus* en dosificación 3%, 6% y 12% a los 28 días de prueba se incrementó con respecto al patrón en 15%, 24%, 3% respectivamente; estos resultados corroboran una similitud de resultados en ambas investigaciones hasta 6% de adición de mucilago pero existe una diferencia de resultados con la adición del 8%, probablemente sea debido a que en esta investigación se usó corteza de *Heliocarpus americanus* secada a la intemperie (para que sea fácilmente transportable y duradera en lugares distantes a la zona de extracción) y hervida en agua en cambio Lasteros (2022) utilizó corteza de *Heliocarpus americanus* fresca y extraída en agua fría. En cuanto al análisis estadístico, la adición del mucílago de *Heliocarpus americanus* al 4% influye significativamente en la resistencia a la compresión del concreto dado que aplicando la prueba T de student para muestras relacionadas como se ve en la tabla 31 se tiene p-valor $< \alpha$ es decir $0.024 < 0.05$; lo que demuestra es que hay diferencias significativas entre las resistencias a la compresión del concreto patrón y el concreto experimental 4% y podemos afirmar que la adición del mucilago de *Heliocarpus americanus* al **4% influye significativamente en la resistencia a la compresión del concreto**; con respecto al experimental 6% en la tabla 32 se tiene p-valor $> \alpha$ es decir $(0.071) > (0.05)$, lo cual demuestra que no hay diferencias significativas entre las

resistencias a la compresión del concreto patrón y el concreto experimental 6% y podemos afirmar que la adición del mucilago de *Heliocarpus americanus* al **6% no influye significativamente en la resistencia a la compresión del concreto**; con respecto al experimental 8% en la tabla 33 se tiene $p\text{-valor} > \alpha$ es decir $(0.096) > (0.05)$ por lo tanto no hay diferencias significativas entre las resistencias a la compresión del concreto patrón y el concreto experimental 8% y podemos afirmar que la adición del mucilago de *Heliocarpus americanus* al **8% no influye significativamente en la resistencia a la compresión del concreto**; además existe una relación parabólica entre los porcentajes de adición de *Heliocarpus americanus* y la resistencia a la compresión del concreto como se observa en la figura 15, se incrementa la resistencia con adición del 4% y del 6%, pero con la adición del 8% disminuye respecto a la resistencia del concreto patrón; hay una alta correlación ($r= 0.99$).

De acuerdo a la clasificación de aditivos que dan las normas técnicas ASTM-C494/C494M-11 y NTP 334.088: 2015 y a los resultados obtenidos de resistencia a la compresión y el coeficiente de permeabilidad podemos clasificar al mucilago de *Heliocarpus americanus* como un aditivo tipo S debido a que reduce la permeabilidad del concreto, al respecto si buscamos un mecanismo de acción de acuerdo a Neville (1999) sería un aditivo impermeabilizante conglutinante que actúa bloqueando poros capilares del concreto; también dado que el mucilago de *Heliocarpus americanus* es un polímero (Gallardo *et al.*, 2013) y los resultados de resistencia a la compresión de los experimentales 4% y 6% se han incrementado respecto al concreto patrón de acuerdo al comité 212 del ACI lo podemos clasificar como un aditivo ligante.

V). CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo a los objetivos planteados en el presente estudio se llegó a las siguientes conclusiones:

Acerca de los compuestos de la composición química del mucílago *Heliocarpus americanus* se concluye que el óxido de magnesio (MgO) es el principal responsable de la mejora de la impermeabilidad y la resistencia a la compresión del concreto mediante la expansión retardada de MgO de lenta hidratación ayuda a disminuir el tamaño y el volumen total de poros, crea densificación ayudando a mejorar las propiedades mencionadas pero en porcentajes controlados; además, tenemos la presencia de Oxido de calcio (CaO), Oxido de Silicio (SiO₂) y Óxido de hierro (Fe₂O₃) en pequeños porcentajes pero que ayudan a mejorar estas propiedades.

La relación agua/cemento (a/c) para el concreto patrón como para los concretos experimentales 4%, 6% y 8% es 0.606, dado que los asentamientos de la mezcla del concreto patrón y de los concretos experimentales se encuentran entre 3.20” y 3.52”, con estos asentamientos se tiene mezclas de consistencia plástica y trabajables.

El uso del mucílago de *Heliocarpus americanus* como aditivo influye directamente en el coeficiente de permeabilidad del concreto K (m/s) dado que al aplicar la prueba T de student p-valor $< \alpha$ en todos los casos, así tenemos que cuando se adicionó el 4% de mucílago de *Heliocarpus americanus* se tiene $0.0023 < 0.05$; cuando se adicionó el 6% de mucílago de *Heliocarpus americanus* se tiene $0.0040 < 0.05$ y cuando se adicionó el 8% de mucílago de *Heliocarpus americanus* se tiene $0.033 < 0.05$, estos valores demuestran que la adición del mucílago de *Heliocarpus americanus* influye significativamente en el coeficiente de permeabilidad del concreto (K); también en todos los casos se obtiene concretos de permeabilidad media (con valores de permeabilidad entre E-12 m/s y E-10 m/s) y el experimental 6% él es que presenta menor coeficiente de permeabilidad del concreto (K) respecto al patrón.

El uso del mucílago de *Heliocarpus americanus* como aditivo influye directamente en la resistencia a la compresión del concreto (kg/cm²) cuando se adiciona el 4% de mucílago de *Heliocarpus americanus* debido a que en la prueba de

T de student el p-valor $< \alpha$ ($0.024 < 0.05$), demuestra que existe relación significativa y de manera opuesta influencia no significativa al adicionar el 6% y 8% de mucílago de *Heliocarpus americanus* dado que al aplicar T de student p-valor $> \alpha$ en ambos casos, a pesar de que en la adición del 6% de mucílago se observa mayor resistencia a la compresión que el concreto patrón y al adicionar el 8% de mucílago se observa menor resistencia a la compresión que el concreto patrón; además se concluye que la mayor resistencia a la compresión (kg/cm^2) se obtiene con la adición de mucílago de *Heliocarpus americanus* al 4%.

Se tiene en consideración las siguientes **recomendaciones:**

Debido a que el óxido de **potasio** (K_2O) es el compuesto con mayor presencia en el mucílago de *Heliocarpus americanus* evitar el uso como aditivo en estructuras que van estar sometidas a humedad permanente o si la suma de álcalis que aportan el cemento más el mucílago de *Heliocarpus americanus* supera el 0.6%.

De acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación y a los resultados obtenidos por Lasteros (2022) para la obtención del mucílago de *Heliocarpus americanus* se recomienda usar la corteza de *Heliocarpus americanus* en estado fresco en lugares cercanos a la existencia de esta planta y si desea usar en zonas alejadas a la producción de esta planta utilizar la corteza seca.

Se recomienda el uso del mucílago de *Heliocarpus americanus* obtenido en base a corteza seca, el 4% de adición de mucílago para obtener mejor resultado de resistencia a la compresión y la adición del 6% de mucílago para obtener mejor resultado de impermeabilización del concreto.

VI). AGRADECIMIENTOS

Agradezco a dios todopoderoso por darme fuerzas y guiar mi camino todos los días; a mis padres, hermanos por sus consejos y apoyo incondicional.

Además, agradezco a la universidad San Pedro por ser parte de mi formación profesional, a mi asesor de tesis Gumercindo Flores Reyes y a cada uno de los docentes que se tomaron tiempo para revisar y aportar en la conclusión de esta tesis.

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a mis padres: Medoc Julgencio y Gladis Judid, por sus consejos, por sus motivaciones diarias para terminar esta tesis.

También dedico mi tesis a mis hermanos: Yoni Arturo, Lennibeth, Analí Melissa, Becket y Gedeón Josué, por su impulso en cada paso que doy.

De igual modo dedico este trabajo de investigación a mis abuelos: Felicitas, Maglorio, Hilario y Marcelina, que iluminan mi camino todos los días.

VII). REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto, F. (2010). *Tecnología del concreto (teoría y problemas)*. Lima-Perú: Editorial San Marcos E.I.R.L.
- Agudelo, H., Hernández, A., & Cardona, D. (2012). Sostenibilidad: Actualidad y necesidad en el sector de la construcción en Colombia. *Revista Gestión y Ambiente*, 15(1), 105-118. Disponible en <https://revistas.unal.edu.co/index.php/gestion/article/view/30825/30933>
- Aldea, C., Shah, S., Karr, A. (1999). “Permeabilidad del hormigón fisurado”. *Revista Materiales y Estructuras*. 32, 370-376. Disponible en <https://doi.org/10.1007/BF02479629>
- Alvarado, D. (2017). *Efecto del tiempo de extracción y del pH en la obtención del hidrocoloide de corteza de Huampo (Heliocarpus americanus l)*. [tesis para optar el título profesional de ingeniero agroindustrial]. Universidad Nacional Hermilio Valdizan. Repositorio institucional de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan. <https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/4367>
- Asociación Española de Normalización. (2020). *Ensayos de Hormigón Endurecido; Parte 8: Profundidad de penetración de agua bajo presión*. (Norma UNE – EN 12390 – 8) <https://pdfcoffee.com/norma-espaola-une-en-12390-8-3-pdf-free.html>
- Ballumbrosio, J. y Gentile, D. (2022). *Resistencia mecánica del concreto con adición de óxido de zinc y cenizas del tallo de algodón en estructuras de concreto armado, Chíncha 2022*. [Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil]. Universidad Cesar Vallejo. Repositorio de la Universidad Cesar Vallejo. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/94486/Ballumbrosio_RJE-Gentile_GD-SD.pdf?sequence=1
- Barranca, J. (2019). *Análisis de la impermeabilidad del concreto aplicando el aditivo Chemaplast Impermeabilizante para uso en reservorios, Lima 2019* [tesis para obtener título profesional de ingeniero Civil]. Universidad Cesar Vallejo. Repositorio de la Universidad Cesar Vallejo

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/52587>

- Biparva, A. Gupta, R. (2010). *Smart Waterproofing System*. Doha, Qatar: Conferencia Internacional sobre el Hormigón del Futuro. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/275214872_Smart_Waterproofing_System
- Bustamante, I. (2017). *Estudio de la correlación entre la relación agua/cemento y la permeabilidad al agua de concretos usuales en Perú* [tesis para optar título profesional de ingeniero Civil]. Pontificia Universidad Católica del Perú. Repositorio de la Pontificia Universidad Católica del Perú <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/8804>
- Cárdenas, J., Lizarazo, J. y Aperador, W. (2016). Comportamiento mecánico de sistemas cementantes ternarios (cemento portland - ceniza volante - escoria de alto horno). *Revista Latinoamericana de Metalurgia y Materiales*. 36 (2), 201-216. Disponible en https://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0255-69522016000200009&script=sci_abstract
- Chávez, J. (2022). *Efecto del mucilago de la linaza como aditivo en la resistencia y la permeabilidad del concreto, Lima*. [tesis para obtener título profesional de ingeniero Civil]. Universidad Cesar Vallejo. Repositorio de la Universidad Cesar Vallejo <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/93392>
- Chávez, V. (2021). Influencia de la permeabilidad y resistencia en la reactividad álcali agregado del concreto [tesis para optar el grado de Magister]. Universidad Autónoma de Chihuahua. Repositorio de la Universidad Autónoma de Chihuahua <http://repositorio.uach.mx/360/>
- Durand, A. (2017). *Influencia del óxido de calcio en la trabajabilidad, fraguado, compresión, densidad, porosidad y absorción del concreto para elementos estructurales, Trujillo 2017*. [tesis para optar el título profesional de ingeniero civil]. Universidad privada del norte. Repositorio institucional UPN. Disponible en <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/12743>

- Falcon, L. (2022). *Propiedades físicas y mecánicas del concreto hidráulico modificados con mucilago de huaraco en zonas altoandinas, Huancayo, Junín 2021*. [tesis para optar título profesional de ingeniero Civil]. Universidad continental. Repositorio Institucional Continental
<https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/11791>
- Fernández, M. (2018). *Hormigón*. España: Universidad Politécnica de Madrid. Recuperado de
<https://www.studocu.com/es/document/universidad-politecnica-de-madrid/materiales-de-construccion-ii/hormigon-manuel-fernandez-canovas-cap-2/4435583>
- Gallardo C., Pazmiño A., Enríquez B. (2013). Extracción y caracterización reológica del mucílago de *Malvaviscus penduliflorus* (hibisco durmiente). *Revista Cubana de Plantas Medicinales*. 18 (4), 567-574. Disponible en
<https://www.medigraphic.com/pdfs/revcubplamed/cpm-2013/cpm134h.pdf>
- Geetha, A. & Perumal, P. (2011). Reacción química de los aditivos impermeabilizantes sobre la corrosión, Comportamiento del Concreto de Cemento Armado. *Asian Journal of Chemistry*, 23(11), 5145-5148. Disponible en
https://asianjournalofchemistry.co.in/Journal/ViewArticle.aspx?ArticleID=2311_89
- Gutiérrez, J. & Salazar, J. (2015). *Evaluación de la permeabilidad en diseños de concreto con el uso de aditivos Sika wt-100 y Sika wt-200 en obras hidráulicas de Lima metropolitana* [tesis para obtener título profesional de ingeniero Civil]. Universidad Ricardo Palma. Repositorio Institucional Universidad Ricardo Palma
<https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/2254>
- Hernández, C. (2018). *Diseño de una mezcla de concreto con baja permeabilidad para la construcción de fosas de almacenamiento dentro de naves porcinas* [tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencias (Construcción)]. Universidad

- Autónoma de Querétaro, Santiago de Querétaro, México. Repositorio Institucional Universidad Autónoma de Querétaro
<https://ri-ng.uaq.mx/handle/123456789/1456>
- ITIS, Sistema Integrado de Información Taxonómica (2023). *Base de datos (en línea). USA*. Consultado el 04 de mayo del 2023. Disponible en
<http://www.itis.gov>.
- Jaramillo, H., Martínez, C. y Gallardo, R. (2022). Variación de la consistencia del concreto mediante la adición de melaza de caña. *Encuentro internacional de educación en ingeniería ACOFI*, Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, Colombia. Disponible en
<https://acofipapers.org/index.php/eiei/article/view/2455>
- Kosmatka, S., Kerkhoff, B., Panarese, W., y Tanesi, J. (2004). *Diseño y Control de Mezclas de Concreto*. Portland Cement Association, Illinois. Disponible en
<https://es.scribd.com/document/359910158/PCA-Diseno-y-control-de-mezclas-de-concreto-pdf>
- Lasteros Añanca, E. (2022). *Adición del mucílago de llausapancho (Heliolepis Americanus) para mejorar la resistencia de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$* , La Convención, Cusco, 2022 [tesis para obtener título profesional de ingeniero Civil]. Universidad Cesar Vallejo. Repositorio institucional de la Universidad Cesar Vallejo
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/106368>
- Limón, J. (2016). *Estudio sobre tecnologías aplicadas a la mezcla de concreto hidráulico para reducir su permeabilidad al agua e incrementar su durabilidad*. [tesis para obtener el grado de maestro en ingeniería]. Universidad Nacional Autónoma de México. Repositorio Universidad Nacional Autónoma de México.
<http://132.248.9.195/ptd2016/noviembre/0752680/0752680.pdf>
- López, A., Alvarado, I. y Hernández, V. (2015). Degradación de las propiedades mecánicas del concreto reforzado con adición de carbonato de magnesio expuesto a carbonatación. *Cultura Científica Y Tecnológica*, 52 (11), 43 - 53. Disponible en <https://erevistas.uacj.mx/ojs/index.php/culcyt/article/view/94/90>

- López, M., Castro, J. 2010. Efecto de las puzolanas naturales en la porosidad y conectividad de poros del hormigón con el tiempo. Revista Ingeniería de Construcción Vol. 25 No 3: 419-431. Santiago- Chile. recuperado de <https://www.scielo.cl/pdf/ric/v25n3/art06.pdf>
- Mehta, P. y Monteiro, P. (2006). *Concrete: microstructure, properties, and materials*. 3rd ed. New York: McGraw-Hill. Recuperado de <https://worksaccounts.com/wp-content/uploads/2020/08/Concrete-Microstructure-Properties-and-Materials.pdf>
- Meneses, J. y Soriano, R. (2022). Análisis comparativo de la permeabilidad de hormigones f_c 240 kg/cm² con tres aditivos tipos, para el uso en la zona costera de la provincia de Santa Elena. (Tesis para obtener título de ingeniero civil). Universidad estatal Península de Santa Elena, Ecuador. Repositorio de la Universidad estatal Península de Santa Elena. <https://repositorio.upse.edu.ec/xmlui/handle/46000/9210>
- Mo, L., Deng, M., Tang, M. y Al-Tabbaa, A. (2014), Cemento y hormigón expansivo con MgO en China: pasado, presente y futuro. Revista Science Direct. 57, 1-12. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0008884613002615>
- Neville, A. (1999). *Tecnología del concreto*. México: Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C, recuperado de <https://archive.org/details/TECNOLOGIADELCONCRETO/page/n357/mode/2up?view=theater>
- Niño, J. (2010). *Materiales, propiedades y diseño de mezclas*. Bogotá: Asociación Colombiana de Productores de Concreto, recuperado de: <https://es.scribd.com/doc/234779446/Tecnologia-Del-Concreto-Tomo-1>
- Norma Técnica Peruana. (2018). *Método de ensayo normalizado para determinar la densidad, absorción y porcentaje de vacíos en el concreto endurecido*. (NTP 339.187). <https://es.scribd.com/document/436078632/339-187-Densidad-Absorsion-Vacios-Concreto>

- Norma Técnica Peruana. (2015). *Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas*. (NTP 339.034: 2015).
<https://pdfcoffee.com/ntp-339034-metodo-de-ensayo-normalizado-para-la-determinacion-de-la-resistencia-a-la-compresion-del-concreto-en-muestras-cilindricas-2-pdf-free.html>
- Norma Técnica Peruana. (2013). *Método de ensayo normalizado para elaboración de probetas y curado*. (NTP 339.183: 2013).
<https://es.scribd.com/document/372901325/NTP-339-183-2013-pdf>
- Norma Técnica Peruana. (2009). *Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland*. (NTP 339.035: 2009).
<https://pdfcoffee.com/ntp-3390352009pdf-pdf-free.html>
- Norma Técnica Colombiana. (1998). *Método de ensayo para determinar permeabilidad de concreto al agua*. (NTC 4483).
<https://es.scribd.com/document/317979915/NTC-4483-Concretos>
- Olaya Pérez, R. Ponce Mendoza, G. (2019). *Influencia del uso del mucilago de cactus Echinopsis pachanoi como aditivo natural para evaluar la resistencia a compresión, consistencia y permeabilidad del concreto en la ciudad de Trujillo* [tesis para obtener el grado de maestro en ingeniería]. Universidad privada Antenor Orrego. Repositorio de tesis de Universidad privada Antenor Orrego.
<https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/4774>
- Ottazzi, G. (2004). *Material de apoyo para la enseñanza de los cursos de diseño y comportamiento del concreto Armado*. [tesis para optar el grado académico de magíster en ingeniería civil]. Pontificia Universidad Católica del Perú.
<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/1055>
- Paredes, K. (2022). *Influencia de la incorporación del mucílago de nopal en las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido*. [tesis para optar el título de ingeniero civil ambiental]. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Repositorio Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.
<https://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/4922>

- Pérez, I. (2019). *Permeabilidad del concreto, elaborado con cemento hidráulico para uso general, según Norma UNE-EN 12390-8 y ASTM C1202, utilizando diferentes relaciones agua-cemento*. [tesis para obtener título profesional de ingeniero civil]. Universidad San Carlos de Guatemala. Repositorio Institucional Universidad San Carlos de Guatemala.
<http://www.repositorio.usac.edu.gt/id/eprint/14126>
- Quispe, J. (2021). *Efectos del aloe-vera y mucílago de nopal en la resistencia a la compresión y permeabilidad del concreto $f'c$ 280kg/cm²*. [tesis para obtener título profesional de ingeniero civil]. Universidad Cesar Vallejo. Repositorio de la universidad Cesar Vallejo.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/89121>
- Ramírez, S., Cano, P., Julián, F., Gómez, C. (2012). Propiedades de durabilidad en hormigón y análisis microestructural en pastas de cemento con adición de mucílago de nopal como aditivo natural. *Revista Materiales de Construcción*. 62(307), 327-341.
<https://materconstrucc.revistas.csic.es/index.php/materconstrucc/article/view/818/873>
- Rivva, E. (2014). *Diseño de mezclas*. Instituto de la construcción y gerencia (ICG). Lima –Perú: Fondo editorial ICG.
- Robyns, A. (1964). Flora de Panamá. Parte VI (Familia 114. Tiliáceas). *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 51, 1-35. Disponible en
<https://biostor.org/reference/11851>
- Sika informes técnicos. (2018), *Concreto impermeable una mirada reciente*, Perú, disponible en <https://per.sika.com/dms/getdocument.get/2a4c9422-120b-358c-9436-9672bf915150/BROCHURE%20CONCRETO%20IMPERMEABLE%20LATAM.pdf>
- Solís, R. y Alcocer, M. (2019). Durabilidad del concreto con agregados de alta absorción. *Ingeniería Investigación y Tecnología*. XX (4), 1-14 Disponible en:
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=40465053003>
- Vargas, W. (2002). *Guía ilustrada de las plantas de las montañas del Quindío y los Andes Centrales*. Universidad de Caldas, Manizales, Colombia. Disponible en
<https://books.google.com.ec/books?id=Omzm3LW0mZUC&printsec=copyright#v=onepage&q&f=false>

Vásquez, C., Uribe, Gutiérrez, A. y Álvarez, J. (2006). Propagación por estacas juveniles de Balso Blanco (*Heliocarpus americanus* L. Sin. *H. popayanensis*) utilizando propagadores de sub-irrigación. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*. 59(2), 3479 - 3498. Colombia. Disponible en http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-28472006000200006

Villaca, K. (2022). *Incidencia comparativa del uso del Mucílago de Tuna (Opuntia Ficus) en la resistencia a la compresión referidas del concreto*. [tesis para optar título profesional de ingeniero Civil]. Universidad San pedro. Repositorio Institucional Universidad San pedro <http://publicaciones.usanpedro.edu.pe/handle/20.500.129076/21125>

VIII). ANEXOS

ANEXO 01

ENSAYOS DE LABORATORIO DE AGREGADOS



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO FINO

(ASTM D-2216)

SOLICITA : BAZAN JAIMES LENIN FULGENCIO
TESIS : INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE HELIOCARPUS AMERICANUS AL 4%, 6%, 8% EN LA IMPERMEABILIZACIÓN
Y RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO F'C=280KG/CM2
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
CANTERA : VESIQUE
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 27/07/2023

PRUEBA N°	01	02
TARA N°		
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	983.9	978
TARA + SUELO SECO (gr)	979.1	973
PESO DEL AGUA (gr)	4.8	5
PESO DE LA TARA (gr)	170	165.7
PESO DEL SUELO SECO (gr)	809.1	807.3
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.59	0.62
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)	0.61	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO
(ASTM D-2216)

SOLICITA : BAZAN JAIMES LENIN FULGENCIO
TESIS : INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE HELIOCARPUS AMERICANUS AL 4%, 6%, 8% EN LA IMPERMEABILIZACIÓN Y RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO F'C=260KG/CM2
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
CANTERA : RUBEN
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
FECHA : 27/07/2023

PRUEBA Nº	01	02
TARA Nº		
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	1030.9	1064.1
TARA + SUELO SECO (gr)	1027.1	1059.2
PESO DEL AGUA (gr)	3.8	4.9
PESO DE LA TARA (gr)	204.7	201.3
PESO DEL SUELO SECO (gr)	822.4	857.9
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.46	0.57
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)	0.52	


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION AGREGADO FINO
(Según norma ASTM C-127)**

SOLICITA : BAZAN JAIMES LENIN FULGENCIO
 TESIS : INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE HELIOCARPUS AMERICANUS AL 4%, 6%, 8% EN LA IMPERMEABILIZACIÓN
 Y RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO F'c=260KG/CM2
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 CANTERA : VESIQUE
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 27/07/2023

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	gr.	300.00	300.00
B	Peso de picnometro + agua	gr.	664.00	664.00
C	Volumen de masa + volumen de vacios (A+B)	cm ³	964.00	964.00
D	Peso de picnometro + agua + material	gr.	850.90	850.90
E	Volumen de masa + volumen de vacios (C-D)	cm ³	113.10	113.10
F	Peso de material seco en estufa	gr.	296.80	296.80
G	Volumen de masa (E-(A-F))		109.90	109.90
H	P.e. Bulk (Base Seca)	F/E	2.624	2.624
I	P.e. Bulk (Base Saturada)	A/E	2.653	2.653
J	P.e. Aparente (Base Seca)	F/E	2.701	2.701
K	Absorción (%) ((D-A)/A)x100		1.08	1.08

P.e. Bulk (Base Seca) : **2.624**
P.e. Bulk (Base Saturada) : **2.653**
P.e. Aparente (Base Seca) : **2.701**
Absorción (%) : **1.08**

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Especialista Profesional de Ingeniería Civil



GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION AGREGADO GRUESO
(Según norma ASTM C-127)

SOLICITA : BAZAN JAIMES LENIN FULGENCIO
TESIS : INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE HELIOCARPUS AMERICANUS AL 4%, 6%, 8% EN LA IMPERMEABILIZACIÓN
Y RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO FC=260KG/CM2
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
CANTERA : RUBEN
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
FECHA : 27/07/2023

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	1039.60	1037.40
B	Peso de material saturado superficialmente seco (agua)	670.50	667.50
C	Volumen de masa + volumen de vacios (A-B)	369.10	369.90
D	Peso de material seco en estufa	1033.70	1026.30
E	Volumen de masa (C-(A-D))	363.20	358.80
G	P.e. Bulk (Base Seca) D/C	2.801	2.775
H	P.e. Bulk (Base Saturada) A/C	2.817	2.805
I	P.e. Aparente (Base Seca) D/E	2.846	2.880
F	Absorción (%) ((D-A)/A)x100	0.57	1.08

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.788
P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.811
P.e. Aparente (Base Seca) : 2.853
Absorción (%) : 0.83

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

SOLICITA : BAZAN JAIMES LENIN FULGENCIO
TESIS : INFLUENCIA DEL MUCÍLAGO DE HELIOCARPUS AMERICANUS AL 4%, 6%, 8% EN LA IMPERMEABILIZACION Y RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO F'C=260KG/CM2
LUGAR : CHIMBOTE -- PROVINCIA DEL SANTA -- ANCASH
CANTERA : VESIQUE
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 27/07/2023

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7960	7940	7920
Peso de molde	3320	3320	3320
Peso de muestra	4640	4620	4600
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario (Kg/m3)	1664	1657	1650
Peso unitario prom. (Kg/m3)		1657	
CORREGIDO POR HUMEDAD		1647	

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	8370	8310	8360
Peso de molde	3320	3320	3320
Peso de muestra	5050	4990	5040
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario (Kg/m3)	1811	1790	1808
Peso unitario prom. (Kg/m3)		1803	
CORREGIDO POR HUMEDAD		1792	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

SOLICITA : BAZAN JAIMES LENIN FULGENCIO
 TESIS : INFLUENCIA DEL MUCÍLAGO DE HELIOCARPUS AMERICANUS AL 4%, 6%, 8% EN LA IMPERMEABILIZACIÓN
 Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'c=260KG/CM²
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
 FECHA : 27/07/2023

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	18040	18130	18130
Peso de molde	5120	5120	5120
Peso de muestra	12920	13010	13010
Volumen de molde	9354	9354	9354
Peso unitario (Kg/m ³)	1381	1391	1391
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1388		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1381		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	20110	20060	20150
Peso de molde	5120	5120	5120
Peso de muestra	14990	14940	15030
Volumen de molde	9354	9354	9354
Peso unitario (Kg/m ³)	1603	1597	1607
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1602		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1594		

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 CHIMBOTE
 Ing. Miguel Solar Jara
 DIRECTOR
 Escuela Profesional de Ingeniería Civil



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO
(ASTM C 136-06)

SOLICITA : BAZAN JAIMES LENIN FULGENCIO
 TESIS : INFLUENCIA DEL MUCÍLAGO DE HELIOCARPUS AMERICANUS AL 4%, 6%, 8% EN LA IMPERMEABILIZACIÓN
 Y RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO F'c=260KG/CM2
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 CANTERA : VESIQUE
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 27/07/2023

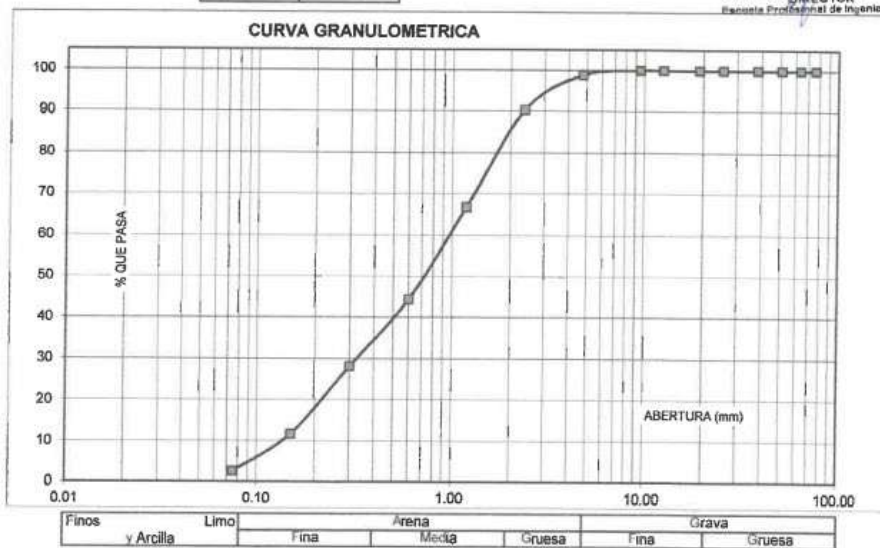
TAMIZ	Abert.(mm)	Peso retenido (gr.)	% ret. Parcial (%)	% ret. Acumu. (%)	% Que pasa (gr.)
Nº 3"	76.20	0.0	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.50	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.52	0.0	0.0	0.0	100.0
Nº 4	4.76	15.4	1.1	1.1	98.9
Nº 8	2.38	119.2	8.6	9.7	90.3
Nº 16	1.18	325.5	23.5	33.3	66.7
Nº 30	0.60	308.7	22.3	55.6	44.4
Nº 50	0.30	225.2	16.3	71.9	28.1
Nº 100	0.15	227.3	16.4	88.3	11.7
Nº 200	0.08	124.7	9.0	97.4	2.6
PLATO ASTM C-117-04		36.4	2.6	100.0	0.0
TOTAL		1382.4	100.0		

PROPIEDADES FISICAS	
Módulo de Fineza	2.60

OBSERVACIONES
 La Muestra tomada identificada por el solicitante.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara
INGENIERO
Especialista Profesional de Ingeniería Civil





ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO
(ASTM C 136-08)

SOLICITA : BAZAN JAIMES LENIN FULGENCIO
 TESIS : INFLUENCIA DEL MUCÍLAGO DE HELIOCARPUS AMERICANUS AL 4%, 6%, 8% EN LA IMPERMEABILIZACIÓN
 Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'c=280KG/CM2
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
 FECHA : 27/07/2023

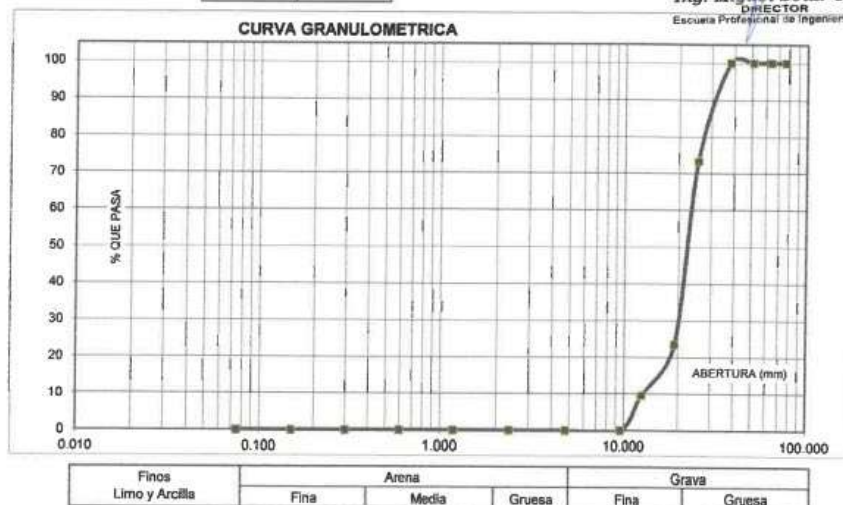
TAMIZ	Peso retenido	% ret. Parcial	% ret. Acumu.	% Que pesa
N°	Abert.(mm)	(gr.)	(%)	(gr.)
3"	76.200	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	100.0
2"	50.800	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	100.0
1"	25.400	610.0	26.6	73.4
3/4"	19.100	1141.6	49.8	23.6
1/2"	12.500	320.4	14.0	9.6
3/8"	9.520	219.4	9.6	100.0
N° 4	4.760	0.0	0.0	100.0
N° 8	2.380	0.0	0.0	100.0
N° 16	1.180	0.0	0.0	100.0
N° 30	0.600	0.0	0.0	100.0
N° 50	0.300	0.0	0.0	100.0
N° 100	0.150	0.0	0.0	100.0
N° 200	0.075	0.0	0.0	100.0
PLATO	ASTM C-117-04	0	0.0	100.0
TOTAL		2291.4	100.0	

PROPIEDADES FÍSICAS	
Tamaño Máximo Nominal	1"
Huso	N° 67 Ref. (ASTM C-33)

OBSERVACIONES
La Muestra tomada identificada por el solicitante.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



ANEXO 02

ENSAYO DE ESPECTROMETRÍA DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X, CENIZAS Y PH DEL MUCÍLAGO DE *Helioctarpus americanus*



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE CIENCIAS
LABORATORIO LABICER
ANÁLISIS QUÍMICO, CONSULTORÍA E INVESTIGACIÓN



INFORME DE ENSAYO N° 0868 – 23 – LABICER

- 1. DATOS DEL CLIENTE**
 - 1.1. NOMBRE / RAZÓN SOCIAL : LENIN FULGENCIO BAZAN JAIMES
 - 1.2. D.N.I / R.U.C. : 42745948
 - 1.3. DIRECCIÓN : --
- 2. CRONOGRAMA DE FECHAS**
 - 2.1. FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : 20 / 07 / 2023
 - 2.2. FECHA DE EJECUCIÓN DEL ENSAYO : 24 / 07 / 2023
 - 2.3. FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME : 02 / 08 / 2023
- 3. ANÁLISIS SOLICITADO** : ENSAYOS EN MUESTRA DE MUCÍLAGO DE *HELIOCTARPUS AMERICANUS* DILUIDO EN AGUA
- 4. DATOS DE LA MUESTRA**
 - 4.1. TIPO DE MUESTRA : VEGETAL PROCESADO
 - 4.2. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : 01 MUESTRA DE MUCÍLAGO DE *HELIOCTARPUS AMERICANUS* DILUIDO EN AGUA
TESIS: "INFLUENCIA DEL MUCÍLAGO DE *HELIOCTARPUS AMERICANUS* AL 4%, 6%, 8% EN LA IMPERMEABILIZACIÓN Y RESISTENCIA DEL CONCRETO $f'c=260\text{kg/cm}^2$ "
 - 4.3. OBSERVACIONES (SI APLICA) : --
- 5. LUGAR DE RECEPCIÓN Y ANÁLISIS** : LABORATORIO LABICER-UNI
- 6. CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura: 22.5°C; Humedad relativa: 65%
- 7. RESULTADOS**

7.1. DETERMINACIÓN DEL pH DE LA MUESTRA DE MUCÍLAGO

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	MÉTODO DE REFERENCIA ⁽¹⁾
pH	5.19	-	Potenciometría

⁽¹⁾ Método de ensayo de referencia o técnica aceptada por el cliente.

7.2. DETERMINACIÓN DE LAS CENIZAS DE LA MUESTRA DE MUCÍLAGO

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	MÉTODO DE REFERENCIA ⁽¹⁾
Cenizas	0.417	%	Gravimetría (Calcinación a 445°C)

⁽¹⁾ Método de ensayo de referencia o técnica aceptada por el cliente.



7.3. ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA ELEMENTAL DE LAS CENIZAS A 445°C DE LA MUESTRA

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	MÉTODO DE REFERENCIA ⁽¹⁾
Potasio, K	52.239	%	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva ⁽²⁾
Magnesio, Mg	26.855	%	
Calcio, Ca	11.112	%	
Azufre, S	6.093	%	
Fósforo, P	2.990	%	
Silicio, Si	0.538	%	
Manganeso, Mn	0.090	%	
Hierro, Fe	0.051	%	
Zinc, Zn	0.032	%	

⁽¹⁾ Método de ensayo de referencia o técnica aceptada por el cliente.

⁽²⁾ Balance de resultados del análisis elemental (del sodio al uranio) por espectrometría de fluorescencia de rayos X. Análisis semicuantitativo en atmósfera de vacío. Equipo: Espectrómetro de Fluorescencia de rayos X de energía dispersiva. SHIMADZU, EDX-800HS.

7.4. ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA EXPRESADA EN ÓXIDOS DE LAS CENIZAS A 445°C DE LA MUESTRA

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	MÉTODO DE REFERENCIA ⁽¹⁾
Óxido de potasio, K ₂ O	68.435	%	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva ^(2,3)
Óxido de magnesio, MgO	25.117	%	
Óxido de calcio, CaO	3.547	%	
Óxido de fósforo, P ₂ O ₅	2.253	%	
Óxido de azufre, SO ₃	0.344	%	
Óxido de silicio, SiO ₂	0.221	%	
Óxido de manganeso, MnO	0.046	%	
Óxido de hierro, Fe ₂ O ₃	0.030	%	
Óxido de zinc, ZnO	0.007	%	


⁽¹⁾ Método de ensayo o de referencia o técnica aceptada por el cliente.

⁽²⁾ Balance de resultados al 100% de óxidos calculados del análisis elemental (del sodio al uranio) por espectrometría de fluorescencia de rayos X. Análisis semicuantitativo en atmósfera de vacío. Equipo: Espectrómetro de Fluorescencia de rayos X de energía dispersiva. SHIMADZU, EDX-800HS.

⁽³⁾ Resultados expresados en óxidos según pedido del cliente.

8. VALIDEZ DEL INFORME DE ENSAYO

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayadas, descrita(s) en el ítem 4 del presente documento.


Bach. Natalia Quispe G.
Analista
LABICER-UNI




Sc. Ily Marlú Maza Mejía
Jefe de Laboratorio
CQP 1149

NOTAS:

- LABICER-UNI no se responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra.
- LABICER-UNI no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente, incluidos en los ítems 1 y del 4.1 al 4.2 del presente documento.
- Los resultados de los ensayos obtenidos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Este documento carece de validez sin sello y firmas correspondientes.

ANEXO



FIGURA N°1. MUESTRA DE MUCÍLAGO DE *HELICARPUS AMERICANUS* DILUIDO EN AGUA.



FIGURA N°2. CALCINACIÓN DE LA MUESTRA EN LA MUFLA (DAIHAN SCIENTIFIC) A 445°C.



FIGURA N°3. ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA USANDO EL ESPECTRÓMETRO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X DE ENERGÍA DISPERSIVA (SHIMADZU, EDX-800HS).



ANEXO N°3

DISEÑO DE MEZCLA



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

DISEÑO DE MEZCLA

SOLICITA : BAZAN JAIMES LENIN FULGENCIO
TESIS : INFLUENCIA DEL MUCÍLAGO DE HELIOCARPUS AMERICANUS AL 4%, 6%, 8% EN LA IMPERMEABILIZACIÓN Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO $f'c=280\text{KG/CM}^2$
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
FECHA : 03/08/2023

ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el método del ACI
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 260 kg/cm^2 , a los 28 días.

MATERIALES

A.- Cemento :

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso específico 3.12

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.-Agregado Fino :

CANTERA : VESIQUE

- Peso específico de masa 2.62
- Peso unitario suelto 1647 kg/m^3
- Peso unitario compactado 1792 kg/m^3
- Contenido de humedad 0.61 %
- Absorción 1.08 %
- Módulo de fineza 2.60

D.- Agregado grueso

CANTERA : RUBEN

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 1"
- Peso específico de masa 2.79
- Peso unitario suelto 1381 kg/m^3
- Peso unitario compactado 1594 kg/m^3
- Contenido de humedad 0.52 %
- Absorción 0.83 %

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 3" a 4" .

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4" , sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 1" , el volumen unitario de agua es de 193 lt/m³ .

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.606

FACTOR DE CEMENTO

F.C. : 193 / 0.606 = 318.482 kg/m³ = 7.49 bolsas / m³

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

Cemento.....	318.482	kg/m ³
Agua efectiva.....	200.040	lts/m ³
Agregado fino.....	764.584	kg/m ³
Agregado grueso.....	1121.627	kg/m ³

PROPORCIONES EN PESO

$$\frac{318.48}{318.48} : \frac{764.584}{318.48} : \frac{1121.63}{318.48}$$

$$1 : 2.4 : 3.52 : 26.69 \text{ lts / bolsa}$$

PROPORCIONES EN VOLUMEN

$$1 : 2.17 : 3.81 : 26.69 \text{ lts / bolsa}$$

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



DISEÑO DE MEZCLA
(EXPERIMENTAL 4%)

SOLICITA : BAZAN JAIMES LENIN FULGENCIO
TESIS : INFLUENCIA DEL MUCÍLAGO DE HELIOCARPUS AMERICANUS AL 4%, 6%, 8% EN LA IMPERMEABILIZACIÓN Y RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO F'C=260KG/CM2
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
FECHA : 03/08/2023

ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el metodo del ACI
- La resistencia en compresión de diseño promedio 260 kg/cm², a los 28 días.

MATERIALES

A.- Cemento :

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso específico 3.12

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.-Agregado Fino :

CANTERA : VESIQUE

- Peso específico de masa 2.62
- Peso unitario suelto 1647 kg/m³
- Peso unitario compactado 1792 kg/m³
- Contenido de humedad 0.61 %
- Absorción 1.08 %
- Módulo de fineza 2.60

D.- Agregado grueso

CANTERA : RUBEN

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 1"
- Peso específico de masa 2.79
- Peso unitario suelto 1381 kg/m³
- Peso unitario compactado 1594 kg/m³
- Contenido de humedad 0.52 %
- Absorción 0.83 %

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 3" a 4" .

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4" , sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 1" , el volumen unitario de agua es de 193 lt/m³ .

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.606

VOLUMENES ABSOLUTOS

Cemento.....	(m ³)	0.102
4% DEL MUCÍLAGO DE HELIOCARPUS AMERICANUS.....	(m ³)	0.008
Agua efectiva.....	(m ³)	0.185
Agregado fino.....	(m ³)	0.290
Agregado grueso.....	(m ³)	0.400
Aire.....	(m ³)	0.015
		1.000 m³

PESOS SECOS

Cemento.....	318.48 kg/m3
4% DEL MUCÍLAGO DE HELIOCARPUS AMERICANUS.....	8.002 lts/m3
Agua efectiva.....	193.00 lts/m3
Agregado fino.....	759.98 kg/m3
Agregado grueso.....	1115.86 kg/m3

PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento.....	318.48 kg/m3
4% DEL MUCÍLAGO DE HELIOCARPUS AMERICANUS.....	8.002 lts/m3
Agua efectiva.....	200.04 lts/m3
Agregado fino.....	764.58 kg/m3
Agregado grueso.....	1121.63 kg/m3

PROPORCIONES EN VOLUMEN

$$\frac{318.48}{318.48} : \frac{8.002}{318.48} : \frac{764.58}{318.48} : \frac{1121.63}{318.48}$$

$$1 : 0.03 : 2.40 : 3.52 : 26.69 \text{ lts / bolsa}$$

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



DISEÑO DE MEZCLA
(EXPERIMENTAL 6%)

SOLICITA : BAZAN JAIMES LENIN FULGENCIO
TESIS : INFLUENCIA DEL MUCÍLAGO DE HELIOCARPUS AMERICANUS AL 4%, 6%, 8% EN LA IMPERMEABILIZACIÓN Y RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO F'c=260KG/CM2
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
FECHA : 03/08/2023

ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el metodo del ACI
- La resistencia en compresión de diseño promedio 260 kg/cm², a los 28 días.

MATERIALES

A.- Cemento :

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso especifico 3.12

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.-Agregado Fino :

CANTERA : VESIQUE

- Peso especifico de masa 2.62
- Peso unitario suelto 1647 kg/m³
- Peso unitario compactado 1792 kg/m³
- Contenido de humedad 0.61 %
- Absorción 1.08 %
- Módulo de fineza 2.60

D.- Agregado grueso

CANTERA : RUBEN

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 1"
- Peso especifico de masa 2.79
- Peso unitario suelto 1381 kg/m³
- Peso unitario compactado 1594 kg/m³
- Contenido de humedad 0.52 %
- Absorción 0.83 %

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela de Estudios de Ingeniería Civil



SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 3" a 4" .

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4" , sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 1" , el volumen unitario de agua es de 193 lt/m³ .

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.606

VOLUMENES ABSOLUTOS

Cemento.....	(m ³)	0.102
6% MUCÍLAGO DE HELIOCARPUS AMERICANUS.....	(m ³)	0.012
Agua efectiva.....	(m ³)	0.181
Agregado fino.....	(m ³)	0.290
Agregado grueso.....	(m ³)	0.400
Aire.....	(m ³)	0.015
		1.000 m³

PESOS SECOS

Cemento.....	318.48 kg/m ³
6% MUCÍLAGO DE HELIOCARPUS AMERICANUS.....	11.580 lts/m ³
Agua efectiva.....	181.42 lts/m ³
Agregado fino.....	759.98 kg/m ³
Agregado grueso.....	1115.86 kg/m ³

PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento.....	318.48 kg/m ³
6% MUCÍLAGO DE HELIOCARPUS AMERICANUS.....	12.002 lts/m ³
Agua efectiva.....	200.04 lts/m ³
Agregado fino.....	764.58 kg/m ³
Agregado grueso.....	1121.63 kg/m ³

PROPORCIONES EN VOLUMEN

$$\frac{318.48}{318.48} : \frac{12.002}{318.48} : \frac{764.58}{318.48} : \frac{1121.63}{318.48}$$

$$1 : 0.04 : 2.40 : 3.52 \quad 26.69 \text{ lts / boisa}$$

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



DISEÑO DE MEZCLA
(EXPERIMENTAL 8%)

SOLICITA : BAZAN JAIMES LENIN FULGENCIO
 TESIS : INFLUENCIA DEL MUCÍLAGO DE HELIOCARPUS AMERICANUS AL 4%, 6%, 8% EN LA IMPERMEABILIZACIÓN
 Y RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO F'C=260KG/CM2
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 FECHA : 03/08/2023

ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el metodo del ACI
- La resistencia en compresión de diseño promedio 260 kg/cm², a los 28 días.

MATERIALES

A.- Cemento :

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso especifico 3.12

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.- Agregado Fino :

CANTERA : VESIQUE

- Peso especifico de masa 2.62
- Peso unitario suelto 1647 kg/m³
- Peso unitario compactado 1792 kg/m³
- Contenido de humedad 0.61 %
- Absorción 1.08 %
- Módulo de fineza 2.60

D.- Agregado grueso

CANTERA : RUBEN

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 1"
- Peso especifico de masa 2.79
- Peso unitario suelto 1381 kg/m³
- Peso unitario compactado 1594 kg/m³
- Contenido de humedad 0.52 %
- Absorción 0.83 %

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 3" a 4" .

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4" , sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 1" , el volumen unitario de agua es de 193 lt/m³ .

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua.- cemento de 0.606

VOLUMENES ABSOLUTOS

Cemento.....	(m ³)	0.102
8% MUCÍLAGO DE HELIOCARPUS AMERICANUS.....	(m ³)	0.015
Agua efectiva.....	(m ³)	0.178
Agregado fino.....	(m ³)	0.290
Agregado grueso.....	(m ³)	0.400
Aire.....	(m ³)	0.015
		1.000 m³

PESOS SECOS

Cemento.....	318.48	kg/m ³
8% MUCÍLAGO DE HELIOCARPUS AMERICANUS.....	15.440	lts/m ³
Agua efectiva.....	177.56	lts/m ³
Agregado fino.....	759.98	kg/m ³
Agregado grueso.....	1115.86	kg/m ³

PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento.....	318.48	kg/m ³
8% MUCÍLAGO DE HELIOCARPUS AMERICANUS.....	16.003	lts/m ³
Agua efectiva.....	200.04	lts/m ³
Agregado fino.....	764.58	kg/m ³
Agregado grueso.....	1121.63	kg/m ³

PROPORCIONES EN VOLUMEN

$$\frac{318.48}{318.48} : \frac{16.003}{318.48} : \frac{764.58}{318.48} : \frac{1121.63}{318.48}$$

$$1 : 0.05 : 2.40 : 3.52 \quad 26.69 \text{ lts / bolsa}$$

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

ANEXO N° 4

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALE

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA : BAZAN JAIMES LENIN FULGENCIO
 TESIS : INFLUENCIA DEL MUCÍLAGO DE HELIOCARPUS AMERICANUS AL 4%, 6%, 8% EN LA IMPERMEABILIZACIÓN
 Y RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO F'c=280KG/CM2
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 FECHA : 29/09/2023

F' C : 280 Kg/cm2

N°	TESTIGO ELEMENTO	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/Cm2	FC/F'c (%)
			MOLDEO	ROTURA			
01	PATRON	3,5	04/08/2023	11/08/2023	7	190.86	73.41
02	PATRON	3,5	04/08/2023	11/08/2023	7	199.55	76.75
03	PATRON	3,5	04/08/2023	11/08/2023	7	195.28	75.11
04	PATRON	3,5	04/08/2023	18/08/2023	14	215.24	82.79
05	PATRON	3,5	04/08/2023	18/08/2023	14	213.98	82.30
06	PATRON	3,5	04/08/2023	18/08/2023	14	211.30	81.27
07	PATRON	3,5	04/08/2023	01/09/2023	28	264.05	101.56
08	PATRON	3,5	04/08/2023	01/09/2023	28	265.54	102.13
09	PATRON	3,5	04/08/2023	01/09/2023	28	264.50	101.73

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responde a la norma de diseño ASTM C-39.

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos por el interesado a este laboratorio.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION EXPERIMENTAL 4% L.

SOLICITA : BAZAN JAIMES LENIN FULGENCIO
 TESIS : INFLUENCIA DEL MUCÍLAGO DE HELIOCARPUS AMERICANUS AL 4%, 6%, 8% EN LA IMPERMEABILIZACIÓN
 Y RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO F'c=280KG/CM2
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 FECHA : 20/09/2023

F' C : 280 Kg/cm2

N°	TESTIGO ELEMENTO	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/Cm2	FC/FC (%)
			MOLDEO	ROTURA			
01	EXPERIMENTAL 4%	3,40	04/08/2023	11/08/2023	7	214.14	82.36
02	EXPERIMENTAL 4%	3,40	04/08/2023	11/08/2023	7	221.09	85.03
03	EXPERIMENTAL 4%	3,40	04/08/2023	11/08/2023	7	218.89	84.19
04	EXPERIMENTAL 4%	3,40	04/08/2023	18/08/2023	14	253.73	97.59
05	EXPERIMENTAL 4%	3,40	04/08/2023	18/08/2023	14	251.09	96.57
06	EXPERIMENTAL 4%	3,40	04/08/2023	18/08/2023	14	253.73	97.59
07	EXPERIMENTAL 4%	3,40	04/08/2023	01/09/2023	28	293.78	112.99
08	EXPERIMENTAL 4%	3,40	04/08/2023	01/09/2023	28	290.55	111.75
09	EXPERIMENTAL 4%	3,40	04/08/2023	01/09/2023	28	296.12	113.89

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responde a la norma de diseño ASTM C-39.

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos por el interesado a este laboratorio.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION EXPERIMENTAL

SOLICITA : BAZAN JAIMES LENIN FULGENCIO
 TESIS : INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE HELIOCARPUS AMERICANUS AL 4%, 6%, 8% EN LA IMPERMEABILIZACIÓN
 Y RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO FC=280KG/CM2
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 FECHA : 20/09/2023

F' C : 260 Kg/cm2

N°	TESTIGO ELEMENTO	SLUMP (")	FECHA MOLDEO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	FC Kg/Cm2	FC/F' C (%)
01	EXPERIMENTAL 6%	3,3	05/08/2023	12/08/2023	7	204.82	78.78
02	EXPERIMENTAL 6%	3,3	05/08/2023	12/08/2023	7	206.91	79.58
03	EXPERIMENTAL 6%	3,3	05/08/2023	12/08/2023	7	204.99	78.84
04	EXPERIMENTAL 6%	3,3	05/08/2023	19/08/2023	14	233.28	89.72
05	EXPERIMENTAL 6%	3,3	05/08/2023	19/08/2023	14	226.17	86.99
06	EXPERIMENTAL 6%	3,3	05/08/2023	19/08/2023	14	230.54	88.67
07	EXPERIMENTAL 6%	3,3	05/08/2023	02/09/2023	28	271.64	104.48
08	EXPERIMENTAL 6%	3,3	05/08/2023	02/09/2023	28	269.07	103.49
09	EXPERIMENTAL 6%	3,3	05/08/2023	02/09/2023	28	271.12	104.28

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responde a la norma de diseño ASTM C-39.

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos por el interesado a este laboratorio.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION EXPERIMENTAL

SOLICITA : BAZAN JAIMES LENIN FULGENCIO
 TESIS : INFLUENCIA DEL MUCÍLAGO DE HELIOGARPUS AMERICANUS AL 4%, 6%, 8% EN LA IMPERMEABILIZACIÓN
 Y RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO F'c=260KG/CM2
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 FECHA : 20/09/2023

F' C : 260 Kg/cm2

N°	TESTIGO ELEMENTO	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/Cm2	FC/FC (%)
			MOLDEO	ROTURA			
01	EXPERIMENTAL 8%	3,20	05/08/2023	12/08/2023	7	179.66	69.10
02	EXPERIMENTAL 8%	3,20	05/08/2023	12/08/2023	7	171.59	65.99
03	EXPERIMENTAL 8%	3,20	05/08/2023	12/08/2023	7	176.39	67.84
04	EXPERIMENTAL 8%	3,20	05/08/2023	19/08/2023	14	204.72	78.74
05	EXPERIMENTAL 8%	3,20	05/08/2023	19/08/2023	14	193.93	74.59
06	EXPERIMENTAL 8%	3,20	05/08/2023	19/08/2023	14	201.98	77.68
07	EXPERIMENTAL 8%	3,20	05/08/2023	02/09/2023	28	223.16	85.83
08	EXPERIMENTAL 8%	3,20	05/08/2023	02/09/2023	28	227.83	87.63
09	EXPERIMENTAL 8%	3,20	05/08/2023	02/09/2023	28	222.83	85.70

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responde a la norma de diseño ASTM C-39.

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos por el interesado a este laboratorio.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

ANEXO N° 5

ENSAYO DE PROFUNDIDAD DE PENETRACIÓN DEL AGUA AL CONCRETO



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO DE PROFUNDIDAD DE PENETRACION DE AGUA BAJO PRESION SI

SOLICITA : BAZAN JAIMES LENIN FULGENCIO
 TESIS : INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE HELIOCARPUS AMERICANUS AL 4%, 6%, 8% EN LA IMPERMEABILIZACIÓN
 Y RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO F' C=260KG/CM2
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 FECHA : 20/09/2023

N°	TESTIGO ELEMENTO	ENSAYO PENETRACION DE AGUA			PROF. PENTRAC. MAX. cm	P. P. PROMEDIO cm
		INICIO	TERMINO	HORAS		
01	PROBETA PATRON Dia - 28	1-9-23 18:00	4-9-23 18:00	72	2.44	2.44
02	PROBETA PATRON Dia - 28	1-9-23 18:00	4-9-23 18:00	72	2.42	
03	PROBETA PATRON Dia - 28	1-9-23 18:00	4-9-23 18:00	72	2.46	

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responde a la norma de UNF-FN-12390-8.

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados por los Alumnos del Curso.


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



ENSAYO DE PROFUNDIDAD DE PENETRACION DE AGUA BAJO PRESSION

SOLICITA : BAZAN JAIMES LENIN FULGENCIO
 TESIS : INFLUENCIA DEL MUCÍLAGO DE HELIOCARPUS AMERICANUS AL 4%, 6%, 8% EN LA IMPERMEABILIZACIÓN
 Y RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO F'c=260KG/CM2
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 FECHA : 20/09/2023

N°	ELEMENTO	ENSAYO PENETRACION DE AGUA			PROF. PENETRAC. MAX. cm	P. P. PROMEDIO cm
		INICIO	TERMINO	HORAS		
05	PROBETA SUSTITUIDA 4%	4-9-23 18:00	7-9-23 18:00	72	2.02	2.03
	Día - 28					
06	PROBETA SUSTITUIDA 4%	4-9-23 18:00	7-9-23 18:00	72	2.05	
	Día - 28					
06	PROBETA SUSTITUIDA 4%	4-9-23 18:00	7-9-23 18:00	72	2.03	
	Día - 28					

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responde a la norma de UNF-FN-12390-8.

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados por los Alumnos del Curso.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



ENSAYO DE PROFUNDIDAD DE PENETRACION DE AGUA BAJO PRESION

SOLICITA : BAZAN JAIMES LENIN FULGENCIO
 TESIS : INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE HELIOCARPUS AMERICANUS AL 4%, 6%, 8% EN LA IMPERMEABILIZACION
 Y RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO F'c=260KG/CM2
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 FECHA : 20/09/2023

Nº	TESTIGO ELEMENTO	ENSAYO PENETRACION DE AGUA			PROF. PENTRAC. MAX. cm	P. P. PROMEDIO cm
		INICIO	TERMINO	HORAS		
05	PROBETA SUSTITUIDA 6%	7-9-23 18:00	10-9-23 18:00	72	1.98	1.97
	Dia - 28					
06	PROBETA SUSTITUIDA 6%	7-9-23 18:00	10-9-23 18:00	72	1.94	
	Dia - 28					
08	PROBETA SUSTITUIDA 6%	7-9-23 18:00	10-9-23 18:00	72	2.00	
	Dia - 28					

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responde a la norma de UNF-FN-12390-8.

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados por los Alumnos del Curso.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



ENSAYO DE PROFUNDIDAD DE PENETRACION DE AGUA BAJO PRESION

SOLICITA : BAZAN JAIMES LENIN FULGENCIO
 TESIS : INFLUENCIA DEL MUCÍLAGO DE HELIOCARPUS AMERICANUS AL 4%, 6%, 8% EN LA IMPERMEABILIZACIÓN
 Y RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO F^c-260KG/CM²
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 FECHA : 20/09/2023

N°	ELEMENTO	ENSAYO PENETRACION DE AGUA			PROF. PENTRAC. MAX. cm	P. P. PROMEDIO cm
		INICIO	TERMINO	HORAS		
01	PROBETA SUSTITUIDA 8% Dia - 28	10-9-23 18:00	13-9-23 18:00	72	2.65	2.62
	PROBETA SUSTITUIDA 8% Dia - 28	10-9-23 18:00	13-9-23 18:00	72	2.62	
02	PROBETA SUSTITUIDA 8% Dia - 28	10-9-23 18:00	13-9-23 18:00	72	2.59	

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responde a la norma de UNE-EN-12390-8

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados por los Alumnos del Curso.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

ANEXO N° 6

ENSAYO DE VOLUMEN TOTAL DE POROS O POROSIDAD DEL CONCRETO



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO DE VOLUMEN DE POROS PERMEABLES DEL CONCRETO- PATRON

SOLICITA : BAZAN JAIMES LENIN FULGENCIO
 TESIS : INFLUENCIA DEL MUCÍLAGO DE HELIOCARPUS AMERICANUS AL 4%, 6%, 8% EN LA
 IMPERMEABILIZACIÓN Y RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO F'C=260KG/CM2
 UBICACIÓN : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 FECHA : 20/09/2023
 Donde:
 A: masa de muestra seca, g
 B: masa de la muestra saturada, luego de la inmersión, g
 C: masa de la muestra, luego de la inmersión y hervida, g
 D: masa aparente de la muestra en agua, luego de la inmersión y hervida, g
MATERIAL : CONCRETO (PATRON)
DIMENSIONES DE FORMATO (cm) : 15.24 x 30.48

Item	DESCRIPCION	M1	M2	M3
A	Peso Material Seco (gr)	13.495	13.525	13.429
B	Peso Material Sum. (24 horas) (gr)	14.02	14.105	13.95
1	absorcion 100x(B-A)/A	3.89	4.29	3.88
1.1	Promedio (%)	4.02		

Item	DESCRIPCION	M1	M2	M3
A	Peso Material Seco (gr)	13.495	13.525	13.429
C	Peso Material Inmersión y hervida. (5 horas)	14.107	14.19	14.08
2	absorcion inmersión y hervido 100x(C-A)/A	4.54	4.92	4.85
2.1	Promedio (%)	4.77		

Item	DESCRIPCION	M1	M2	M3
A	Peso Material Seco (gr)	13.495	13.525	13.429
D	Masa aparente Inmersión y hervida. (5 horas)	8.547	8.63	8.52
3	absorcion inmersión y hervido 100x(C-A)/(C-D)	11.01	11.96	11.71
3.1	Promedio de volumen de poros (%)	11.56		

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Ingeniería Profesional de Ingeniería Civil



ENSAYO DE VOLUMEN DE POROS PERMEABLES DEL CONCRETO-
EXPERIMENTAL- 4%

SOLICITA : BAZAN JAIMES LENIN FULGENCIO
TESIS : INFLUENCIA DEL MUCÍLAGO DE HELIOGARPUS AMERICANUS AL 4%, 6%, 8% EN LA
IMPERMEABILIZACIÓN Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO $f'c=260\text{KG}/\text{CM}^2$
UBICACIÓN : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
FECHA : 20/09/2023

Donde:

A: masa de muestra seca, g

B: masa de la muestra saturada, luego de la inmersión, g

C: masa de la muestra, luego de la inmersión y hervida, g

D: masa aparente de la muestra en agua, luego de la inmersión y hervida, g

MATERIAL : CONCRETO (PATRON)

DIMENSIONES DE FORMATO (cm) : 15.24 x 30.48

Item	DESCRIPCION	M1	M2	M3
A	Peso Material Seco (gr)	13.525	13.570	13.55
B	Peso Material Sumer. (24 horas) (gr)	14.014	14.031	14.054
1	absorcion $100 \times (B-A)/A$	3.62	3.40	3.72
1.1	Promedio (%)	3.58		

Item	DESCRIPCION	M1	M2	M3
A	Peso Material Seco (gr)	13.525	13.570	13.55
C	Peso Material inmersión y hervida. (5 horas)	14.082	14.117	14.123
2	absorcion inmersión y hervido $100 \times (C-A)/A$	4.12	4.03	4.23
2.1	Promedio (%)	4.13		

Item	DESCRIPCION	M1	M2	M3
A	Peso Material Seco (gr)	13.525	13.570	13.55
D	Masa aparente inmersión y hervida. (5 horas)	8.522	8.557	8.563
3	absorcion inmersión y hervido $100 \times (C-A)/(C-D)$	10.02	9.84	10.31
3.1	Promedio de volumen de poros (%)	10.05		

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Laboratorio Profesional de Ingeniería Civil



**ENSAYO DE VOLUMEN DE POROS PERMEABLES DEL CONCRETO-
EXPERIMENTAL- 6%**

SOLICITA : BAZAN JAIMES LENIN FULGENCIO
 TESIS : INFLUENCIA DEL MUCÍLAGO DE HELIOCARPUS AMERICANUS AL 4%, 6%, 8% EN LA
 IMPERMEABILIZACIÓN Y RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO F'c=260KG/CM2
 UBICACIÓN : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 FECHA : 20/09/2023
 Donde:
 A: masa de muestra seca, g
 B: masa de la muestra saturada, luego de la inmersión, g
 C: masa de la muestra, luego de la inmersión y hervida, g
 D: masa aparente de la muestra en agua, luego de la inmersión y hervida, g
 MATERIAL : CONCRETO (PATRON)
 DIMENSIONES DE FORMATO (cm) : 15.24 x 30.48

Item	DESCRIPCION	M1	M2	M3
A	Peso Material Seco (gr)	13.519	13.565	13.548
B	Peso Material Sumergido (24 horas) (gr)	13.973	14.033	14.022
1	absorción $100x(B-A)/A$	3.36	3.45	3.50
1.1	Promedio (%)	3.44		

Item	DESCRIPCION	M1	M2	M3
A	Peso Material Seco (gr)	13.519	13.565	13.548
C	Peso Material inmersión y hervida. (5 horas)	14.067	14.105	14.102
2	absorción inmersión y hervido $100x(C-A)/A$	4.05	3.98	4.09
2.1	Promedio (%)	4.04		

Item	DESCRIPCION	M1	M2	M3
A	Peso Material Seco (gr)	13.519	13.565	13.548
D	Masa aparente inmersión y hervida. (5 horas)	8.507	8.545	8.542
3	absorción inmersión y hervido $100x(C-A)/(C-D)$	9.86	9.71	9.96
3.1	Promedio de volumen de poros (%)	9.84		

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**ENSAYO DE VOLUMEN DE POROS PERMEABLES DEL CONCRETO-
EXPERIMENTAL- 8%**

SOLICITA : BAZAN JAIMES LENIN FULGENCIO
 TESIS : INFLUENCIA DEL MUCILAGO DE HELIOCARPUS AMERICANUS AL 4%, 6%, 8% EN LA
 IMPERMEABILIZACIÓN Y RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO F'C=260KG/CM2
 UBICACIÓN : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 FECHA : 20/09/2023
 Donde:
 A: masa de muestra seca, g
 B: masa de la muestra saturada, luego de la inmersión, g
 C: masa de la muestra, luego de la inmersión y hervida, g
 D: masa aparente de la muestra en agua, luego de la inmersión y hervida, g
 MATERIAL : CONCRETO (PATRON)
 DIMENSIONES DE FORMATO (cm) : 15.24 x 30.48

Item	DESCRIPCION	M1	M2	M3
A	Peso Material Seco (gr)	13.350	13.290	13.315
B	Peso Material Sumer. (24 horas) (gr)	13.957	13.887	13.926
1	absorcion $100 \times (B-A)/A$	4.55	4.49	4.59
1.1	Promedio (%)	4.54		

Item	DESCRIPCION	M1	M2	M3
A	Peso Material Seco (gr)	13.350	13.290	13.315
C	Peso Material inmersión y hervida. (5 horas)	14.028	13.958	13.997
2	absorcion inmersión y hervido $100 \times (C-A)/A$	5.08	5.03	5.12
2.1	Promedio (%)	5.08		

Item	DESCRIPCION	M1	M2	M3
A	Peso Material Seco (gr)	13.350	13.290	13.315
D	Masa aparente inmersión y hervida. (5 horas)	8.468	8.398	8.437
3	absorcion inmersión y hervido $100 \times (C-A)/(C-D)$	12.19	12.01	12.27
3.1	Promedio de volumen de poros (%)	12.16		

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Ingeniero Profesional de Ingeniería Civil

ANEXO N° 7

PANEL FOTOGRAFICO



Foto 1 pesado de corteza de *Heliocarpus americanus*



Foto 2 Eliminación de solidos del mucílago de *Heliocarpus americanus* con un colador



Foto 3 Obtención del mucilago del Heliocarpus americanus luego del hervido y enfriado



Foto 4 Muestra de mucilago del Heliocarpus americanus para analisis de fluorescencia de rayos x y pH



Foto 5 pesado para determinación de humedad de agregados fino



Foto 6 Secado para determinación de humedad de agregados, fino y grueso



Foto 7 Cuarteo de agregado grueso



Foto 8 Cuarteo de agregado grueso



Foto 9 Tamizado para granulometría de agregado fino



Foto 10 Tamizado para granulometría de agregado fino



Foto 11 Determinación de peso unitario de agregado fino



Foto 12 Materiales utilizados en la elaboración del concreto



Foto 13 Elaboración de la mezcla del concreto



Foto 14 Medición para la determinación de la consistencia (cono de Abrams)



Foto 15 Varillado de probetas cilíndricas con 25 golpes por capa, tres capas



Foto 16 Elaboración de probetas cilíndricas 6" x 12", laboratorio USP-Chimbote.



Foto 17 desmoldado de concreto patrón



Foto 18 Ensayo de compresión del concreto patrón



Foto 19 Ensayo de compresión del concreto experimental 1



Foto 20 Ensayo de penetración del agua



Foto 21 Alineamiento de probeta en el aparato de sostenimiento para ensayo de tracción indirecta para determinar profundidad de penetración del agua.

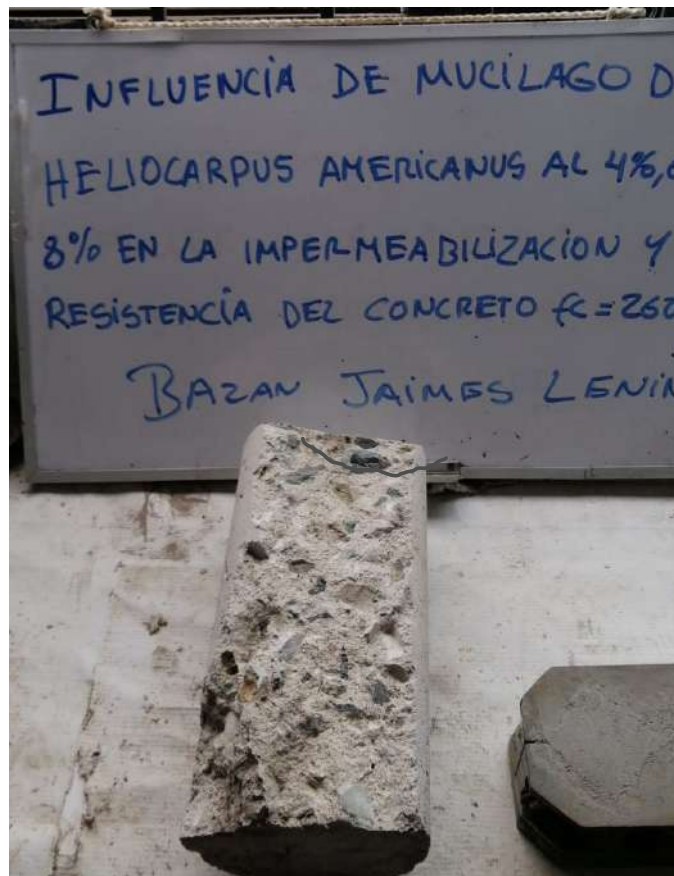


Foto 22 profundidad de penetración del agua.

Formulario Repositorio



REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN DE DOCUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

1. Información del Autor			
BAZAN JAIMES LENIN FULGENCIO	42745948	VEFUBA31@GMAIL.COM	
Apellidos y Nombres	DNI	Correo Electrónico	
2. Tipo de Documento de Investigación			
<input checked="" type="checkbox"/> Tesis	<input type="checkbox"/> Trabajo de Suficiencia Profesional	<input type="checkbox"/> Trabajo Académico	<input type="checkbox"/> Trabajo de Investigación
3. Grado Académico o Título Profesional ¹			
<input type="checkbox"/> Bachiller	<input type="checkbox"/> Título Profesional	<input type="checkbox"/> Título Segunda Especialidad	<input type="checkbox"/> Maestría <input type="checkbox"/> Doctorado
4. Título del Documento de Investigación			
INFLUENCIA DEL MUCÍLAGO DE HELIOCARPOS AMERICANUS AL 4%, 6%, 8% EN LA IMPERMEABILIZACIÓN Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO $f_c = 260 \text{ kg/cm}^2$			
5. Programa Académico			
INGENIERÍA CÍVIL			
6. Tipo de Acceso al Documento			
<input checked="" type="checkbox"/> Abierto o Público ² (info.eu-repo/semantica/openAccess)		<input type="checkbox"/> Acceso restringido ³ (info.eu-repo/semantica/restrictedAccess) (*)	
(*) En caso de restringido sustentar motivo			

A. Originalidad del Archivo Digital

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entregó a la Universidad, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado Evaluador y forma parte del proceso que conduce a obtener el grado académico o título profesional.

B. Otorgamiento de una licencia CREATIVE COMMONS ⁵

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional Digital, el cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento. ⁶



Firma

Lugar	Día	Mes	Año
Chimbote	14	06	24

Importante

1. Según Resolución de Consejo Directivo N° 003-2016-DUNSPD-CO, Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar Grados Académicos y Títulos Profesionales, Art. 4, inciso 8.2
2. Ley N° 20020, Ley que regula el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto y D.L. 008-2010-PCM
3. Si el autor otorga el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad San Pedro una licencia no exclusiva para que se pueda hacer uso del Repositorio Institucional Digital, respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.
4. En caso de que el autor otorga la categoría restrictiva, únicamente se publicará los datos del autor y resultados de la obra, de acuerdo a la directiva N° 004-2016-CONYTEC-DEIC (Numerativa 52) y 87 que norma el funcionamiento del Repositorio Nacional Digital.
5. Las Agencias Creativas Commons (CC) es una organización internacional en fase de lucro que pone a disposición de los autores un conjunto de licencias flexibles y de herramientas tecnológicas que facilitan la difusión de información, recursos educativos, obras artísticas y científicas, entre otros. Estas licencias también garantizan que el autor obtenga el crédito por su obra.
6. Según el inciso 8.2 del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales -RNTI, las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metodológicos en sus repositorios institucionales prestando al autor de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RNTI, a través del Repositorio AUSA*.

Nota: * En caso de haberla en sus datos, se procederá de acuerdo a ley (Ley 27441, art. 32, Num. 32.3)

Reporte de similitud

Influencia del mucílago de *Heliocarpus americanus* al 4%, 6%, 8% en la impermeabilización y resistencia a la compresión del concreto $f'_c=260\text{kg/cm}^2$

INFORME DE ORIGINALIDAD

28%	27%	%	13%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.usanpedro.edu.pe Fuente de Internet	10%
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	1%
6	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
7	repositorio.unheval.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	repositorio.ucp.edu.pe Fuente de Internet	1%

9	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	1 %
10	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	1 %
11	repositorio.upse.edu.ec Fuente de Internet	1 %
12	creativecommons.org Fuente de Internet	1 %
13	repositorio.unasam.edu.pe Fuente de Internet	1 %
14	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
15	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
16	idoc.pub Fuente de Internet	<1 %
17	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
18	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
19	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
20	repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

21	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
22	Submitted to Submitted on 1691687177060 Trabajo del estudiante	<1 %
23	Submitted to unasam Trabajo del estudiante	<1 %
24	repositorio.undac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
25	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
26	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
27	repositorio.utea.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
28	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
29	Submitted to uni Trabajo del estudiante	<1 %
30	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
31	Submitted to Universidad Católica San Pablo Trabajo del estudiante	<1 %
32	Submitted to Universidad Tecnológica de los Andes	<1 %

Trabajo del estudiante

33	bdigital.unal.edu.co Fuente de Internet	<1 %
34	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	<1 %
35	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	<1 %
36	vsip.info Fuente de Internet	<1 %
37	Submitted to UTEC Universidad de Ingeniería & Tecnología Trabajo del estudiante	<1 %
38	qdoc.tips Fuente de Internet	<1 %
39	Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego Trabajo del estudiante	<1 %
40	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	<1 %
41	cybertesis.uni.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
42	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 6 words

Excluir bibliografía

Activo