

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



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

---

**“Adición del mucilago de nopal para mejora de las propiedades físicas del concreto estructural en Nuevo Chimbote”**

---

**AUTORES:**

Bach. Ortiz Tinta, Mónica Lizbeth

Bach. Pumayalla Briceño, Miguel Ángel

**ASESOR:**

**Ms. Ing. Rivasplata Díaz, Julio César**

**NUEVO CHIMBOTE – PERÚ**

**2022**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



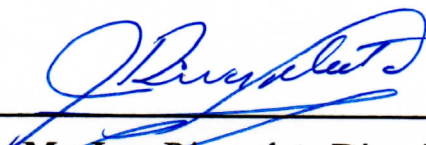
**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

---

**“ADICIÓN DEL MUCILAGO DE NOPAL PARA MEJORA  
DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO  
ESTRUCTURAL EN NUEVO CHIMBOTE”**

---

**REVISADO Y APROBADA POR:**



**Ms. Ing. Rivasplata Díaz, Julio César**  
Asesor

DNI: 32770844

Código ORCID: 0000-0002-4180-9362

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



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

---

**“ADICIÓN DEL MUCILAGO DE NOPAL PARA MEJORA  
DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO  
ESTRUCTURAL EN NUEVO CHIMBOTE”**

---

**Revisado y Aprobado por el Jurado Evaluador:**

---

**Dr. Abner Itamar León Bobadilla**  
**Presidente**  
DNI: 32942184  
Código ORCID: 0000-0003-2949-6591

---

**Ms. Jenisse Fernández Mantilla**  
**Secretaria**  
DNI: 33264434  
Código ORCID:0000-0003-3336-4786

---

**Ms. Julio Cesar Rivasplata Díaz**  
**Integrante**  
DNI:32770844  
Código ORCID: 0000-0002-4180-9362

ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

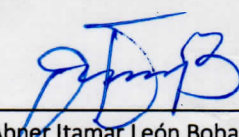
A los 06 días del mes de septiembre del año dos mil veintidós, siendo las 11 horas de la mañana, en el Aula C-1 de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante T. Resolución N° 295-2022-UNS-CFI, integrado por los siguientes docentes: Dr. Abner Itamar León Bobadilla (Presidente), Mg. Jenisse Del Rocío Fernández Mantilla (Secretaria), Ms. Julio César Rivasplata Díaz (Integrante), y Ms. Edgar Gustavo Sparrow Alamo (Accesitario), y en base a la Resolución Decanal N° 512-2022-UNS-FI se da inicio la sustentación de la Tesis titulada: "ADICIÓN DE MUCILAGO DE NOPAL PARA MEJORA DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL EN NUEVO CHIMBOTE", presentado por los Bachilleres ORTIZ TINTA MONICA LIZBETH con cód. N° 0201313029 y PUMAYALLA BRICEÑO MIGUEL ÁNGEL con cód. N° 0201313051, quienes fueron asesorados por el docente: Ms. Julio César Rivasplata Díaz, según lo establece la T. Resolución Decanal N° 205-2019-UNS-FI, de fecha 09.05.2019.

El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General para Obtener el Grado Académico de Bachiller y el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa, declaran:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
ORTIZ TINTA MONICA LIZBETH	77	BUENO

Siendo las 12 de la tarde del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, 06 septiembre de 2022.

  
Dr. Abner Itamar León Bobadilla  
Presidente

  
Mg. Jenisse Del Rocío Fernández Mantilla  
Secretaria

  
Ms. Julio César Rivasplata Díaz  
Integrante



# FACULTAD DE INGENIERÍA

## Escuela Profesional de Ingeniería Civil

### ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

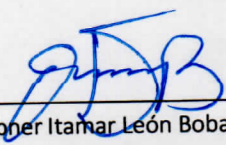
A los 06 días del mes de septiembre del año dos mil veintidós, siendo las 11 horas de la mañana, en el Aula C-1 de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante T. Resolución N° 295-2022-UNS-CFI, integrado por los siguientes docentes: Dr. Abner Itamar León Bobadilla (Presidente), Mg. Jenisse Del Rocío Fernández Mantilla (Secretaria), Ms. Julio César Rivasplata Díaz (Integrante), y Ms. Edgar Gustavo Sparrow Alamo (Accesitario), y en base a la Resolución Decanal N° 512-2022-UNS-FI se da inicio la sustentación de la Tesis titulada: "ADICIÓN DE MUCILAGO DE NOPAL PARA MEJORA DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL EN NUEVO CHIMBOTE", presentado por los Bachilleres: ORTIZ TINTA MONICA LIZBETH con cód. N° 0201313029 y PUMAYALLA BRICEÑO MIGUEL ÁNGEL con cód. N° 0201313051, quienes fueron asesorados por el docente: Ms. Julio César Rivasplata Díaz, según lo establece la T. Resolución Decanal N° 205-2019-UNS-FI, de fecha 09.05.2019

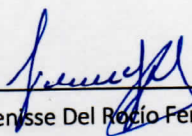
El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General para Obtener el Grado Académico de Bachiller y el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa, declaran:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
PUMAYALLA BRICEÑO MIGUEL ÁNGEL	17	Bueno

Siendo las 12 de la tarde del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, 06 septiembre de 2022.

  
Dr. Abner Itamar León Bobadilla  
Presidente

  
Mg. Jenisse Del Rocío Fernández Mantilla  
Secretaria

  
Ms. Julio César Rivasplata Díaz  
Integrante

## DEDICATORIA

A Dios, por darme la oportunidad de vivir y guiarme en este largo camino lleno de retos, por darme fuerzas para continuar durante momentos de debilidad, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente. Por permitirme llegar a obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis padres, Roxana y Eleodoro, por darme la vida, por el apoyo constante que me brindaron en cada momento de mi vida, por los valores inculcados, sus consejos, la confianza, por hacer de mi un ser de bien, pero más que nada, por su gran amor. Con admiración y respeto.

A mi hermana Carol, por estar conmigo y apoyarme siempre, además de ser la motivación para cada día ser mejor persona.

A Ricardo M., por su apoyo incondicional en este arduo camino, por compartir conmigo momentos de alegrías, fracasos y demostrarme que siempre puedo contar con él.

**ORTIZ TINTA, Mónica Lizbeth**

## DEDICATORIA

El presente trabajo de grado va dedicado a Dios, quien como guía estuvo presente en el caminar de mi vida, bendiciéndome y dándome fuerzas para continuar con mis metas trazadas sin desfallecer.

Gracias a mis padres Clemencia Briceño y Nolberto Pumayalla por su amor, trabajo y sacrificio a lo largo de los años, gracias a ustedes pude estar aquí y ser quien soy ahora. Es un orgullo y honor ser su hijo, son los mejores padres.

Gracias a mis hermanos, por estar presentes en esta etapa de mi vida, por brindarme su apoyo espiritual.

**PUMAYALLA BRICEÑO, Miguel Ángel**

## AGRADECIMIENTO

Queremos expresar nuestra gratitud a Dios, quien nos llena siempre con su bendición, nos acompaña y guía en el transcurso de nuestras vidas, brindándonos sabiduría y paciencia para culminar con éxito nuestras metas propuestas.

Gracias a nuestros padres, hermanos y hermanas, y a quienes participaron en este trabajo, nos han brindado el apoyo suficiente para que no fallemos en todas las situaciones aparentemente complicadas e imposibles.

Gracias a nuestra Asesor Ing. Julio Cesar Rivasplata Diaz por su asesoramiento y apoyo, pudimos completar este trabajo. Gracias a los ingenieros de la Facultad de Ingeniería Civil, quienes nos han

**LOS AUTORES**



## Índice general

DEDICATORIA.....	IV
DEDICATORIA.....	V
AGRADECIMIENTO.....	VI
Índice general.....	VII
Índice de tablas.....	XIII
Índice de figuras.....	XV
Índice de ecuaciones.....	XVII
RESUMEN.....	XVIII
ABSTRACT.....	XIX
Capitulo I: INTRODUCCIÓN.....	20
1.1. Antecedentes.....	23
1.1.1. Antecedentes Internacionales.....	23
1.1.2. Antecedentes nacionales.....	24
1.2. Formulación Del Problema.....	26
1.2.1. Problema General.....	26
1.3. Objetivos.....	28
1.3.1. Objetivo Principal.....	28
1.3.2. Objetivos Específicos.....	28
1.4. Justificación e Importancia.....	28

1.5. Limitaciones del trabajo.....	29
1.6. Formulación De La Hipótesis .....	29
Capitulo II: MARCO TEÓRICO.....	
2.1. Base Teórica.....	31
2.1.1. Cemento Portland.....	31
2.1.1.1. Clasificación.....	32
2.1.1.2. Normas del cemento.....	33
2.1.2. Agregados .....	34
2.1.2.1. Agregado fino:.....	35
2.1.2.2. Agregado grueso: .....	36
2.1.2.3. Funciones .....	38
2.1.2.4. Propiedades .....	38
2.1.2.5. Norma.....	39
2.1.3. Agua.....	41
2.1.3.1. Requerimientos de calidad .....	41
2.1.4. Ensayos de laboratorio.....	43
2.1.4.1. Obtención en laboratorio de muestras representativas (cuarteo) .....	43
2.1.4.2. Contenido de Humedad .....	44
2.1.4.3. Análisis Granulométrico .....	45
2.1.4.4. Peso específico y absorción del agregado .....	46

2.1.4.5. Peso volumétrico .....	49
2.1.4.6. Diseño de mezcla .....	51
2.1.4.7. Preparación de los testigos de concreto en laboratorio .....	55
2.1.4.8. Asentamiento (SLUMP).....	58
2.1.4.9. Resistencia a la compresión del concreto.....	60
2.1.4.10. Opuntia.....	61
2.1.4.11. Mucilago de Nopal.....	63
2.1.4.12. Extracción del mucilago de nopal.....	63
<b>Capitulo III: MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	
3.1. Tipo de investigación .....	66
3.2. Unidad de análisis .....	66
3.3. Población .....	66
3.4. Muestra.....	66
3.5. Instrumentos .....	68
3.6. Procedimientos .....	70
3.6.1. Extracción de pencas de nopal .....	70
3.6.1.1. Equipos y materiales: .....	70
3.6.1.2. Procedimiento: .....	70
3.6.2. Extracción del Mucilago de Nopal.....	71
3.6.2.1. Procedimiento: .....	71

3.6.3. Ensayo de Viscosidad del Mucilago de Nopal.....	73
3.6.3.1. Procedimientos:.....	73
3.6.4. Ensayo de granulometría del agregado fino.....	74
3.6.4.1. Procedimientos:.....	74
3.6.5. Ensayo de granulometría del agregado grueso. ....	76
3.6.5.1. Procedimientos:.....	76
3.6.6. Ensayo de contenido de humedad de los agregados .....	78
3.6.6.1. Procedimientos:.....	78
3.6.7. Ensayo para determinar el peso unitario suelto de los agregados.....	81
3.6.7.1. Procedimiento: .....	81
3.6.8. Ensayo para determinar el peso unitario compactado de los agregados. ....	83
3.6.9. Ensayo para determinar el peso específico y absorción del agregado grueso .....	85
3.6.10. Ensayo para determinar el peso específico y absorción del agregado fino .....	88
3.6.11. Preparación de los testigos de concreto.....	90
3.6.12. Ensayo para determinar el Asentamiento.....	93
3.6.13. Ensayo para determinar la resistencia a la compresión.....	95
Capitulo IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	
4.1. Resultados de los ensayos realizados.....	99
4.1.1. Mucilago de nopal.....	99
4.1.1.1. Ensayo para determinar las características químicas del MN.....	99

4.1.1.2. Ensayo para determinar el potencial de hidrogeno (PH) del MN. ....	99
4.1.1.3. Ensayo de para determinar la óptima viscosidad del MN .....	100
4.1.2. Ensayo de para determinar el diseño de muestra patrón. ....	102
4.1.2.1. Ensayos realizados a los agregados finos de la cantera “La Sorpresa”.....	102
4.1.2.2. Ensayos realizados a los agregados gruesos de la cantera “La Sorpresa” .....	103
4.1.2.3. Diseño de mezcla .....	103
4.1.2.4. Dosificación de la adición de mucilago de nopal.....	104
4.1.3. Ensayos de resistencia a la compresión .....	105
4.1.3.1. Testigos de concreto- patrón $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .....	105
4.1.3.2. Testigos de concreto - adición de 1% de mucilago de nopal .....	107
4.1.3.3. Testigos de concreto - adición de 3% de mucilago de nopal .....	109
4.1.3.4. Testigos de concreto - adición de 5% de mucilago de nopal .....	111
4.1.3.5. Testigos de concreto - adición de 7% de mucilago de nopal .....	113
4.1.3.6. Gráficos de comparación de resistencia a la compresión de testigos patrón con testigos con adición de mucilago de nopal.....	115
4.1.4. Ensayos de Asentamiento .....	122
4.1.5. Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de la muestra de concreto con mejor comportamiento resistente – 3% de adición de mucilago de nopal.....	124
4.1.6. Análisis estadístico.....	125
4.1.6.1. Análisis estadístico de los testigos de concreto de $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ con 3% de adición de mucilago de nopal.....	125

4.2. Análisis e interpretación de resultados.....	128
4.3. Discusión.....	131
Capítulo V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	
5.1. Conclusiones .....	135
5.2. Recomendaciones.....	137
Capítulo VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	
Capítulo VII: ANEXOS.....	
7.1. Anexo 01 – Ficha Técnica de la Tuna.....	143
7.2. Anexo 02 - Panel Fotográfico .....	149
7.3. Anexo 03 – Ensayo de potencial de hidrogeno (pH) del mucilago de nopal .....	
7.4. Ensayo de fluorescencia de rayos X del mucilago de nopal .....	
7.5. Resultado de los ensayos a los agregados en laboratorio.....	
7.6. Diseño de mezcla patrón. ....	
7.7. Rotura de probetas a los 28 días de curado – 3% de mucilago de nopal. ....	

## Índice de tablas

Tabla 1. Límites Granulométricos.....	36
Tabla 2. Norma Técnicas peruanas para el agua del concreto .....	42
Tabla 3. Selección de la resistencia promedio .....	52
Tabla 4. Grado de control de calidad de obra .....	52
Tabla 5. Slump para varios tipos de construcción.....	53
Tabla 6. Volumen unitario de agua según el tamaño de los agregados .....	53
Tabla 7. Contenido de aire atrapado .....	54
Tabla 8. Relación agua/cemento por resistencia .....	54
Tabla 9. Volumen del agregado grueso por unidad de volumen de concreto .....	55
Tabla 10. Composición química de nopal.....	62
Tabla 11. Composición química del mucilago de Nopal .....	63
Tabla 12. Cantidad de probetas por elaborar.....	67
Tabla 13. Formato de la granulometría_ agregado fino .....	75
Tabla 14. Formato de la granulometría del agregado grueso.....	77
Tabla 15. Formato de la humedad de los agregados .....	80
Tabla 16. Formato de peso unitario seco .....	82
Tabla 17. Formato del peso unitario compactado .....	84
Tabla 18. Formato del peso específico y absorción del agregado grueso .....	87
Tabla 19. Formato del peso específico y absorción de la arena.....	90
Tabla 20. Formato para el ensayo del asentamiento .....	94
Tabla 21. Formato para el ensayo comprensión.....	96
Tabla 22. Composición química del mucilago de nopal.....	99
Tabla 23. Potencial de hidrogeno (pH) del mucilago de nopal.....	99
Tabla 24. Ensayo para determinar la óptima viscosidad del mucilago de nopal .....	1030

Tabla 25. Propiedades del agregado fino .....	102
Tabla 26. Propiedades del agregado grueso .....	103
Tabla 27. Dosificación en peso de la muestra patron .....	103
Tabla 28. Dosificación de la adición del mucilago de nopal .....	104
Tabla 29. Testigos de concreto muestra patron .....	105
Tabla 30. Testigos de concreto _1% de Mucilago de Nopal.....	107
Tabla 31. Testigos de concreto _3% de Mucilago de Nopal.....	109
Tabla 32. Testigos de concreto _5_% de Mucilago de Nopal.....	111
Tabla 33. Testigos de concreto _7% de Mucilago de Nopal.....	113
Tabla 34. Resistencia a la compresión - adición y sin adición de mucilago de Nopal .....	120
Tabla 35. Asentamiento - adición y sin adición de mucilago de Nopal.....	1202
Tabla 36. Testigos de concreto – $F'_c=210\text{kg/cm}^2$ – 3% de Mucilago de Nopal - 28 días	124
Tabla 37. Parámetros estadísticos— 3% de Mucilago de Nopal -a los 28 días .....	125
Tabla 38. Frecuencia de muestra de concreto – 3% de Mucilago de Nopal - 28 día .....	126
Tabla 39. Probabilidad de ocurrencia – 3% de Mucilago de Nopal - 28 día .....	127



## Índice de figuras

Figura 1. Arena gruesa.....	36
Figura 2. Piedra zarandeada de ¾”.....	37
Figura 3. Elaboración del concreto.....	56
Figura 4. Obtención de muestras de concreto.....	57
Figura 5. Curado de muestras de concreto. ....	58
Figura 6. Asentamiento del concreto.....	60
Figura 7. Cultivo de nopal, centro poblado Paramonga .....	62
Figura 8. Zona de extracción del nopal. ....	68
Figura 9. Ubicación de la cantera “La sorpresa” .....	68
Figura 10. Cultivo del nopal. ....	70
Figura 11. Recolección de las pencas de nopal .....	71
Figura 12. Limpieza de pecas del nopal .....	72
Figura 13. Lavado de pecas del nopal .....	72
Figura 14. Almacenamiento de pecas del nopal .....	73
Figura 15. Macerado de pecas del nopal .....	73
Figura 16. Tamizado mecánico del agregado fino. ....	78
Figura 17. Ensayo de contenido de humedad.....	81
Figura 18. Elaboración del concreto en el laboratorio de la UNS.....	92
Figura 19. Curado del concreto en el laboratorio de la UNS. ....	92
Figura 20. Asentamiento del concreto en el laboratorio de la UNS.....	94
Figura 21. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto en el laboratorio. ....	97
Figura 22. Curva de viscosidad. ....	101
Figura 23. Comparación de resistencia a la compresión de las muestras con adición y sin adición de mucilago de nopal .....	119

Figura 24. Comparación de resistencia a la compresión de las muestras patron y 1% de mucilago de nopal.....	115
Figura 25. Comparación de resistencia a la compresión de las muestras patron y 3% de mucilago de nopal.....	116
Figura 26. Comparación de resistencia a la compresión de las muestras patron y 5% de mucilago de nopal.....	117
Figura 27. Comparación de resistencia a la compresión de las muestras patron y 7% de mucilago de nopal.....	118
Figura 28. Evaluación de la resistencia a la compresión -28 días. ....	120
Figura 29. Diagrama de barras de la evaluación - resistencia a la compresión -28 días. ....	121
Figura 30. Gráfico del ensayo de asentamiento- adición y sin adición .....	122
Figura 31. Diagrama de barras del ensayo de asentamiento- adición y sin adición .....	123
Figura 32. Diagrama de barras de la frecuencia de la resistencia a la compresión -3%.....	126
Figura 33. Curva de distribución normal -3% .....	127

## Índice de ecuaciones

Ecuación 1. Resistencia promedio 1 -ACI.....	51
Ecuación 2. Resistencia promedio 2-ACI.....	51
Ecuación 3. Módulo de finura.....	74
Ecuación 4. Contenido de humedad.....	79
Ecuación 5. Peso unitario suelto. ....	81
Ecuación 6. Peso unitario compactado. ....	83
Ecuación 7. Peso Específico del agregado grueso. ....	86
Ecuación 8. Absorción del agregado grueso.....	86
Ecuación 9. Peso Específico del agregado fino. ....	89
Ecuación 10. Absorción del agregado fino.....	89
Ecuación 11. Resistencia a la compresión .....	95

## RESUMEN

Mediante esta investigación se buscará determinar el mejor porcentaje de adición de mucilago de nopal que optimizará las propiedades físicas del concreto estructural en la ciudad de Nuevo Chimbote, ubicado en el departamento de Ancash. Este estudio se realizará basándose en antecedentes ya dados, elaborando muestras de testigos de concreto que serán las muestras patrón (concreto estructural  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>) y muestras de testigos de concreto adicionando mucilago de nopal en porcentajes (1%, 3%, 5% y 7%) con respecto al total del concreto. Esta investigación buscara evaluar la adición del mucilago de nopal en las propiedades físicas del concreto estructural como trabajabilidad y resistencia. El Nopal que utilizamos fue procedente de la zona de Pativilca - Barranca – Lima, para ser utilizada aplicamos la técnica de macerado por un periodo de 30 días, alcanzando su optima viscosidad a los 18 días. Teniendo ya el mucilago en su optima viscosidad procedimos a colar la penca para obtener este aditivo natural (Mucilago de Nopal). Se elaboro el diseño de mezcla según la metodología ACI-211 de FC:210kg/cm<sup>2</sup> para las probetas de la muestra patrón y para las probetas con adición de aditivo natural, se realizaron los ensayos a los agregados pétreos según la normativa vigente y se fabricaron los testigos de concreto con un diámetro de 15 cm y una altura de 30 cm que fueron sometidas al Ensayo de resistencia a la Compresión a los 7 días, 14 días y 28 días según las normas ASTM, MTC, NTP. Con los resultados obtenidos se concluye que el mucilago de nopal es un aditivo amigable para el concreto, que no influye de manera significativa en el asentamiento del concreto y que con el 3% de adición se logra un incremento en la resistencia a la compresión del concreto estructural FC:210 kg/cm<sup>2</sup>.

Palabras claves: mucilago de nopal, propiedades físicas, concreto estructural, adición, mejora.

## ABSTRACT

This research will seek to determine the best percentage of addition of nopal mucilage that will optimize the physical properties of structural concrete in the city of Nuevo Chimbote, located in the department of Ancash. This study will be carried out based on data already given, preparing samples of concrete witnesses that will be the standard samples (structural concrete  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ ) and samples of concrete witnesses adding nopal mucilage in percentages (1%, 3 %, 5% and 7%) with respect to the total concrete. This research will seek to evaluate the addition of nopal mucilage in the physical properties of structural concrete such as workability and resistance. The Nopal that we use came from the area of Pativilca - Barranca - Lima, to be used we apply the maceration technique for a period of 30 days, reaching its optimum viscosity at 18 days. Having the mucilage in its optimal viscosity, we proceeded to strain the penca to obtain this natural additive (Nopal Mucilage). The mix design was elaborated according to the ACI-211 methodology of FC: 210kg/cm<sup>2</sup> for the specimens of the standard sample and for the specimens with the addition of natural additive, the tests were carried out on the stone aggregates according to the current regulations and they were manufactured the concrete witnesses with a diameter of 15 cm and a height of 30 cm that were subjected to the Compression Resistance Test at 7 days, 14 days and 28 days according to the ASTM, MTC, NTP standards. With the results obtained, it is concluded that the nopal mucilage is a friendly additive for concrete, which does not significantly influence the settlement of the concrete and that with the 3% addition an increase in the compressive strength of the concrete is achieved. structural CF:210 kg/cm<sup>2</sup>.

Keywords: nopal mucilage, physical properties, structural concrete, addition, improvement.



**CAPÍTULO  
I**

# **INTRODUCCIÓN**

A lo largo de la historia se prolonga una búsqueda por perfeccionar las propiedades que presenta el concreto estructural, a nivel mundial el concreto es un material aplicado en un sin número de construcciones por ser un material que ha sabido adaptarse a las exigencias de las normativas vigentes.

Estas particularidades que presenta el concreto estructural, provienen de la mixtura físico química entre los componentes que componen la mezcla del concreto estructural y el acero al ser empapado en ella, obteniendo características de rigidez, tenacidad y potencia, por lo cual se convierte en la mejor opción al momento de construir.

Sin embargo, los contaminantes como cloruros, sulfatos, nitratos y carbonatos que invaden al concreto estructural bajo la acción del viento húmedo causan daños y o deterioros a las estructuras de concreto, convirtiéndose en un escenario crítico en los entornos costeros. Estos daños que se ocasionan a la estructura de concreto no solo causan pérdidas económicas, sino que también puede generar enormes riesgos humanos.

Es por esto que en este estudio se plantea determinar qué porcentaje de adición del mucilago de nopal mejora las propiedades físicas del concreto estructural en la ciudad de Nuevo Chimbote Si este efecto tiende a ser positivo, es posible incrementar la resistencia a la compresión del concreto estructural a través de un aditivo de procedencia orgánica y no contaminante. Al mismo tiempo, se establecerán nuevos usos al mucilago de nopal, que pueden promover su siembra y los ingresos de nuevos agricultores.

Esta tesis, se desarrolló en capítulos, los cuales son detallados a continuación:

En el CAPITULO I, se exponen los aspectos generales, asimismo la problemática de la investigación, la justificación y formulación de la hipótesis.

En el CAPITULO II, se revelan los antecedentes que son la base de esta investigación, asimismo el marco y aspectos teóricos, siendo este un punto clave, debido a que en el capítulo se despliegan las teorías que establecen la investigación.

En el CAPITULO III, se muestra el tipo de investigación, unidad de análisis, población, muestra, variables, los materiales y métodos e instrumentos usados en la investigación.

En el CAPITULO IV, se muestra el análisis e interpretación de resultados, a y a su vez la discusión de acuerdo a las pruebas y ensayos realizados.

En el CAPITULO V, se muestra las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

En el CAPITULO VI, se muestra las referencias bibliográficas y finalmente los anexos de la investigación.



## 1.1. Antecedentes

### 1.1.1. Antecedentes Internacionales

Ramírez (2008) en la investigación titulada “Propiedades mecánicas y microestructura de concreto conteniendo mucilago de nopal como aditivo natural” en Santa Cruz Xoxocotlán, en la ciudad de Oaxaca ubicada en el país de México. Ejecutó una investigación Aplicada- Experimental con una metodología mixta, utilizando como método a la observación y como instrumentos a las fichas de observación por cada ensayo realizado en el laboratorio, presento como población y muestra a testigos de concreto. En esta investigación se analizó el efecto del mucilago de nopal en las propiedades de la pasta de cemento (Resistencia a la compresión, Modulo de Elasticidad) para el cual se elaboraron testigos de concreto que fueron ensayados en distintas edades. Se utilizaron materiales como el cemento y mucílago de nopal en distintas proporciones. La relación agua/cemento y mucílago/cemento (m/c) de 0.30, 0.45, y 0.60 se fabricaron según la norma ASTM C 305-99. Se llegó a la conclusión que el mucilago incrementa la viscosidad y disminuye la extensibilidad de las pastas de cemento, actúa como retardante y que el mucilago de nopal aumenta ligeramente la resistencia a la compresión del concreto.

León (2012) en su investigación titulada “Evaluación del mucilago de nopal como reductor de retracción en concreto auto consolidable” realizada en la Universidad Autónoma de Nuevo Lon, ubicada en el país de México. Realizó una investigación Aplicada- Experimental con una metodología mixta, utilizando como método a la observación y como instrumentos a las fichas de observación por cada ensayo realizado en el laboratorio, presento como población y muestra a testigos de concreto. Realizo ensayos donde incorporo el mucilago de nopal al concreto, para evaluar como repercute el mucilago de nopal en el concreto. Se llegó a la conclusión que en los concretos

autocompactables, el incorporar mucilago de nopal como solución acuosa para el proceso de curado, no repercute de manera negativa a las propiedades mecánicas y no produce cambios significativos en el asentamiento del concreto.

Hernández, Pfeiffer y Cano (2018) en la investigación titulada “Influencia del mucílago de nopal y extracto de algas cafés en el grado de hidratación de pastas de cemento portland ordinario”. Realizó una investigación Aplicada- Experimental una metodología mixta, utilizando como método a la observación y como instrumentos a las fichas de observación por cada ensayo realizado en el laboratorio, presento como población y muestra a testigos de pastas de cemento. Esta investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto que produce la adición de dispersión acuosa de mucílago de nopal y el extracto de algas marinas cafés en el grado de hidratación de pastas de cemento Portland ordinario. Se llega a la conclusión que el mucilago de nopal produce un efecto retardante sobre el fraguado del cemento. El mucilago de nopal puede ser aprovechado en la elaboración de concreto en climas cálidos para mantener la trabajabilidad durante más tiempo.

### **1.1.2. Antecedentes nacionales**

Oloya y Ponce (2019), en la investigación titulada “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”, realizada en la Universidad Privada Antenor Orrego, en la ciudad de Trujillo ubicada en el Perú. Efectuó una investigación Aplicada- Experimental con una metodología mixta, utilizando como método a la observación y como instrumentos a las fichas de observación por cada ensayo realizado en el laboratorio, presento como población y muestra a testigos de concreto con distintos porcentajes de mucilago de nopal, realizó los ensayos en el concreto en estado fresco y en estado endurecido; evaluó:

asentamiento (slump), temperatura y para los ensayos del concreto en estado endurecido se evaluó: la resistencia a la compresión y la profundidad de penetración del agua (permeabilidad). Se llegó a la conclusión que el mucilago como aditivo natural actúa positivamente, con la adición de 1.5% de mucilago, se logra un incremento en la resistencia a la compresión en 1.32%, la consistencia en 25% y logrando que el concreto se convierta en un material más impermeable con respecto al concreto convencional.

Inga (2019), en la investigación titulada “Influencia de la adición de mucilago de nopal (opuntia ficus-indica) en las propiedades mecánicas del concreto permeable”, realizado en la Universidad Peruana Unión, en la ciudad Lima ubicada en el Perú. Realizo una investigación Aplicada- Experimental con una metodología mixta, utilizando como método a la observación y como instrumentos a las fichas de observación por cada ensayo realizado en el laboratorio, presento como población y muestra a testigos de concreto con distintos porcentajes de mucilago de nopal. En esta investigación tuvo como propósito principal analizar el comportamiento del concreto al adicionar mucilago de nopal y ver cómo influye en las propiedades mecánicas del concreto permeable. Se llegó a la conclusión que la adición de mucilago de nopal afecta las propiedades del concreto, el contenido de vacíos aumenta con respecto a la muestra patrón, se logra un incremento en la resistencia a la compresión y tiene un efecto negativo en la resistencia a la tracción y permeabilidad, a mayor porcentaje de adición de mucilago de nopal tiene a disminuir la resistencia a la tracción y la permeabilidad, pero cumpliendo con los parámetros establecidos en la norma ACI 522-R.

Huerta (2020) en la investigación titulada “Uso del extracto del mucilago del cactus como aditivo y su influencia en la consistencia y en la resistencia a la compresión del concreto”, realizada en la Universidad Nacional Federico Villareal, en la ciudad de Lima ubicada en el Perú. Realizo una investigación Aplicada- Experimental con una

metodología mixta, utilizando como método a la observación y como instrumentos a las fichas de observación por cada ensayo realizado en el laboratorio, presento como población y muestra a testigos de concreto con distintos porcentajes de mucilago de nopal. En esta investigación se elaboró concreto adicionando extracto del mucilago del cactus en distintas concentraciones (0.25%, 0.50%, 0.75% y 1.0%). Según los ensayos realizados se concluye que el extracto del mucilago del cactus mejora la concentración de la mezcla y se obtuvo una mejor resistencia a la compresión a los 28 días con respecto a la muestra patrón, por lo tanto, la adición del extracto del mucilago del cactus al concreto influye de manera positiva a la propiedad de Asentamiento y resistencia a la compresión del concreto.

## **1.2. Formulación Del Problema**

### **1.2.1. Problema General**

Con el pasar de los años se ha buscado optimizar las propiedades mecánicas del concreto estructural, cuyas características físico químicas del concreto, acero y aditivos, imprimen cualidades de rigidez, tenacidad y potencia en la ingeniería civil.

Un problema frecuente en las construcciones donde se utiliza concreto, es la selección inadecuada de la materia prima y un mal proceso constructivo, obteniendo como resultado un concreto poroso y permeable provocando el deterioro de la estructura, otro factor que influye en estas características negativas del concreto es el lugar donde se elabora el concreto, el clima de la zona. (Gabalec, 2008)

La humedad es el enemigo común del concreto el mundo de la construcción.

Las propiedades mecánicas del concreto estructural repercuten en muchas construcciones (edificaciones, puentes, muelles, entre otros) por lo cual es clave mantener estas propiedades en el transcurso del tiempo.

Estas propiedades se nacen de la mezcla físico-química de los componentes de la mixtura del concreto y acero cuando se incrustan en ella, lo que le confiere rigidez, tenacidad y resistencia, convirtiéndola en la primera opción en los planos de obra civil.

Sin embargo, debido a que contaminantes como cloruros, sulfatos, nitratos y carbonatos que penetran al concreto estructural bajo la acción del viento húmedo, lograr que las estructuras de concreto se deterioren a lo largo del tiempo, lo que constituye una especie de situación crítica en el entorno costero.

El daño que se ocasiona en la estructura no solo provoca pérdidas económicas sino algo más valioso la vida humana.

La presente investigación plantea determinar qué porcentaje de adición del mucilago de nopal llega a mejorar las propiedades físicas del concreto estructural.

Si este efecto es positivo, y es posible incrementar la resistencia a la compresión del concreto estructural a través de un producto orgánico no contaminante, al mismo tiempo que se establecerán nuevos usos a este aditivo natural, que pueden promover el trabajo en el campo y crear nuevos ingresos a los agricultores. Ante este hecho, la pregunta que inspiró la investigación es:

**¿Cómo mejora la adición de mucilago de nopal las propiedades físicas de un concreto estructural en Nuevo Chimbote?**

### 1.3. Objetivos

#### 1.3.1. Objetivo Principal

- Determinar la adición del mucilago de nopal para mejora de las propiedades físicas de un concreto estructural en Nuevo Chimbote.

#### 1.3.2. Objetivos Específicos

- Determinar la óptima viscosidad del mucilago de nopal.
- Determinar el diseño de mezcla patrón para el concreto estructural  $f'c=210\text{kg/cm}^2$
- Evaluar las propiedades físicas del concreto estructural en los estados frescos y endurecidos a partir de la adición de mucilago de nopal en aportes de 1%, 3%, 5% y 7%.

### 1.4. Justificación e Importancia

Los tiempos actuales exigen que la fabricación de cemento y unos aditivos químicos se realice con el menor gasto energético, y que sus subproductos no afecten de manera negativa al medio ambiente. Por lo tanto, actualmente surge la necesidad de sustituir los aditivos químicos originados sintéticamente por aditivos naturales para minimizar los contaminantes y los costos de producción.

Con esta investigación se pretende encontrar efectos favorables con respecto al uso del mucilago de nopal en el concreto, que ayude a optimizar el desempeño del concreto estructural. Asimismo, el uso del mucilago de nopal en materiales fabricados a base de cemento logra tener una huella social, pues de esta forma, logra favorecer indirectamente a las empresas comprometidas con la fabricación de nuevos aditivos y aumentar así su rentabilidad.

De modo que este planteamiento de solución se aprovechará como pie para la elaboración de futuras investigaciones que se intenten abordar, relacionado a la adición de aditivos naturales de distintas especies para con ello busca innovar y ver la mejora en sus propiedades físicas del concreto.

### **1.5. Limitaciones del trabajo**

Esta investigación presenta los siguientes límites:

- La obtención de mucilago de nopal a los 18 días a temperatura ambiente.
- La obtención de mucilago de nopal de manera manual.
- La adición del mucilago de nopal en 1%, 3%, 5% y 7%.
- El uso de porcentajes de mucilago de tuna con relación al peso del cemento
- El uso de los agregados proveniente de la cantera “La Sorpresa”.
- El uso del agua potable a temperatura ambiente.
- A la evaluación de las propiedades físicas del concreto estructural en estado fresco y endurecido.

### **1.6. Formulación De La Hipótesis**

Al adicionar mucilago de nopal entonces se mejora las propiedades físicas del concreto estructural en Nuevo Chimbote.



**CAPÍTULO  
II**

# **MARCO TEÓRICO**



## 2.1. Base Teórica

### 2.1.1. Cemento Portland

Es el producto obtenido pulverizando Clinker Portland y finalmente añadiendo sulfato cálcico. Se permite agregar otros compuestos que no superan el 1% de la cantidad total, de tal manera que la norma vigente funde que su adición no perturbará el desempeño del cemento obtenido. Todas las sustancias añadidas deben molerse junto con el Clinker. (Norma E 060, Reglamento Nacional de Edificaciones).

El proceso de producción elementalmente incluye triturar las materias primas en polvos muy finos, combinarlos perfectamente en una proporción predeterminada y luego quemarlos en una estufa que rota a una temperatura de aproximadamente 1400°C a 1500 ° C, incrustando y fundiendo por partes este material hasta que se convierta en escoria también conocido como Clinker. Después de enfriar la escoria, se muele hasta obtener partículas muy finas y se le adiciona un porcentaje de yeso. Por lo tanto, se obtuvo cemento Portland comercial utilizado en todo el mundo. (Neville ,1998).

Mundialmente se logran diferenciar 4 etapas en la producción del cemento: (UPRM, 2009):

- Extracción y molido de los componentes.
- Combinado y disminución de los componentes hasta formar partículas muy finas.
- Ebullición de las partículas muy finas y transformación en escoria o Clinker.
- Molienda del Clinker con yeso y aditivos

### 2.1.1.1. Clasificación

La Norma Técnica del Perú instituye los requerimientos que deben efectuar los tipos de cemento Pórtland (Norma Técnica Peruana NTP 334.009)

- Cemento Tipo I : Se utiliza para fines generales que no requieren atributos especiales especificados para ningún otro tipo.
- Cemento Tipo II : Adecuado para ser usado de manera general en la construcción, especialmente se usa cuando se requiere una resistencia moderada al ataque de los sulfatos.
- Cemento Tipo II (MH) : Adecuado para usarse de manera general en el campo de la construcción, especialmente se usa cuando se requiere un moderado calor de hidratación y resistencia al ataque de los sulfatos.
- Cemento Tipo III : Este tipo de cemento es usado como se quiere en la construcción, altas resistencias iniciales en el concreto.
- Cemento Tipo IV : Es usado cuando se requiere en obra un bajo calor de hidratación.
- Cemento Tipo V : Este tipo de cemento es usado cuando la obra está expuesta a un alto contenido de sulfatos.

### 2.1.1.2. Normas del cemento

ITINTEC 334.001: Definiciones y nomenclatura.

ITINTEC 334.002: Método para determinar la finura.

ITINTEC 334.004: Ensayo de autoclave para la estabilidad de volumen.

ITINTEC 334.006: Método de determinación de la consistencia normal y fraguado.

ITINTEC 334.007: Extracción de muestra.

ITINTEC 334.008: Clasificación y nomenclatura.

ITINTEC 334.016: Análisis química, disposiciones generales.

ITINTEC 334.017: Análisis químico, método usual para determinar el dióxido de silicio, óxido ferrugoso, óxido de calcio, aluminio y magnesio.

ITINTEC 334.018: Análisis químico, anhídrido carbónico.

ITINTEC 334.020: Análisis químico, pérdida por calcinación.

ITINTEC 334.021: Análisis químico, residuo insoluble.

ITINTEC 334.041: Análisis químico, método de determinación de óxidos de sodio y potasio.

ITINTEC 334.042: Método para ensayos de resistencia a flexión y compresión del mortero plástico.

ITINTEC 334.046: Método de ensayo para determinar la finura por tamizado húmedo con tamiz N°325.

ITINTEC 334.047: Método de determinación del calor de hidratación.

ITINTEC 334.048: Método de determinación del contenido de aire del mortero plástico.

NTP 334.009 2013. Cementos Portland. Requisitos (ASTM C150)

NTP 334.090 2013. Cementos Portland Adicionados. Requisitos (ASTM C5959)

NTP 334.082 2011. Cementos Portland. Especificación de la Performance. (ASTM C1157).

NTP 334.050 2004. Cemento Portland Blanco. Requisitos. (ASTM C150)

NTP 334.069 2007. Cemento de Albañilería. Requisitos. (ASTM C09)

### **2.1.2. Agregados**

Los agregados se forman al juntar un sin número de partículas provenientes de compuestos de materiales geológicos (piedra, arena, grava) ya sean de origen natural o artificial. Los tamaños varían a partir partículas poco visibles hasta piezas de piedra, esta materia prima incumbirá cumplir con las exigencias determinadas en las normas técnicas del Perú. (Pasquel, 1998)

Los agregados invaden aproximadamente las  $\frac{3}{4}$  partes del cuerpo total del concreto y al combinarse con la pasta del concreto (Cemento y Agua) se llega a formar una estructura sólida. (Pasquel, 1998)

La repartición de las partículas de los agregados según su volumen posee una influencia muy grande en la estructura del concreto, ya que mediante estos se logrará que el concreto sea pesado o ligero, asimismo obtenga un asentamiento conveniente. (Pasquel, 1998)

Está sabiamente confirmado que las partículas que conforman el agregado deben ensamblarse entre sí, de tal manera que las partículas más pequeñas se ubiquen dentro de los espacios que hay entre las partículas más grandes, estas partículas serán unidas por la pasta que se forma al mezclar cemento más agua. (Pasquel, 1998)

#### **2.1.2.1. Agregado fino:**

- El agregado fino está conformado por arena de procedencia natural o manufacturada o posiblemente una mezcla de las arenas mencionadas. Las partículas que la conforman deben estar limpia, de forma angulosa, compactos y resistentes. Estas partículas deben estar libre de sustancias de procedencia orgánica, perjudiciales o algún tipo de partícula extraña. (Pasquel, 1998)
- Este agregado puede proceder de la descomposición natural o artificial de la roca madre, que pase por el tamiz 9,5mm (3/8"). (NTE E.060 – Concreto Armado)
- En la construcción se recomienda que la distribución granulométrica del agregado fino se encuentre dentro los límites mencionados en la tabla siguiente:

**Tabla 1**
*Limites Granulométricos*

Malla	% que pasa
3/8"	100
N° 4	95 - 100
N° 8	80 – 100
N° 16	50 – 85
N° 30	25 – 60
N° 50	10 – 30
N° 100	2 - 10

**Fuente:** *Limites granulométricos del agregado fino. Cairo y Huaman;2022, pag11.*

**Figura 1.** *Arena gruesa.*


**Fuente:** *Elaboración propia (2022).*

#### 2.1.2.2. Agregado grueso:

Este agregado es conformado por grava de procedencia natural o triturada. Las partículas que conforman este agregado deben estar limpias, libre de impurezas y deben presentar un perfil de preferencia angulosa o semiangulosa, de consistencia compacta y libre de cualquiera sustancia dañina y extraña.

- El reglamento Nacional de Edificaciones recomienda que el tamaño máximo nominal del agregado grueso no debe exceder a lo especificado a
- continuación:
  - 20 % de la menor distancia de la cara del encofrado.
  - 33.3% del espesor de la losa.
  - 75% del espacio mínimo sin obstáculos entre las barras del acero.
- Estas consideraciones logran ser omitidas si las propiedades de trabajabilidad se mantienen y la mezcla de concreto puede ser colocada sin producir espacios vacíos dentro de la mezcla o cangrejeras. (NTE E.060 – Concreto Armado).

**Figura 2.** Piedra zarandeada de  $\frac{3}{4}$ ".



**Fuente:** *Elaboración propia (2022).*

### 2.1.2.3. Funciones

Dentro de la mezcla de concreto el agregado grueso cumple presenta las siguientes responsabilidades:

- Establecer un margo de consistencia rígida que se consigue al combinarse con el agua y el cemento.
- Proporcionar la calidad de partícula ideal para resistir la acción mecánica de la abrasión, que actuará sobre el concreto.
- Reducir el volumen de los procesos de solidificación y endurecimiento, endurecimiento y secado.

### 2.1.2.4. Propiedades

Las primordiales propiedades que poseen los agregados son:

- Forma y redondez de la partícula: Va a depender de la procedencia, puede ser del rio, de roca, así como las condiciones de sedimentación y transporte
- Impurezas: Las que se pueden llegar a combinar con los agregados son las orgánicas, sales solubles y arcillas, limos, carbono y partículas suaves.
- Propiedades físicas y mecánicas: como el peso volumétrico, solidez, resistencia a la abrasión y las características térmicas, estas propiedades influyen en la resistencia a la compresión del concreto y en la rigidez también en la durabilidad y la resistencia al intemperismo.
- Propiedades superficiales: refiriéndose a la contextura de la partícula, esto quiere decir la imagen de rugosidad o irregularidades de los agregados.
- Granulometría: determinación de la cantidad en porcentaje del tamaño de las partículas que conforman el agregado pétreo. Se refiere al tamaño máximo y mínimo de agregados.



### 2.1.2.5. Norma

- Análisis granulométrico de los agregados. (ASTM C 136 – 96a- N.T.P. 400.012)

Esta Norma Técnica del Perú funda la metodología para determinar la distribución por tamaño de partículas de los agregados.

En esta norma se instituye los ensayos y instrucciones para el cual se necesitará una muestra de agregado sin humedad y mediante tamices ordenados de manera progresiva desde una abertura mayor a una menor se determinará la distribución de tamaños de partículas que conforman el agregado.

- Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso unitario”) y los vacíos en los agregados (ASTM C 29/C29M-07- N.T.P. 400.017)

Esta Norma Técnica del Perú establece los ensayos y procedimientos para determinar la densidad de masa del agregado en estado suelto o compactado y deduce el porcentaje de vacío que conforman el agregado.

- Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75  $\mu\text{m}$  (N° 200) por lavado en agregados. (ASTM C 117- N.T.P. 400.018.)

Esta Norma Técnica del Perú funda la metodología y procedimientos para calcular por camino mojado el porcentaje de sustancia fina que pasa el tamiz normalizado (N° 200), en el agregado a utilizar para la creación del concreto y morteros. Para esta prueba, se utiliza el procedimiento de lavado con agua, procedimiento especificado en la norma correspondiente, que establece que se debe agregar suficiente agua para cubrir la muestra. No se agrega detergente, dispersante o cualquier otra sustancia al agua.

- Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso (ASTM C 127-88- N.T.P. 400.021)

Esta norma técnica de Perú establece los pasos para determinar el peso específico seco, el peso específico de saturación superficial seca, el peso específico aparente y la absorción de agua (después de 24 horas) del agregado grueso. Para los agregados livianos no se aplica este método.

- Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino. (ASTM C 128- N.T.P. 400.022)

Esta norma técnica del Perú instituye los pasos para determinar el peso específico seco, el peso específico de saturación superficial seca, el peso específico aparente y la absorción de agua (después de 24 horas) del agregado fino.

- Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. (ASTM C 566 – 13- N.T.P. 339.185)

Esta norma técnica del Perú establece un procedimiento para establecer el porcentaje total de agua vaporizable en muestras de agregados finos o gruesos por secado. La muestra debe pasar por la fuente de calor seleccionada en el recipiente y secarse completamente en una estufa con temperatura controlada. Cuando la muestra esté completamente seca, la masa debe determinarse después de que la muestra se haya secado y enfriado hasta el punto de que no dañe la balanza, con una precisión del 0,1%.

### 2.1.3. Agua

Este componente del concreto se utiliza para la preparación y curado del concreto estructural y debe ser potable de preferencia.

Se da la posibilidad de usar agua no potable sólo si cumple con las siguientes situaciones:

- (a) Limpios y sin cantidades nocivas de aceite, ácido, álcali, sal, materia orgánica y otros componentes que puedan afectar la calidad del concreto, barras de acero o componentes incrustados.
- (b) La elección de la proporción de mezcla para elaborar concreto estructural se basa en pruebas realizadas con agua de fuentes seleccionadas.
- (c) La resistencia a la compresión del concreto a la edad 7 y 28 días de los testigos de concreto y morteros hechos de agua no potable deben tener una resistencia mínima del 90% de las muestras elaboradas con agua potable. La comparación de la prueba de resistencia debe realizarse en el mismo mortero o concreto, excepto agua mezclada, preparado y probado según NTP 334.051. (NTE E.060-Hormigón armado).

#### 2.1.3.1. Requerimientos de calidad

La NTP 334.088 mediante la siguiente la norma indica los límites permitidos para usar el agua en procesos de elaboración de mezcla y curado del concreto, y considera como agua apropiada si se encuentra dentro de estos límites

La calidad del agua fijada para ser utilizada en la elaboración de concreto estructural por el análisis de laboratorio debe cumplir con los siguientes valores; las excepciones deben ser inspeccionadas y aprobadas. (Rivva, 2012)

La elección de la proporción final de concreto se fundamenta en las derivaciones de una prueba de resistencia a la compresión en la que se ha manipulado agua de la fuente seleccionada para preparar el concreto.

## Tabla 2

*Norma Técnicas peruanas para el agua del concreto*

Norma	Ensayo
NTP 339.070	Toma de muestras de agua para la preparación y curado de morteros y concretos de cemento Portland.
NTP 339.071	Ensayo para determinar el residuo sólido y el contenido de materia orgánica de las aguas.
NTP 339.072	Método de ensayo para determinar por oxidabilidad el contenido de materia orgánica de las aguas.
NTP 339.073	Método de ensayo para determinar el pH de las aguas.
NTP 339.074	Método de ensayo para determinar el contenido de sulfatos de las aguas.
NTP 339.075	Método de ensayo para determinar el contenido de hierro de las aguas.
NTP 339.076	Método de ensayo para determinar el contenido de cloruros de las aguas.

**Fuente:** *Diseño de mezcla. Cachay;1993, pag11.*

## **2.1.4. Ensayos de laboratorio**

### **2.1.4.1. Obtención en laboratorio de muestras representativas (cuarteo)**

Mediante este método se reduce los tamaños obtenidos en el sitio al tamaño de muestra requerido para la prueba y se utiliza el método de cuarteo para minimizar la diferencia en la medición característica entre la muestra de prueba y la muestra en el sitio.

#### **Principio del método**

Comprimir las muestras de suelo a un número menor para asegurarse de que sean representativas y lo más uniformes posible.

Este cuarteo debe llevarse a cabo en el sitio y en el laboratorio

Cuando la cantidad de muestra supere la cantidad requerida por el laboratorio (2 kg), se dividirá en cuatro partes iguales. Esto implica mezclar la muestra compuesta y luego dividirla en una cruz, eliminando dos partes opuestas.

#### **Muestra**

Muestra extraída de la cantera “La Sorpresa”

#### **Equipos y materiales**

- Balanza de campo
- Cucharon de campo
- Badilejo
- Saco

## **Procedimiento**

- Vaciar sobre una superficie limpia y plana la muestra, formando un cono.
- Para impedir la segregación, nivelar la muestra y mezclar nuevamente hasta formar un cono.
- Aplanar el cono lo más uniforme posible.
- Fraccionar en cuatro cuadrantes semejantes.
- Apartar las dos partes contrapuestas para los ensayos a realizar.

### **2.1.4.2. Contenido de Humedad**

La humedad del suelo es la correlación entre el peso del agua y el peso de las partículas sólidas en una determinada masa de suelo, expresada como porcentaje. (ASTM D-2216, J. E. Bowles).

#### **Principio del método**

El contenido del agua que presenta un suelo se calcula al ingresar el suelo a una estufa de temperatura controlada a  $110 \pm 5$  ° C.

El peso de las partículas sólidas es el peso obtenido después del proceso de secado del suelo.

El peso del agua es el resultado a la resta los pesos obtenidos.

#### **Muestra**

Muestra extraída de la cantera “La Sorpresa”

#### **Equipos y materiales**

- Horno de secado
- Balanza

-Taras

### **Procedimiento**

- Anotar el peso de la tara a usar antes de iniciar el proceso de secado.
- Ubicar la muestra húmeda seleccionada en la tara para iniciar con el proceso de secado.
- Situar la muestra húmeda adentro del horno a temperatura  $110 \pm 5$  °C, por un día.
- Pesar la muestra resultante después del proceso de secado con todo y tara.
- Calcular el peso del agua.
- Establecer el peso de la muestra seca.
- Calcular el contenido de humedad.

#### **2.1.4.3. Análisis Granulométrico**

Las muestras de agregado en estado seco de masa calculada se separan a través de una lista de tamices que ingresan gradualmente desde las aberturas más pequeñas hasta las aberturas más grandes para establecer la distribución del tamaño de las partículas que conforman el agregado.

Los tamices deberán cumplir con lo especificado en la NTP 350.001.

### **Muestra**

Muestra extraída de la cantera “La Sorpresa”

### **Equipos y materiales**

- Balanza
- Tamices para agregado grueso (1 ½", 1", ¾", ½", 3/8", #4 y cazuela)
- Tamices para agregado fino (#4, #8, #16, #39, #50, #100, #200 y cazuela)
- Horno

### **Procedimiento**

- Ventilar el material a temperatura de ambiente.
- Se eligieron tamaños apropiados de tamices para proveer la investigación requerida según las características del material que se usara en el ensayo.
- Se ensambló los tamices de forma descendiente desde la tapa hasta el fondo.
- Se meneó los tamices de forma manual por un determinado tiempo.
- Se sostuvo sólidamente el tamiz individual con su tapa y fondo bien preciso en posición sutilmente inclinada en una mano.
- Se realizó el tamizado con una velocidad cerca de 150 veces por minuto.

#### **2.1.4.4. Peso específico y absorción del agregado**

Esta característica de los agregados, es expresado también como densidad, tiene gran categoría en la industria de la construcción cuando se solicita que el concreto presente un peso como límite.

También, el peso específico es un indicador de calidad que presenta los agregados a usar para elaborar concreto, cuando los valores son altos corresponden a agregados con buenas propiedades, mientras que la gravedad específica baja generalmente corresponde a la agregados débiles y absorbentes, en este caso, se recomienda realizar pruebas adicionales. (Rivva. E, 2000, p.153)



## **Muestra**

Muestra extraída de la cantera “La Sorpresa”

## **Equipos y materiales – Agregado fino**

- Balanza con capacidad de 1000 g y sensibilidad de 0.1 g.
- Picnómetro
- Molde cónico
- Varilla metálica recta.
- Bandejas
- Secadora

## **Procedimiento - Agregado fino**

- Se selecciono el material por método del cuarteo, el material a utilizar fue de 1kg.
- Se dejo el material en un horno de temperatura contante y luego se dejó enfriar por un tiempo aproximado de 3 horas.
- Una vez que el material se enfría se procede a pesar.
- Posteriormente, se cubre el material totalmente con agua y se sumergió por un tiempo de 24 horas.
- Posteriormente del proceso de sumersión, se retiró cautelosamente el agua para impedir la pérdida de las partículas finas y se expandió el material sobre una bandeja.
- Se utilizo una secadora para quitar la humedad de la superficie del material hasta el punto que puedan fluir desenvueltamente.
- Cuando se observe que el agregado está a punto de secarse, se coloca el molde cónico de mayor diámetro sobre una superficie plana no absorbente.

- Se ubica en el molde una cantidad suficiente de muestra, se aplasta con una varilla realizando 25 golpes, y luego levantamos con cuidado el molde verticalmente.
- Seguidamente, se encaja 100 g del agregado fino en el picnómetro tarado, y se le aumenta agua hasta aproximadamente 90% del volumen del picnómetro; para excluir el aire atrapado se rueda el picnómetro sobre una superficie plana, e incluso sacudiendo o invirtiéndolo, inmediatamente se precede a igualar con agua y se calcula el peso total (picnómetro, muestra y agua).
- Se saca el material del picnómetro y se inicia el proceso de secado en la estufa a una temperatura aproximada de 100°C-110°C, hasta lograr un peso firme; se inicia el proceso de enfriamiento a temperatura ambiente durante un tiempo de 1-1 ½ horas y se calcula últimamente el peso seco.

#### **Equipos y materiales – Agregado grueso**

- Balanza con una precisión de 0.05%.
- Canasta de alambre
- Depósito de agua

#### **Procedimiento – Agregado grueso**

- Se eligió una cantidad de 1 kg como muestra mediante el método del cuarteo.
- Se lavo el material hasta que se haya anulado el polvo u otras partículas.
- Prontamente se procedió a expandir el material sobre una bandeja para ser colocada en una estufa a una temperatura de 110 C°.

- Se inicia el proceso de secado del material por un tiempo de 2 horas a temperatura de ambiente. Al enfriarse se pesa el material y se inicia el proceso de sumersión en agua por un tiempo de 24 horas.
- Posteriormente del periodo de sumersión, se retira el material del agua y se inicia con el proceso de secado con un paño absorbente, hasta eliminar el agua de la superficie, secando personalmente cada piedra. Luego se procedió a calcular el peso del material en el estado saturado superficialmente seco.
- Se coloco seguidamente el material en su estado saturado superficialmente seco en la canastilla metálica y se calculó el peso inmerso en el agua.
- La cesta y el material deben estar completamente sumergidas en agua al pesar, y se recomienda que el cable a usar en el proceso de suspensión sea de consistencia delgada para que al calcular el peso no se altere el valor a obtener.
- Inmediatamente el material fue secado, se expandió sobre una bandeja el material y se ingresó al horno a una temperatura de 110°C, posteriormente se dejó enfriar el material, y finalmente se procede a calcular el peso seco.

#### **2.1.4.5. Peso volumétrico**

Al realizar este ensayo se obtendrá el peso unitario del agregado en su estado suelto o compactado, asimismo el cálculo de vacíos los agregados (agregado fino y agregado grueso). (Norma Técnica NTP 400.0.17)

#### **Muestra**

Muestra extraída de la cantera “La Sorpresa”

### **Equipos y materiales**

- Balanza o bascula con precisión dentro del 0.1%.
- Pala.
- Badilejo.
- Regla.
- Varilla lisa de acero, con un extremo redondeado con punta semiesférica.
- Agregado grueso.
- Agregado fino.

### **Procedimiento**

Se deja secar el material a una temperatura de ambiente.

### **Peso unitario seco**

- Se llena el depósito a usar con el apoyo de un badilejo, el agregado debe ser descargado desde una altura no superior a 50 cm por encima del borde hasta que se desborde.
- Se iguala la parte superior del agregado con la varilla lisa de acero, de tal manera que las partes salientes se subsanen con las depresiones al realizar el enrasado.
- Finalmente se calcular el peso del material y se toma las medidas del recipiente para obtener el volumen.

### **Peso unitario compactado**

Se llena el depósito en 3 capas de misma proporción con el agregado y cada capa representar 1/3 del volumen del recipiente.

Cada capa es apisonada 25 veces por una carilla lisa de acero.

- Finalmente se iguala la superficie usando la varilla como una regla.
- Finalmente se calcular el peso del material y se toma las medidas del recipiente para obtener el volumen.

#### 2.1.4.6. Diseño de mezcla

La proporción de las mezclas de concreto reside en calcular la combinación más simple y económica de los componentes que la conforman para elaborar concreto con el grado de trabajabilidad requerido, y al endurecer a la velocidad adecuada logre la resistencia y durabilidad para ser usada en cualquier tipo de construcción. (Genaro A. Rivera L. – Concreto Simple).

Se han desarrollado varios procedimientos de diseños de mezclas los cual son muy sencillos y se apoyan en tablas hechas mediante experimentos realizados a los agregados, que aprueban conseguir proporciones de los distintos materiales que completan el m<sup>3</sup> del concreto. (Comité 211 del ACI).

Para esta investigación se utilizará el método de diseño ACI 211, emitida por el comité del 221.1 en el año 1991.

Desarrollo del método

- Se opta la resistencia promedio mediante las ecuaciones establecidas por el ACI:

$$f'_{cr} = f'c + 1.34s \dots\dots (I)$$

**Ecuación 1. Resistencia promedio 1 -ACI.**

$$f'_{cr} = f'c + 2.33s - 35 \dots\dots (II)$$

**Ecuación 2. Resistencia promedio 2-ACI.**

De las ecuaciones I y II se usa el resultado de mayor valor.

Cuando no existe registro de resistencias a la compresión los testigos de concreto de una determinada obra y proyectos pasados se utiliza la tabla a continuación:

**Tabla 3**

*Tabla de selección de la resistencia promedio*

$F_c$	$F'_{cr}$
menos de 210	$f'c + 70$
210 – 350	$f'c + 84$
>350	$f'c + 98$

**Fuente:** *Resistencia promedio del concreto. Cairo y Huaman;2022.*

**Tabla 4**

*Tabla de grado de control de calidad de obra*

Nivel de Control	$f'_{cr}$
Regular o Malo	1.3 a 1.5 $f'c$
Bueno	1.2 $f'c$
Excelente	1.1 $f'c$

**Fuente:** *Control de calidad del concreto en obra. Cairo y Huaman;2022.*

La trabajabilidad de la mezcla del concreto se determina mediante el ensayo de asentamiento utilizando conos de Abrams, en este paso se selecciona el asentamiento teórico por obtener de acuerdo con los requisitos de la obra.

**Tabla 5**
*Slump para varios tipos de construcción*

Tipo de estructuras	Slump	
	Máximo	Mínimo
Zapatas y muros de cimentación reforzados	3"	1"
Cimentaciones simples y calzaduras	3"	1"
Vigas y muros armados	4"	1"
Columnas	4"	2"
Losas y pavimentos	3"	1"
Concreto ciclópeo	2"	1"

**Fuente:** *Slump. Cairo y Huaman;2022.*
**Tabla 6**
*Volumen unitario de agua según el tamaño de los agregados*

Slump	Tamaño máximo de agregado							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	4"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	" "
% Aire atrapado	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	" "
% De aire incorporado en función del grado de exposición								
Normal	4.5	4	3.5	3	2.5	2	1.5	1
Moderado	8	5.5	5	4.5	4.5	4	4.5	3
Extrema	7.5	7	6	6	5.5	5	4.5	4

**Fuente:** *Slump. Cairo y Huaman;2022.*

- **Elección del volumen unitario de agua**

**Tabla 7**

*Contenido de aire atrapado*

TMN del agregado grueso	Aire Atrapado %
3/8"	3.0
1/2"	2.5
3/4"	2.0
1"	1.5
1 1/2"	1.0
2"	0.5
3"	0.3
4"	0.2

**Fuente:** *Contenido de aire atrapado. Cairo y Huaman;2022.*

- **Relación agua/cemento**

El método ACI establece la relación A/C que debe tener una mezcla de concreto de acuerdo a la resistencia a la compresión que se requiere obtener a una edad de 28 días de curado.

**Tabla 8**

*Relación agua/cemento por resistencia*

(kg/cm <sup>2</sup> )	Relación A/C	
	Sin aire atrapado	Con aire atrapado
420	0.41	-
350	0.48	0.40
280	0.57	0.48
210	0.68	0.59
140	0.82	0.74

**Fuente:** *Relación A:C Cairo y Huaman;2022.*



- El valor de la cantidad de cemento a usar se obtiene mediante el volumen de agua.

- Determinación del volumen del agregado

### Tabla 9

*Volumen del agregado grueso por unidad de volumen de concreto*

TMN	Volumen de agregado grueso*			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.75	0.73	0.71	0.69
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.82	0.80	0.78	0.76
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

**Fuente:** *Relación A:C Cairo y Huaman;2022.*

#### 2.1.4.7. Preparación de los testigos de concreto en laboratorio

- Se elaborará concreto considerando un saldo superior a un 10% para después moldear los especímenes de concreto.
- Antes de realizar el proceso de mezclado del concreto se deben tomar moderaciones especiales para enjuagar el trompo y el resto de equipos a manejar.

### Mezclado mecánico

- Se adiciono el agregado grueso, una fracción del agua y la solución de aditivos. Se encendió el trompo y luego se procede a añadir los agregados, el cemento y el resto del agua mientras gire la tolva.
- Inmediatamente de 3 minutos de mezclado, se continua con una pausa de tres minutos y se culmina realizando un mezclado por un tiempo de 2 minutos. Luego se procede a vaciar el concreto mezclado con una pala o cucharon sobre una carretilla.

**Figura 3.** *Elaboración del concreto*



**Fuente:** *Elaboración propia (2022).*

### Obtención de la muestra

- Los testigos de concreto fueron llenándose y compactándose por capas.
- El método de compactación utilizado es el varillado, colocando el dígito especificado de capas y aproximadamente el mismo espesor del molde. Cada capa se golpea con un extremo redondo utilizando el número de orificios y el tamaño de varilla adecuado. La capa inferior se compacta en todo su espesor.

- El varillado se distribuye uniformemente por toda el area del molde, permitiendo que la varilla penetre en la capa inferior para lograr que los testigos de concreto obtengan las características esperadas. Posteriormente del varillado de cada capa, se utiliza un mazo de goma para golpear suavemente la pared del molde para eliminar tanto como sea posible las burbujas de aire.
- Después del proceso de compactación, se completó la zona superior nivelando con una regla metálica. Si es necesario, la zona superior del testigo de concreto recién hecho puede cubrirse con una fina capa de cemento, endurecerse y curarse junto con la muestra de acuerdo con la norma.

**Figura 4.** *Obtención de muestras de concreto*



**Fuente:** *Elaboración propia (2022).*

### Curado

- Los testigos de concreto fueron desencofrados a las 24 horas de su elaboración.
- La muestra extraída del molde debe tener siempre agua libre en su superficie, esto se consigue sumergiéndolo en agua saturada de cal.

**Figura 5.** *Curado de muestras de concreto.*



**Fuente:** *Elaboración propia (2022).*

#### 2.1.4.8. Asentamiento (SLUMP)

Este ensayo de consistencia, también conocido como ensayo de asentamiento o Slump, representa la resistencia del concreto a la deformación a través del cono de Abraham, un ensayo sencillo que se realiza en un laboratorio o insitu en la misma obra. Esta prueba brinda la uniformidad que posee una mezcla de concreto y es una herramienta útil para controlar la calidad de la mezcla del concreto en el estado fresco. (*Coldie Ivonee Huarcaya Garzón, Lima 2020*).

### **Procedimiento**

- Se remojo el molde o placa inferior y se trabajó sobre un área dura no le reste humedad a la mezcla.
- Se sostuvo sólidamente el molde sobre la base instalando utilizando los pies.
- Se lleno el cono de Abraham en 3 capas de igual proporción (1/3 del volumen aproximadamente).
- Se compacto cada volumen con una varilla lisa penetrando 25 veces, las penetraciones fueron distribuidas en la toda el área.
- Para la última capa se consideró tener concreto sobrante para que al momento de compactar se uniformice.
- Se nivelo el concreto rodeando la varilla de acero lisa sobre la parte superior del cono de Abraham.
- Se levanto el molde de manera rápida por un tiempo aproximado de 3 segundos.

### **Equipos**

- Un molde con forma de un tronco de cono. La parte superior tiene forma circular y mide 10 cm, la parte inferior mide 20 cm y la altura tiene 30 cm.
- Un cucharón.
- Recipiente metálico de 30 x 30 cm.
- Una barra de acero liso de 5/8" y 60 cm. de longitud.
- Una wincha.

**Figura 6.** *Asentamiento del concreto.*



**Fuente:** *Elaboración propia (2022).*

#### **2.1.4.9. Resistencia a la compresión del concreto**

- Las probetas de concreto para realizar este ensayo poseen las siguientes dimensiones 6 x 12 pulgadas o 4 x 8 pulgadas. Los testigos de concreto más chicos suelen ser más fáciles de preparar y procesar en el campo y en el laboratorio.
- Cuando hay un desacuerdo, registrar la calidad de la muestra antes de asentir es información valiosa.
- Se midió el diámetro de los testigos de concreto y se promedió para hallar la sección transversal.
- Se centraron los testigos de concreto en la máquina de ensayos de compresión hasta culminar con la ruptura.
- Para calcular la resistencia del concreto de los testigos se divide la carga máxima entre el área promedio definida.

#### 2.1.4.10. Opuntia

Son vegetaciones arbustivas, rastreras o erectas que pueden llegar a tener una altura de 3 a 5 metros. Este sistema tiene ramas muy densas, el diámetro de su tronco es de entre 20 y 50 cm aproximadamente. Sus ramas consisten en ramas de 30 a 60 cm de largo, 20 a 40 cm de ancho y 2 a 3 cm de espesor aproximadamente. Los brotes frescos reciben el nombre de nopalito. (Villegas y Gante, 1997).

Sus pencas son de color verde oscuro, que es donde se realiza la fotosíntesis porque reemplazan hojas con esta función. Están protegidos por una cutícula gruesa, a veces cubierta de cera, pelo o espinas para reducir la pérdida de agua.

Estas plantas suelen tolerar largos periodos de sequía debido a que almacena gran volumen de agua en sus tejidos. (Nobel et al., 1992).

Su fruto se llama tuna, es una baya pseudo-elíptica que mide de 5 a 10 cm de largo y de 4 a 8 cm de diámetro, el color puede ser amarillo, naranja, rojo o violeta. La pulpa de la fruta tiene muchas semillas y es muy dulce. Puede vivir hasta 80 años en tierra con pH neutro. Las plantaciones comerciales de desarrollo intensivo pueden durar 3 años (Granados y Castañeda, 2000).

**Figura 7.** Cultivo de nopal, centro poblado Paramonga



**Fuente:** *Elaboración propia (2022).*

Según la tabla, se puede observar la composición química del cactus en su estado fresco. Desde una perspectiva industrial, las ramas son interesantes porque cuando las ramas son tiernas (10-15 cm) se utilizan para producir carmín, y cuando tienen un tiempo estimado de 2-3 años, se utilizan para producir glútenes y otros productos.

**Tabla 10**

*Composición química de nopal*

Parámetro	Contenido
Energía (kcal)	27
Proteínas (g)	1.70
Grasas (g)	0.30
Carbohidratos (g)	5.60
Calcio (mg)	93.00
Hierro (mg)	1.60
Tiamina (mg)	0.03
Riboflavina (mg)	0.06
Niacina (mg)	0.03
Ascórbico (mg)	8.00

**Fuente:** *Composición química del nopal. Rosa, 2001.*



### 2.1.4.11. Mucilago de Nopal

Este agregado se encuentra tanto en las ramas, la piel y pulpa del fruto, aunque en proporciones muy diferentes. El estudio de Sáenz y Sepúlveda (1993) mostró que el mucilago de nopal se encuentra en los siguientes porcentajes: 0,5% para la cáscara y 1,2% para las ramas

**Tabla 11**

*Composición química del mucilago de Nopal*

Solvente	Humedad	Proteína	Cenizas	Nitrógeno	Ca	K
Etanol	4.9 ± 0.6	7.9 ± 1.5	36.2 ± 2.3	1.3 ± 2.3	10.9 ± 0.7	1.6 ± 0.2
Isopropanol	5.5 ± 1.1	6.1 ± 0.7	39.1 ± 2.4	1.0 ± 0.1	12.7 ± 1.6	2.0 ± 0.3

**Fuente:** *Composición química del mucilago de nopal. Rosa, 2001.*

### 2.1.4.12. Extracción del mucilago de nopal

Se selecciona las pencas más gruesas de nopal y se cosechan.

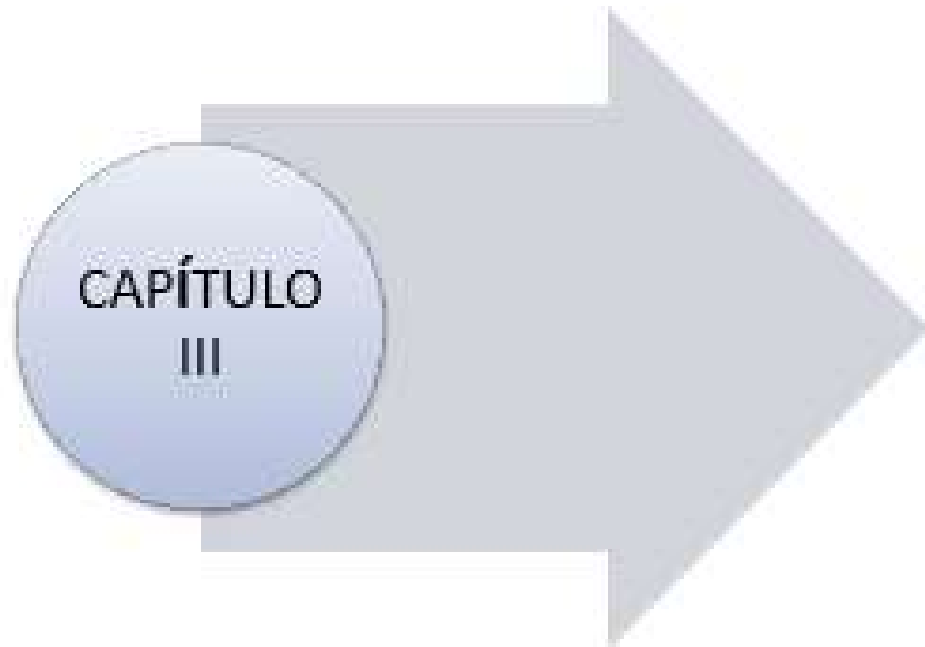
Luego de seleccionar las pencas de nopal, se quita todas las espinas con una escobilla hasta que se encuentren totalmente limpias.

Luego de que las pencas están limpias y secas, se cortan en cuadrados grandes, para luego ser sumergidas en agua. La cantidad de agua que se usa es en relación al peso de las pencas.

Las mejores condiciones que obtienen las pencas al ser sumergidas, se encuentran entre los 7 y 14 días a temperaturas de 20°C – 25°C (Abrajan Villaseñor, 2008); otra opinion fue que el tiempo de remojo optimo se encuentra entre los 14 y 25 días (Vargas en Quintana Choqueluque & Vera Salizar, 2017).

Para este proyecto de tesis el tiempo de remojo que dio mejores resultados fue a los 18 días a temperatura ambiente, ya que para tiempos mayores el efecto del aditivo es negativo.

Luego de la obtención del mucilago de nopal, se filtran, para separar la cascara de la goma.



# **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **3.1. Tipo de investigación**

La Investigación es EXPERIMENTAL, porque procederemos con la recolección de los datos, manipulando las variables mediante una serie de ensayos incrementando el porcentaje de mucilago de nopal según sea necesario, este procedimiento tendrá lugar en los laboratorios de suelo y de concreto de la Universidad Nacional de la Santa, con ayuda de equipos y maquinarias y es una Investigación APLICADA, porque haremos uso de conocimientos teóricos adquiridos en normativas y otros antecedentes, lo que permitirá interpretar los datos para ver si se obtuvo una mejora en las propiedades físicas del concreto estructural con el aditivo natural.

### **3.2. Unidad de análisis**

- Testigos de concreto.

### **3.3. Población**

- Testigos de concreto.

### **3.4. Muestra**

Para este trabajo de investigación se utilizó probetas cilíndricas (10 cm de diámetro y 30 cm de altura) y la cantidad que se elaboró esta detallado en la siguiente tabla:

**Tabla 12**
*Cantidad de probetas por elaborar.*

Resistencia	Edad-días		
F'c =210 kg/cm2	7	14	28
Muestra patrón	5	5	5
1 % Mucilago de nopal	5	5	5
3 % Mucilago de nopal	5	5	5
5 % Mucilago de nopal	5	5	5
7 % Mucilago de nopal	5	5	5
Optimo Mucilago de nopal			30
Total	25	25	55
Cantidad de probetas			105

**Fuente:** *Elaboración propia (2022)*

### 3.5. Instrumentos

Para comenzar con la realización de esta investigación se recolecto el nopal de:

CENTRO POBLADO : Pativilca

DISTRITO : Pativilca

PROVINCIA : Barranca

REGIÓN : Lima

**Figura 8.** Zona de extracción del nopal.



**Fuente:** *Elaboración Propia. (2022)*

Los agregados que se usaron en la investigación fueron extraídos de la cantera “Sorpresa”.

**Figura 9.** Ubicación de la cantera “La Sorpresa”



**Fuente:** *Elaboración Propia (2022).*

Esta investigación por ser experimental se realizaron ensayos en el laboratorio de Mecánica de Suelos y Tecnología de concreto de la Universidad Nacional del Santa.

Nacional del Santa, rigiéndose a las especificaciones y recomendaciones establecidas por la normativa vigente.

Los ensayos que se manejan fueron:

- Ensayos en laboratorio
  - Análisis granulométrico
  - Contenido de humedad
  - Peso específico de los agregado fino y grueso.
  - Porcentaje de Absorción del agregado grueso
  - Porcentaje de Absorción del agregado fino
  - Pesos volumétricos
- Evaluación de la viscosidad del mucilago de nopal
  - Ensayo para determinar la resistencia a la compresión
  - Ensayo para determinar el Slump

Toda la información fue procesada en gabinete, usando el programa Microsoft Excel.

### 3.6. Procedimientos

#### 3.6.1. Extracción de pencas de nopal

##### 3.6.1.1. Equipos y materiales:

- Machete
- Guantes
- Sacos y bolsas
- Pencas de Nopal

##### 3.6.1.2. Procedimiento:

- Para la recolección de pencas de tuna, se fue rectamente a la zona de plantación en el centro poblado de Pativilca, distrito de Pativilca, provincia de Barranca, perteneciente al departamento de Lima.
- La extracción fue con mucho cuidado, para la selección de muestras de tuna se eligieron aquellas que simulaban estar más corpulentas ya que producirían mayor mucilago de nopal.

**Figura 10.** *Cultivo del nopal.*



**Fuente:** *Elaboración Propia (2022).*



**Figura 11.** *Recolección de las pencas de nopal*



**Fuente:** *Elaboración Propia (2022).*

### **3.6.2. Extracción del Mucilago de Nopal**

#### **3.6.2.1. Procedimiento:**

- Después de la cosecha la penca del nopal, se continuo limpiar la superficie de las pencas, con ayuda de guantes y una escobilla, luego se lavó hasta que quedo obtener la penca de nopal totalmente limpio.
- Posteriormente de la limpieza de la penca del nopal, se procedió a cortar en cuadritos la penca, para poder ponerla a reposar sumándole agua la misma cantidad que su peso.
- Para finalizar, se dejó macerar por un tiempo de 15 días a temperatura ambiente, la mezcla del agua y la penca, dan lugar al mucilago de nopal, en este periodo de tiempo alcanzo su optima viscosidad.
- Después del periodo de macerado, se procedió a separar la cascara del nopal con el mucilago de nopal, mediante el filtrado con ayuda de una malla.

**Figura 12.** *Limpieza de pecas del nopal*



**Fuente:** *Elaboración Propia (2022).*

**Figura 13.** *Lavado de pecas del nopal*



**Fuente:** *Elaboración Propia (2022).*

**Figura 14.** Almacenamiento de pecas del nopal



Fuente: *Elaboración Propia (2022).*

**Figura 15.** Macerado de pecas del nopal



Fuente: *Elaboración Propia (2022).*

### 3.6.3. Ensayo de Viscosidad del Mucilago de Nopal

#### 3.6.3.1. Procedimientos:

- En un recipiente tubular dejar caer una bola des un punto A hacia un punto B, y medir el tiempo que tarde en recorrer esa distancia, para poder calcular la velocidad y seguidamente la viscosidad del fluido.

### 3.6.4. Ensayo de granulometría del agregado fino.

#### 3.6.4.1. Procedimientos:

- Luego de realizar el cuarteo se procedió a seleccionar una parte de la muestra.
- La muestra seleccionada fue pesada obteniendo unos 1000 gramos.
- Ventilar el material a temperatura de ambiente.
- Se eligieron tamaños apropiados de tamices para proveer la investigación requerida por las características del material a ensayar.
- Se ensablo los tamices de forma decreciente para luego realizar el tamizado de forma manual por un determinado tiempo.
- Se sostuvo sólidamente el tamiz individual con su tapa, el proceso de tamizado se realizó con una velocidad cerca de 150 veces por minuto.
- El módulo de finura se calculó mediante la siguiente formula:

$$MF = (\Sigma \%PRA \text{ hasta la malla } N^{\circ} 100) / 100$$

Ecuación 3. Módulo de finura

Donde:

MF: Modulo de finura

PRA: Peso retenido acumulado

**Tabla 13**
*Formato de la granulometría \_ agregado fino*

Tamiz (N°)	Abertura (mm)	Peso Malla (gr)	Peso Malla + Muestra (gr)	Peso Retenido (gr)	% Peso Retenido	% Peso Retenido Acumulado	% Pasa Límite Inferior	Muestra	Limite Superior
N° 4	4.75								
N° 8	2.36								
N° 16	1.18								
N° 30	0.59								
N° 50	0.295								
N° 100	0.1475								
N° 200	0.0735								
Cazoleta	0								

MF =

**Fuente:** *Elaboración propia (2022)*

### **3.6.5. Ensayo de granulometría del agregado grueso.**

#### **3.6.5.1. Procedimientos:**

- Se secó el material en un horno eléctrico  $100 \pm 5$  °C durante 24 horas, consecutivamente se llegó a pesar 3 muestras de 500 gramos de agregado grueso.
- Se pesó cada tamiz. (1 1/2 “, 1”, 3/4”, 1/2”, 3/8”, N°4 y cazoleta).
- Se ordeno cada tamiz desde el diámetro mayor a menor (desde la 1” hasta la cazoleta) para luego realizar el procedimiento del tamizado por 5 minutos
- Últimamente, se pesa cada tamiz con el material retenido, para realizar los cálculos correspondientes y determinar el el TMN y TM del agregado grueso.
- El TMN es la abertura del tamiz donde se produzca el primer retenido y el TM es la abertura del tamiz anterior.

**Tabla 14**
*Formato de la granulometría del agregado grueso*

Tamiz (N°)	Abertura (mm)	Peso Malla (gr)	Peso Malla + Muestra (gr)	Peso Retenido (gr)	% Peso Retenido	% Peso Retenido Acumulado	% Pasa Límite Inferior	Muestra	Limite Superior
1 1/2"	38.1								
1"	25.4								
3/4"	19.05								
1/2"	12.7								
3/8"	9.525								
N° 4	4.75								
Cazoleta	---								

TMN =

**Fuente:** *Elaboración propia (2022)*

**Figura 16.** Tamizado mecánico del agregado fino.



Fuente: *Elaboración Propia (2022).*

### 3.6.6. Ensayo de contenido de humedad de los agregados

#### 3.6.6.1. Procedimientos:

- Se anoto el peso de 6 taras.
- Ubicar la muestra húmeda seleccionada en la tara y anotar su peso.
- Situar la muestra húmeda adentro del horno a temperatura constante  $110 \pm 5$  °C, por tiempo de 24 h.
- Pesar la muestra seca obtenida con todo y tara.
- Calcular el peso del agua.
- Establecer el peso de la muestra seca.



- Calcular el contenido de humedad mediante la siguiente formula:

$$W = \frac{W_1 - W_2}{W_2 - W_t} \times 100 = \frac{W_w}{W_s} \times 100$$

**Ecuación 4. Contenido de humedad**

Donde:

$W$  = Contenido de humedad, (%)

$W_w$  = Peso del agua

$W_s$  = Peso seco del suelo

$W_1$  = Peso de tara más el suelo húmedo (gr)

$W_2$  = Peso de tara más el suelo seco en horno (gr)

$W_t$  = Peso de tara (gr)

**Tabla 15**

*Formato de la humedad de los agregados*

DESCRIPCIÓN	Agregado Fino			Agregado Grueso		
	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
	1	2	3	1	2	3
Peso de la tara (gr)						
Peso tara + muestra húmeda (gr)						
Peso tara + muestra seca (gr)						
Peso del agua (gr)						
Peso muestra seca (gr)						
Contenido de humedad (%)						
Contenido de Humedad						
Promedio (%)						

**Fuente:** *Elaboración propia (2022)*

**Figura 17.** *Ensayo de contenido de humedad.*



Fuente: *Elaboración Propia (2022).*

### **3.6.7. Ensayo para determinar el peso unitario suelto de los agregados.**

#### **3.6.7.1. Procedimiento:**

- Sacar 5 kg de árido fino y meter en horno a  $110 \pm 5^\circ \text{C}$  durante 24 horas.
- A continuación, determinar el volumen interno del recipiente a usar.
- Se vertió el material hasta llenarlo y luego fue pesado.
- Se dejó caer el agregado fino o grueso desde una altura que no exceda las dos pulgadas desde la parte superior del recipiente, hasta llenar el molde.
- Finalmente, el peso unitario suelto se determina mediante la siguiente ecuación:

$$\text{PUSS} = (G - V) / T$$

**Ecuación 5.** Peso unitario suelto.

Donde:

G: Peso del molde + muestra suelta

T: Peso del molde

V: Volumen del molde

PUSS: Peso unitario suelto

**Tabla 16**

*Formato de peso unitario seco*

Descripción	Agregado Fino			Agregado Grueso		
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Peso del molde (gr)						
Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )						
Peso del molde + muestra suelta (gr)						
Peso de la muestra suelta (gr)						
Peso unitario suelto (Kg/cm <sup>3</sup> )						
Peso unitario suelto promedio (Kg/cm <sup>3</sup> )						

**Fuente:** *Elaboración propia (2022)*

### 3.6.8. Ensayo para determinar el peso unitario compactado de los agregados.

- El procedimiento que se aplicó fue el mismo de peso unitario seco, con la excepción que el material se vertió en 3 capas iguales, se compactó 25 veces con una varilla de metal, luego se pulió la superficie y se sacó para la lectura de su peso.
- El peso unitario compacto viene determinado por la siguiente expresión:

$$\text{PUSC} = (G - T) / V$$

**Ecuación 6. Peso unitario compactado.**

Donde:

G: Peso del molde + muestra compactada

T: Peso del molde

V: Volumen del molde

PUSC: Peso unitario compactado

**Tabla 17**

*Formato del peso unitario compactado*

Descripción	Agregado grueso		
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Peso del molde (gr)			
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )			
Peso del molde + muestra compactada (gr)			
Peso de la muestra compactada (gr)			
Peso unitario compactado (kg/cm <sup>3</sup> )			
Peso unitario compactado promedio (kg/cm <sup>3</sup> )			

**Fuente:** *Elaboración propia (2022)*

### 3.6.9. Ensayo para determinar el peso específico y absorción del agregado grueso

- Se eligió una cantidad de 1 kg como muestra mediante el método del cuarteo.
- Se lavo el material hasta que se haya anulado el polvo u otras partículas.
- Prontamente se procedió a expandir el material sobre una bandeja para ser colocada en una estufa a temperatura constante de 110 C°.
- Se dejo enfriar el material por un tiempo de 2 horas a una temperatura de ambiente. Al enfriarse la muestra se pesa, se inicia con el proceso de sumersión en agua por un tiempo de 24 horas.
- Posteriormente del periodo de inmersión, se retira el material del agua y se secan con un paño absorbente, hasta eliminar el agua de la superficie, secando personalmente cada piedra. Luego se procedió a calcular el peso de la muestra en el estado saturado superficialmente seco.
- Se coloco seguidamente el material en su estado saturado superficialmente seco en la canastilla metálica y se calculó el peso inmerso en el agua.
- La cesta y la muestra deben estar completamente sumergidas en agua al pesar, y el cable de suspensión debe ser lo más delgado posible para que la inmersión no afecte la operación de pesar.
- Inmediatamente el material fue secado, se expandió sobre una bandeja el material y se ingresó al horno a una temperatura de 110°C, posteriormente se dejó enfriar el material, y finalmente se procede a calcular el peso seco.
- Luego con esto calculó el peso seco.
  - Se calculó el peso seco, la gravedad específica (Pesp.) y la absorción (Abs.) mediante las siguientes formulas:

$$\text{PESP} = A / (B - C)$$

**Ecuación 7. Peso Específico del agregado grueso.**

Donde:

A: Peso seco en kg.

B: Peso saturado en kg.

C: Peso sumergido en kg.

$$\text{ABS} = ((B - A) / (A)) \times 100$$

**Ecuación 8. Absorción del agregado grueso.**

Donde:

A: Peso seco en kg.

B: Peso saturado en kg.

C: Peso sumergido en kg.



**Tabla 18**

*Formato del peso específico y absorción del agregado grueso*

Descripción	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Promedio
Peso de la muestra seca (gr)				
Peso de la muestra saturada superficialmente seca (gr)				
Peso de la muestra sumergida (gr)				
Peso Específico de Masa				
Absorción (%)				

**Fuente:** *Elaboración propia (2022)*

### **3.6.10. Ensayo para determinar el peso específico y absorción del agregado fino**

- El material a utilizar fue de 1kg y fue seleccionado mediante el método del cuarteo.
- Se dejó el material en un horno de temperatura constante y luego se dejó enfriar por un tiempo aproximado de 3 horas.
- Posteriormente, se cubre el material totalmente con agua y se sumergió por un tiempo de 24 horas.
- Posteriormente del periodo de inmersión, se retiró cuidadosamente el agua para impedir la pérdida de las partículas finas y se expandió el material sobre un recipiente.
- Se utilizó una secadora para secar la parte superficial del agregado hasta el punto que puedan fluir desenvueltamente.
- Cuando se observe que el agregado está a punto de secarse, se coloca el molde cónico de mayor diámetro sobre un recipiente. Se ubica en el molde una cantidad suficiente de muestra, se aplasta con una varilla realizando 25 golpes, y luego levantamos con cuidado el molde verticalmente.
- Seguidamente, se encaja 100g del agregado fino en el picnómetro tarado, y se le aumenta agua hasta aproximadamente 90% de la capacidad del picnómetro; para excluir el aire atrapado se rueda el picnómetro, e incluso sacudiendo o invirtiéndolo, inmediatamente se precede a igualar con agua y se calcula el peso total (picnómetro, muestra y agua).

$$\text{PESP} = A / (B - C)$$

**Ecuación 9. Peso Específico del agregado fino.**

Donde:

A: Peso seco en kg.

B: Peso saturado superficialmente seco en kg.

C: Peso sumergido en kg.

$$\text{ABS} = ((B - A) / (A)) \times 100$$

**Ecuación 10. Absorción del agregado fino.**

Donde:

A: Peso seco en gr.

B: Peso saturado superficialmente seco en gr.

C: Peso sumergido en gr.

**Tabla 19**
*Formato del peso específico y absorción de la arena*

Descripción	Muestra	Muestra	Muestra	Promedio
	1	2	3	
Peso de la muestra seca (gr)				
Peso de la muestra saturada superficialmente seca (gr)				
Peso de la fiola + agua (gr)				
Peso de la fiola + muestra saturada superficialmente seca + agua (gr)				
Peso Específico de Masa				
Absorción (%)				

**Fuente:** *Elaboración propia (2022)*

### 3.6.11. Preparación de los testigos de concreto.

- Se elaborado concreto considerando un saldo superior a un 10% para después moldear los especímenes de concreto.
- Para comenzar con el proceso de mezclado del concreto se deben tomar moderaciones especiales como enjuagar el trompo y el resto de equipos a manejar.
- En el proceso de mezclado del concreto, se adiciono el agregado grueso, una fracción del agua y la solución de aditivos. Se encendió el trompo y luego se procede a añadir los agregados, el cemento y el resto del agua mientras gire la tolva.
- Después de 3 minutos de mezclado, se continua con una pausa de tres minutos y se culmina con otro tiempo de mezclado de dos minutos. Luego se procede a vaciar el concreto mezclado con una pala o cucharon sobre una carretilla.

### **Obtención de la muestra**

- Los testigos de concreto fueron llenándose y compactándose por capas.
- El método de compactación utilizado es el varillado, colocando el número especificado de capas y aproximadamente el mismo espesor del molde. Cada capa se golpea con un extremo redondo utilizando el número de orificios y el tamaño de varilla adecuado. La capa inferior se compacta en todo su espesor.
- El varillado se distribuye uniformemente por toda superficie del molde, permitiendo que la varilla penetre en la capa inmediatamente inferior. Posteriormente de cada capa, se debe utilizar un mazo de goma para golpear suavemente la pared del molde para eliminar tanto como sea posible las burbujas de aire.
- Se completó la superficie superior nivelando con una regla metálica. Si es necesario, la superficie del cilindro recién hecho puede cubrirse con una fina capa de cemento, endurecerse y curarse junto con la muestra de acuerdo con la norma.

### **Curado**

- Los testigos de concreto fueron desencofrados a las 24 horas de su elaboración.
- La muestra extraída del molde debe tener siempre agua libre en su superficie, esto se consigue sumergiéndolo en agua saturada de cal.

**Figura 18.** *Elaboración del concreto en el laboratorio de la UNS.*



**Fuente:** *Elaboración propia (2022)*

**Figura 19.** *Curado del concreto en el laboratorio de la UNS.*



**Fuente:** *Elaboración propia (2022)*

### **3.6.12. Ensayo para determinar el Asentamiento**

- Se remojo el molde o placa inferior y se trabajó sobre un plano duro que no le reste humedad al concreto.
- Se apoyo sólidamente el molde sobre la base instalando y estrujando con los dos pies los estribos del molde.
- Se lleno el cono de Abraham en 3 capas de la misma capacidad, la primera capa a una profundidad de 70 mm. la segunda hasta de 160 mm. y la tercera hasta completar el cono.
- Se compacto cada capa con una varilla lisa penetrando 25 veces, las penetraciones fueron distribuidas en la toda el área.
- Se compacto la última capa manteniendo un sobrante de concreto sobre el molde para luego ser nivelado con la varilla lisa.
- Se levanto el molde, el tiempo estimado para realizar la acción fue de 3 segundos.

**Tabla 20**

*Formato para el ensayo del asentamiento*

Porcentaje Mucilago de Nopal				
Asentamiento (cm)	1%	3%	5%	7%
Promedio (pulg)				

**Fuente:** *Elaboración propia (2022)*

**Figura 20.** *Asentamiento del concreto en el laboratorio de la UNS.*



**Fuente:** *Elaboración propia (2022)*



### 3.6.13. Ensayo para determinar la resistencia a la compresión

- Se prepararon 105 especímenes tal como se detalló en la tabla.
- Luego de ser desmoldados, los especímenes fueron sumergidos en agua para efectuar el proceso de curado durante 28 días antes de ser sometidos a la máquina de compresión axial.
- La resistencia a la compresión (R) se calcula dividiendo la carga máxima por el área promedio de la sección.

$$R = C/A$$

**Ecuación 11. Resistencia a la compresión**

Donde:

R: Resistencia a la compresión.

C: Carga en kg.

A: Área del cilindro en cm<sup>2</sup>

**Tabla 21**
*Formato para el ensayo compresión*

N° de testigo	Días de curado y rotura	Diámetro de testigo	Carga sometida	Resistencia	Resistencia alcanzada		
					Promedio de resistencia	Porcentaje de resistencia	Resist. Mínima
	(días)	(cm <sup>2</sup> )	(kg.)	(kg/cm <sup>2</sup> )	(kg/cm <sup>2</sup> )	(%)	(%)
1	7						
2	7						
3	7						
4	14						
5	14						
6	14						
7	28						
8	28						
9	28						

**Fuente:** *Elaboración propia (2022)*

**Figura 21.** Ensayo de resistencia a la compresión del concreto en el laboratorio de la UNS.



**Fuente:** *Elaboración propia (2022)*



**CAPÍTULO  
IV**

# **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### 4.1. Resultados de los ensayos realizados.

##### 4.1.1. Mucilago de nopal

##### 4.1.1.1. Ensayo para determinar las características químicas del mucilago de nopal.

**Tabla 22**

*Composición química del mucilago de nopal*

Composición química	Resultados (%)	Método utilizado
Dióxido de silicio (SiO <sub>2</sub> )	45.80	
Oxido de calcio (CaO)	15.21	
Trióxido de aluminio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	10.06	
Trióxido de hierros (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	5.32	
Oxido de potasio (K <sub>2</sub> O)	11.21	
Oxido de magnesio (MgO)	1.45	Espectrometría de fluorescencia de rayos X
Pentóxido de fosforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	3.76	
Oxido de cobre (CuO)	0.54	
Trióxido de azufre (SO <sub>3</sub> )	<0.01	
Oxido de zinc (ZnO)	0.023	
Oxido de magnesio (MnO)	0.017	
Perdida por quemado	6.59	

**Fuente:** Laboratorio de Servicio a la comunidad e investigación LASACI – UNT.

El mucilago de nopal fue obtenido por el método de maceración y el tiempo de evaluación fue de 30 días.

##### 4.1.1.2. Ensayo para determinar el potencial de hidrogeno (PH) del mucilago de nopal.

**Tabla 23**

*Potencial de hidrogeno del mucilago de nopal*

Muestras	Ensayo PH
Mucilago de nopal	4.35

**Fuente:** Corporación de laboratorios de ensayos clínicos, biológicos e industriales "COLECBI" S.A.c

#### 4.1.1.3. Ensayo de para determinar la óptima viscosidad del mucilago de nopal.

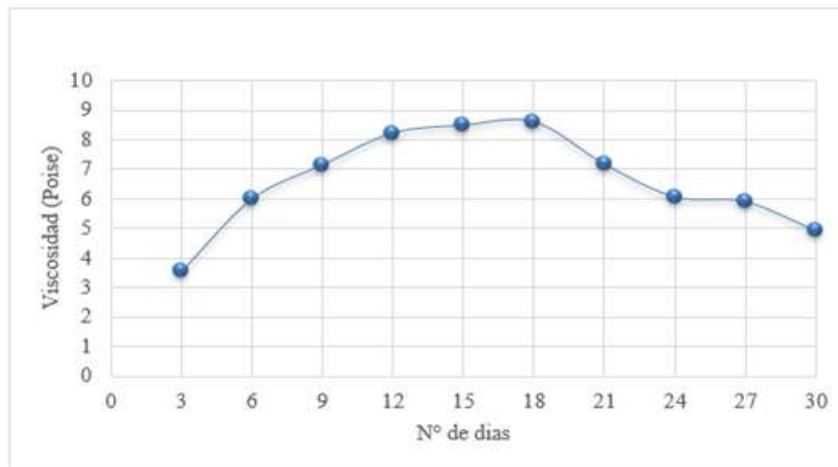
**Tabla 24**

Ensayo de viscosidad del mucilago de nopal						
Datos generales						
Inicio de ensayo	Material	Masa (g)	Radio (cm)	Volumen (cm <sup>3</sup> )	Distancia (cm)	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )
22/09/2020	Canica	7	0.925	3.315	15	2.111

Nº días	Masa de mucilago (g)	Volumen de mucilago (cm <sup>3</sup> )	Tiempo (s)	Gravedad (cm/s <sup>2</sup> )	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Velocidad (cm/s)	Viscosidad (poise)
3	698.45	600	0.3	981	1.16	50.06	3.53
6	728.45	600	0.51	981	1.21	29.54	5.98
9	795.2	600	0.61	981	1.33	24.76	7.14
12	850.5	600	0.7	981	1.42	21.49	8.22
15	990.5	600	0.72	981	1.65	20.86	8.48
18	1030.5	600	0.73	981	1.72	20.57	8.6
21	1060.2	600	0.61	981	1.77	24.68	7.16
24	1060.8	600	0.51	981	1.77	29.22	6.06
27	1055.5	600	0.5	981	1.76	30.01	5.89
30	1058.4	600	0.42	981	1.76	36.1	4.9

Fuente: *Elaboración propia (2022)*

**Figura 22.** Curva de viscosidad



**Fuente:** *Elaboración propia (2022)*

### Interpretación

Para determinar la óptima viscosidad del mucilago de nopal se empleó la Ley de Stokes. Principio usado para evaluar la caída libre de una esfera en un viscosímetro, donde se hallará la viscosidad si se conocen las densidades de la esfera como del fluido y la velocidad de caída de la esfera.

Para este experimento, se utilizó un tubo vertical de vidrio, una esfera de masa y densidad conocida, y el mucilago de nopal en los días de macerado a evaluar. La esfera con que se trabajó fue una canica de masa de 7g y radio de 0.925cm, determinado mediante fórmula su volumen y densidad, obteniendo  $3.315\text{cm}^3$  y  $2.111\text{g/cm}^3$  respectivamente. Para determinar la viscosidad la esfera caerá desde una distancia conocida  $d= 15\text{cm}$ , en el tubo vertical con el fluido (mucilago de nopal) estático y se determinará el tiempo que está pasa entre dos marcas en el tubo y con lo que se halló la velocidad de caída de la esfera. Aplicando la fórmula para obtener la óptima viscosidad tenemos los siguientes resultados:

Evaluado a 3 días de macerado: 3.53 P

Evaluado a 6 días de macerado: 5.98 P

Evaluado a 9 días de macerado: 7.14 P

Evaluado a 12 días de macerado: 8.22 P

Evaluado a 15 días de macerado: 8.48 P

Evaluado a 18 días de macerado: 8.60 P

Evaluado a 21 días de macerado: 7.16 P

Evaluado a 24 días de macerado: 6.06 P

Evaluado a 27 días de macerado: 5.89 P

Evaluado a 30 días de macerado: 4.90 P

Se logro una óptima viscosidad a los 18 días de macerado obteniendo 8.60P.

#### 4.1.2. Ensayo de para determinar el diseño de muestra patrón.

Los ensayos realizados a los agregados finos y agregados gruesos se realizaron en el laboratorio de Concreto de la Universidad Nacional del Santa y para el diseño de mezcla se empleará el Método ACI-211.

##### 4.1.2.1. Ensayos realizados a los agregados finos de la cantera “La Sorpresa”

**Tabla 25**

*Propiedades del agregado fino*

Agregado fino	
Descripción	Resultado
Módulo de fineza	2.76
Peso específico (gr/cm <sup>3</sup> )	2.72
Absorción (%)	1.36
Contenido de humedad (%)	0.50
Peso unitario suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1,593.05

**Fuente:** *Elaboración propia (2022).*



#### 4.1.2.2. Ensayos realizados a los agregados gruesos de la cantera “La Sorpresa”

**Tabla 26**

*Propiedades del agregado grueso*

Agregado grueso	
Descripción	Resultado
Tamaño máximo nominal	¾”
Peso seco varillado (kg/m <sup>3</sup> )	1622.68
Peso específico (gr/cm <sup>3</sup> )	2.64
Absorción (%)	0.25
Contenido de humedad (%)	0.30
Peso unitario suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1,468.08

**Fuente:** *Elaboración propia (2022).*

#### 4.1.2.3. Diseño de mezcla

El detalle de la dosificación en peso del diseño de mezcla de la muestra patrón, se puede visualizar en el **Anexo VI**.

**Tabla 27**

Dosificación en peso de la muestra patrón - Resistencia a la compresión de  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$

Concreto	Cemento	Agua efectiva	Agregado fino húmedo	Agregado grueso húmedo
Resistencia $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$	1.00	24.45	1.85	2.91

**Fuente:** *Elaboración propia (2022).*

#### Interpretación

Según la Tabla 25, indicamos la dosificación para la muestra patrón con una resistencia a la compresión de  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ , la cantidad de materiales a trabajar por bolsa de cemento sería: 24.45lt de agua, 83.36kg de agregado fino (arena gruesa) y 120.93kg de agregado grueso (piedra chancada de ¾”). Para realizar nuestros testigos de concreto, utilizamos la

referencia de medida de un balde de aceite de 20lt, donde a una bolsa de cemento le correspondería, un balde y cuarto de agua, cuatro baldes y cuarto de arena gruesa, y seis baldes de piedra chancada de  $\frac{3}{4}$ ".

#### 4.1.2.4. Dosificación de la adición de mucilago de nopal

**Tabla 28**

Dosificación del mucilago de nopal, para una unidad de testigo de concreto.

Pesos corregidos de los materiales	Cantidad	Unidad	Desperdicio (30%) (kg)	Adición % de mucilago de nopal	Cantidad de mucilago de nopal a usar (gr)
Cemento	366.07	Kg/m <sup>3</sup>	2.520	1%	25.2
Agua efectiva	210.57	Lt/m <sup>3</sup>	1.450	3%	75.6
Agregado fino húmedo	718.04	Kg/m <sup>3</sup>	4.950	5%	126
Agregado grueso húmedo	1041.63	Kg/m <sup>3</sup>	7.180	7%	176.4

**Fuente:** *Elaboración propia (2022).*

#### Interpretación

Según la Tabla 26, indicamos la dosificación del mucilago de nopal por unidad de testigo de concreto, teniendo como molde una probeta la cual posee las siguientes dimensiones: alto 0.30m y diámetro 0.15 m; siendo su volumen total de 0.0053 m<sup>3</sup>.

Calculamos el peso total de los materiales según la dosificación del concreto patrón y considerando en cada uno su desperdicio.

Para las adiciones trabajamos con los porcentajes de acuerdo al peso del cemento considerando el desperdicio y el peso corregido, obteniendo los siguientes datos:

Adicionando 1% del peso del cemento: 25.20gr

Adicionando 3% del peso del cemento: 75.60gr

Adicionando 5% del peso del cemento: 126.00gr

Adicionando 7% del peso del cemento: 176.40gr

Cabe resaltar que estas cantidades variaran de acuerdo a la cantidad de probetas a utilizar.

### 4.1.3. Ensayos de resistencia a la compresión

#### 4.1.3.1. Testigos de concreto- patrón $f'c=210\text{kg/cm}^2$

**Tabla 29**
*Muestra Patrón*

N.º de testigo	Días de curado y rotura (días)	Diámetro de testigo (cm <sup>2</sup> )	Carga sometida (kg.)	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia alcanzada		
					Promedio de resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje de resistencia (%)	Resist. Mínima (%)
1	7	15	27142	153.59			
2	7	15	27268	154.31			
3	7	15	27222	154.05	154.26	66.14%	65 - 70 %
4	7	15	27780	157.2			
5	7	15	26890	152.17			
6	14	15	33989	192.34			
7	14	15	27268	190.41			
8	14	15	27222	208.9	197.29	84.58%	70 - 90 %
9	14	15	27780	197.62			
10	14	15	26890	197.18			
11	28	15	41484	234.75			
12	28	15	27268	228.54			
13	28	15	27222	237.11	233.25	100.00%	90 - 100 %
14	28	15	27780	230.15			
15	28	15	26890	235.71			

Fuente: *Elaboración propia (2022).*

## Interpretación

El promedio de las resistencias a compresión de la muestra patrón sin adición de mucilago de nopal es de:

Evaluados a los 7 días de curado : 154.26 kg/cm<sup>2</sup>

Evaluados a los 14 días de curado: 197.29 kg/cm<sup>2</sup>

Evaluados a los 28 días de curado: 233.25 kg/cm<sup>2</sup>

Se logro una resistencia promedio a los 28 días de 233.25 kg/cm<sup>2</sup> que sirvió para realizar la comparación con las muestras donde se incorpora mucilago de nopal.

#### 4.1.3.2. Testigos de concreto - adición de 1% de mucilago de nopal

**Tabla 30**
*Testigos de concreto\_1% de Mucilago de Nopal*

N° de testigo	Días de curado y rotura (días)	Diámetro de testigo (cm <sup>2</sup> )	Carga sometida (kg.)	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia alcanzada		
					Promedio de resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje de resistencia (%)	Resist. Mínima (%)
1	7	15	22480	127.21			
2	7	15	27268	157.32			
3	7	15	27222	148.09	146.01	61.92%	65 - 70 %
4	7	15	27780	144.23			
5	7	15	26890	153.21			
6	14	15	37363	211.43			
7	14	15	27268	189.21			
8	14	15	27222	154.32	180.99	76.75%	70 - 90 %
9	14	15	27780	184.67			
10	14	15	26890	165.34			
11	28	15	41174	233			
12	28	15	27268	217.54			
13	28	15	27222	249.65	235.81	100.00%	90 - 100 %
14	28	15	27780	233.04			
15	28	15	26890	245.83			

**Fuente:** *Elaboración propia (2022).*

## Interpretación

Se obtuvo las siguientes resistencias a la compresión con la muestra con 1% de mucilago de nopal:

Evaluados a los 7 días de curado : 146.01 kg/cm<sup>2</sup>

Evaluados a los 14 días de curado : 180.99 kg/cm<sup>2</sup>

Evaluados a los 28 días de curado : 235.81 kg/cm<sup>2</sup>

Al comparar con los testigos de concreto sin adición de mucilago de nopal con la muestra con 1% de mucilago de nopal se deduce lo siguiente:

Evaluados a los 7 días de curado : disminuye la resistencia en 5.35%

Evaluados a los 14 días de curado: disminuye la resistencia en 8.26%

Evaluados a los 28 días de curado: aumenta la resistencia en 1.10%

Se logro una resistencia promedio a los 28 días de 235.81 kg/cm<sup>2</sup> siendo superior a la muestra patrón en 2.56 kg/cm<sup>2</sup>, logrando un incremento mínimo en la resistencia a la compresión.

### 4.1.3.3. Testigos de concreto - adición de 3% de mucilago de nopal

**Tabla 31**
*Testigos de concreto \_3% de Mucilago de Nopal*

N° de testigo	Días de curado y rotura (días)	Diámetro de testigo (cm <sup>2</sup> )	Carga sometida (kg.)	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia alcanzada		
					Promedio de resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje de resistencia (%)	Resist. Mínima (%)
1	7	15	30962	175.21			
2	7	15	27268	168.92			
3	7	15	27222	179.32	176.4	70.75%	65 - 70 %
4	7	15	27780	191.32			
5	7	15	26890	167.23			
6	14	15	43845	248.11			
7	14	15	27268	201.55			
8	14	15	27222	207.61	220.5	88.40%	70 - 90 %
9	14	15	27780	216.75			
10	14	15	26890	228.47			
11	28	15	42153	238.54			
12	28	15	27268	252.14			
13	28	15	27222	255.64	249.33	100.00%	90 - 100 %
14	28	15	27780	248.33			
15	28	15	26890	251.98			

**Fuente:** *Elaboración propia (2022).*

## Interpretación

Se obtuvo las siguientes resistencias a la compresión con la muestra con 3% de mucilago de nopal:

Evaluados a los 7 días de curado : 176.40 kg/cm<sup>2</sup>

Evaluados a los 14 días de curado : 220.50 kg/cm<sup>2</sup>

Evaluados a los 28 días de curado : 249.33 kg/cm<sup>2</sup>

Al comparar con los testigos de concreto sin adición de mucilago de nopal con la muestra con 3% de mucilago de nopal se deduce lo siguiente:

Evaluados a los 7 días de curado : aumenta la resistencia en 14.35%

Evaluados a los 14 días de curado : aumenta la resistencia en 11.76%

Evaluados a los 28 días de curado : aumenta la resistencia en 6.89%

Se logró una resistencia promedio a los 28 días de 249.33 kg/cm<sup>2</sup> siendo superior a la muestra patrón en 16.08 kg/cm<sup>2</sup>, logrando un incremento en la resistencia a la compresión.



#### 4.1.3.4. Testigos de concreto - adición de 5% de mucilago de nopal

**Tabla 32**
*Testigos de concreto \_5\_% de Mucilago de Nopal*

N° de testigo	Días de curado y rotura (días)	Diámetro de testigo (cm <sup>2</sup> )	Carga sometida (kg.)	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia alcanzada		
					Promedio de resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje de resistencia (%)	Resist. Mínima (%)
1	7	15	20909	118.32			
2	7	15	27268	100.04			
3	7	15	27222	149.21	119.05	64.10%	65 - 70 %
4	7	15	27780	122.33			
5	7	15	26890	105.34			
6	14	15	24247	137.21			
7	14	15	27268	158.02			
8	14	15	27222	162.12	151.11	81.40%	70 - 90 %
9	14	15	27780	152.33			
10	14	15	26890	145.87			
11	28	15	24964	141.27			
12	28	15	27268	216.43			
13	28	15	27222	194.12	185.58	100.00%	90 - 100
14	28	15	27780	183.67			
15	28	15	26890	192.4			

**Fuente:** *Elaboración propia (2022).*

## Interpretación

Se obtuvo las siguientes resistencias a la compresión con la muestra con 5% de mucilago de nopal:

Evaluados a los 7 días de curado : 119.05 kg/cm<sup>2</sup>

Evaluados a los 14 días de curado : 151.11 kg/cm<sup>2</sup>

Evaluados a los 28 días de curado : 185.58 kg/cm<sup>2</sup>

Al comparar con los testigos de concreto sin adición de mucilago de nopal con la muestra con 5% de mucilago de nopal se deduce lo siguiente:

Evaluados a los 7 días de curado : disminuye la resistencia en 22.83%

Evaluados a los 14 días de curado : disminuye la resistencia en 23.41%

Evaluados a los 28 días de curado : disminuye la resistencia en 20.44%

Se logro una resistencia promedio a los 28 días de 185.58 kg/cm<sup>2</sup> siendo inferior a la muestra patrón en 47.67 kg/cm<sup>2</sup>, a partir de este porcentaje de adición la resistencia a la compresión tiende a disminuir.

#### 4.1.3.5. Testigos de concreto - adición de 7% de mucilago de nopal

**Tabla 33**
*Testigos de concreto \_7% de Mucilago de Nopal*

N° de testigo	Días de curado y rotura	Diámetro de testigo (cm <sup>2</sup> )	Carga sometida (kg.)	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia alcanzada		
					Promedio de resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje de resistencia (%)	Resist. Minima (%)
1		15	19635	111.11			
2	(días)	15	27268	154.62			
3	7	15	27222	122.54	129.76	82.90%	65 - 70 %
4	7	15	27780	129.43			
5	7	15	26890	131.09			
6	14	15	28389	160.65			
7	14	15	27268	128.91			
8	14	15	27222	134.53	139.04	88.80%	70 - 90 %
9	14	15	27780	140.67			
10	14	15	26890	130.43			
11	28	15	27799	157.31			
12	28	15	27268	165.08			
13	28	15	27222	145.54	156.61	100.00%	90 - 100 %
14	28	15	27780	155.67			
15	28	15	26890	159.43			

**Fuente:** *Elaboración propia (2022).*

## Interpretación

Se obtuvo las siguientes resistencias a la compresión con la muestra con 7% de mucilago de nopal:

Evaluados a los 7 días de curado : 129.76 kg/cm<sup>2</sup>

Evaluados a los 14 días de curado : 139.04 kg/cm<sup>2</sup>

Evaluados a los 28 días de curado : 156.61 kg/cm<sup>2</sup>

Al comparar con los testigos de concreto sin adición de mucilago de nopal con la muestra con 7% de mucilago de nopal se deduce lo siguiente:

Evaluados a los 7 días de curado : disminuye la resistencia en 15.83%

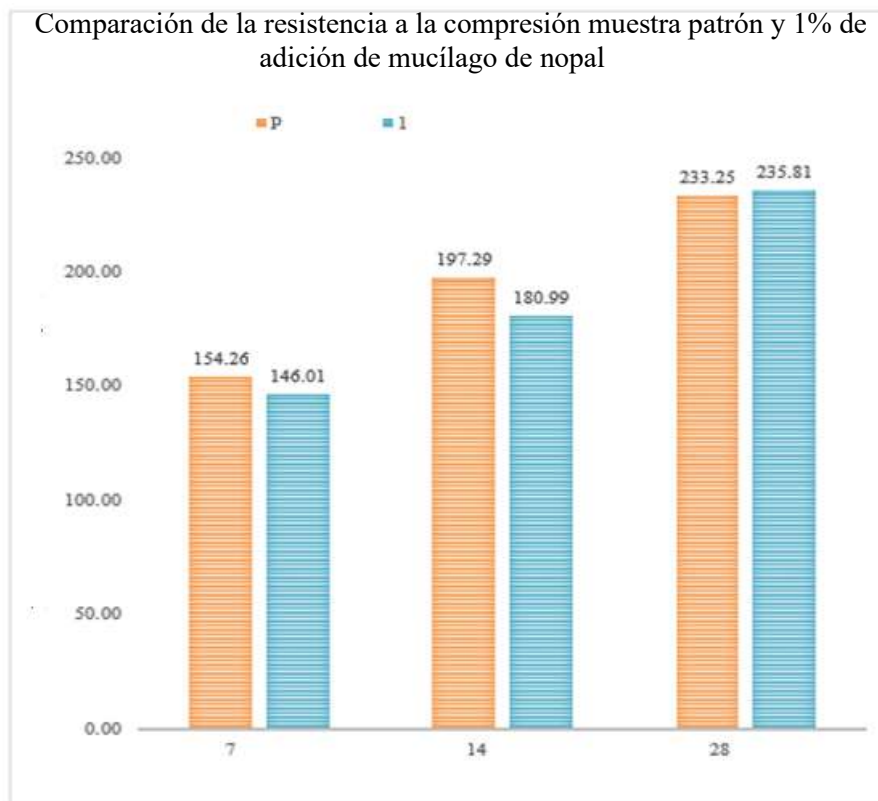
Evaluados a los 14 días de curado : disminuye la resistencia en 29.53%

Evaluados a los 28 días de curado : disminuye la resistencia en 32.86%

Se logro una resistencia promedio a los 28 días de 156.61 kg/cm<sup>2</sup> siendo inferior a la muestra patrón en 76.64 kg/cm<sup>2</sup>. Se deduce que porcentajes de adición superior e igual al 5% de de mucilago de nopal tienden a disminuir la resistencia a la compresión del concreto de Fc:210 kg/cm<sup>2</sup>.

#### 4.1.3.6. Gráficos de comparación de resistencia a la compresión de testigos patrón con testigos con adición de mucilago de nopal

**Figura 23.** Comparación de resistencia a la compresión de la muestra patrón y 1% de adición de mucilago de nopal

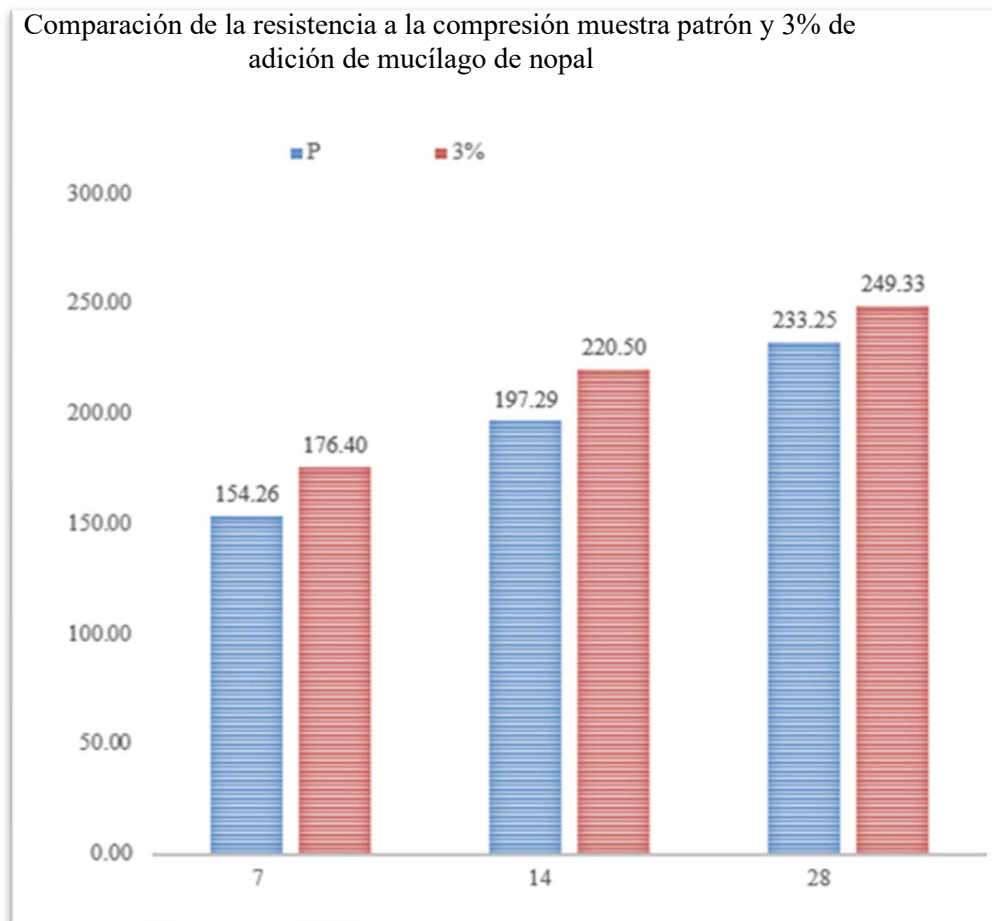


Fuente: *Elaboración propia (2022)*

#### Interpretación

Se observa en la siguiente figura que la resistencia a la compresión obtenida de la muestra con 1 % de adición supera a la muestra patrón a los 28 días de curado, a los 14 días y 7 días se obtiene una resistencia a la compresión inferior.

**Figura 24.** Comparación de resistencia a la compresión de la muestra patrón y 3% de adición de mucílago de nopal

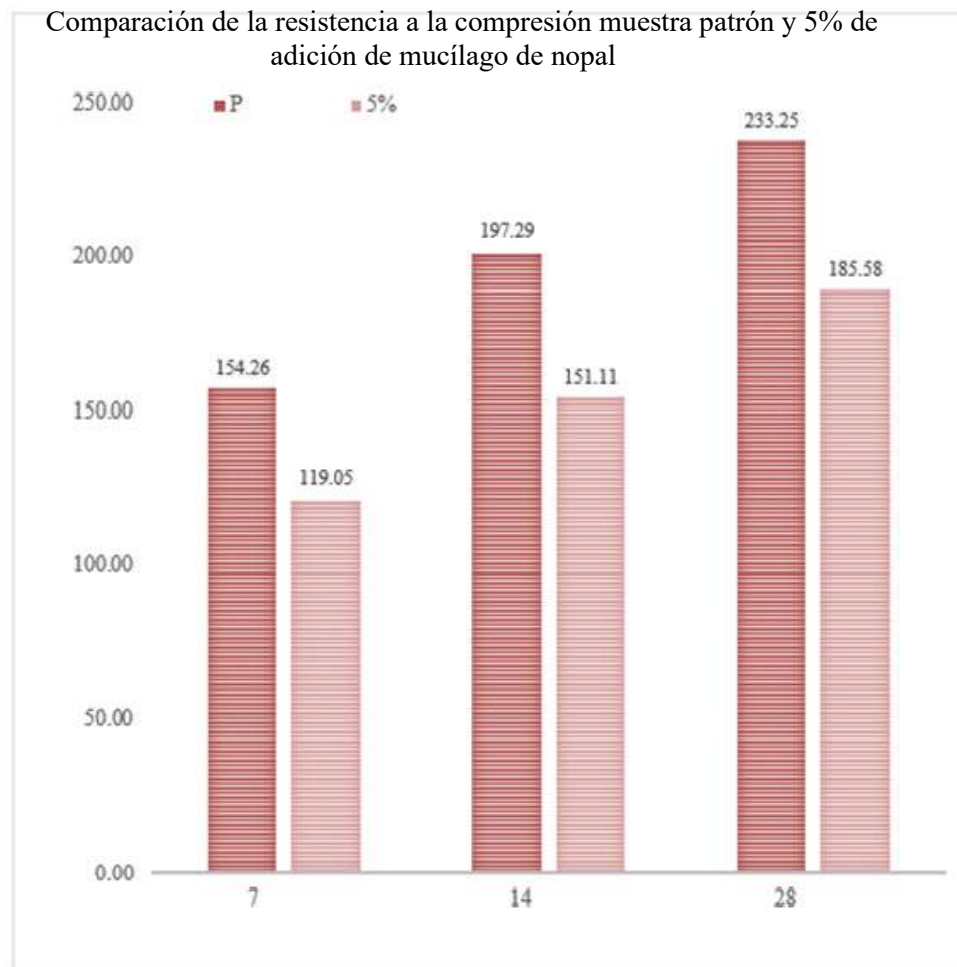


Fuente: *Elaboración propia (2022)*

### Interpretación

Se observa en la siguiente figura que la resistencia a la compresión obtenida de la muestra con 3 % de adición supera a la muestra patrón a los 7,14,28 días de curado.

**Figura 25.** Comparación de resistencia a la compresión de la muestra patrón y 5% de adición de mucilago de nopal

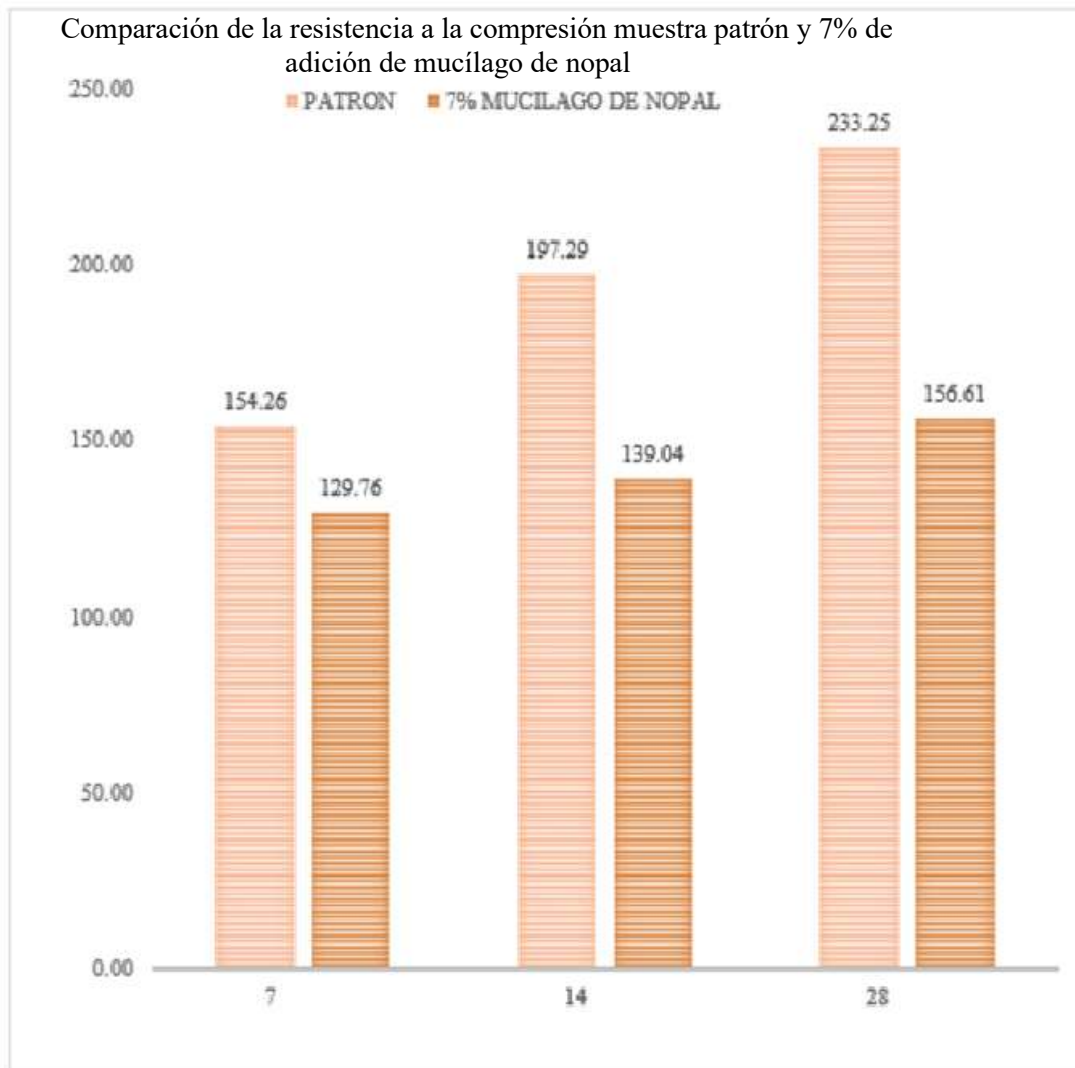


Fuente: *Elaboración propia (2022)*

### Interpretación

Se observa en la siguiente figura que la resistencia a la compresión obtenida de la muestra con 5 % de adición es inferior a la muestra patrón a los 7,14,28 días.

**Figura 26.** Comparación de resistencia a la compresión de la muestra patrón y 7% de adición de mucilago de nopal



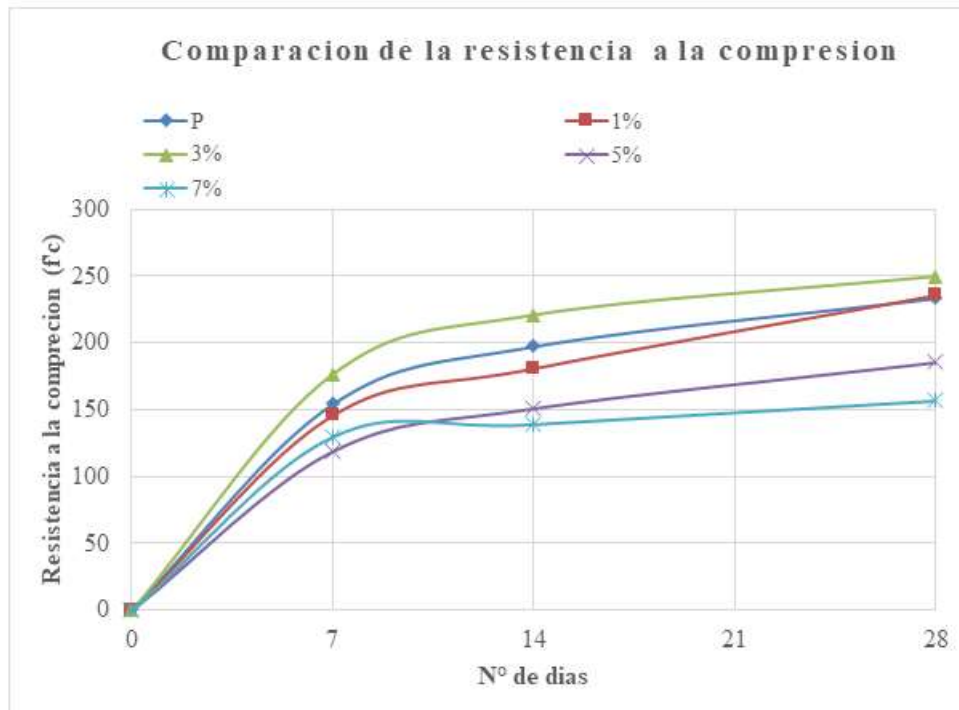
Fuente: *Elaboración propia (2022)*

### Interpretación

Se observa en la siguiente tabla que la resistencia a la compresión obtenida de la muestra con 7 % de adición es inferior a la muestra patrón a los 7,14,28 días.



**Figura 27.** Comparación de resistencia a la compresión de las muestras con adición y sin adición de mucilago de nopal



**Fuente:** *Elaboración propia (2022)*

### Interpretación

Se desarrollo un diseño de mezcla  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> añadiendo distintos porcentajes de mucilagos de nopal (1%, 3%, 5% y 7%), Con 7, 14 y 28 días de curado, dando como optimo resistencia a la compresión la adición del 3%, como muestra la siguiente.

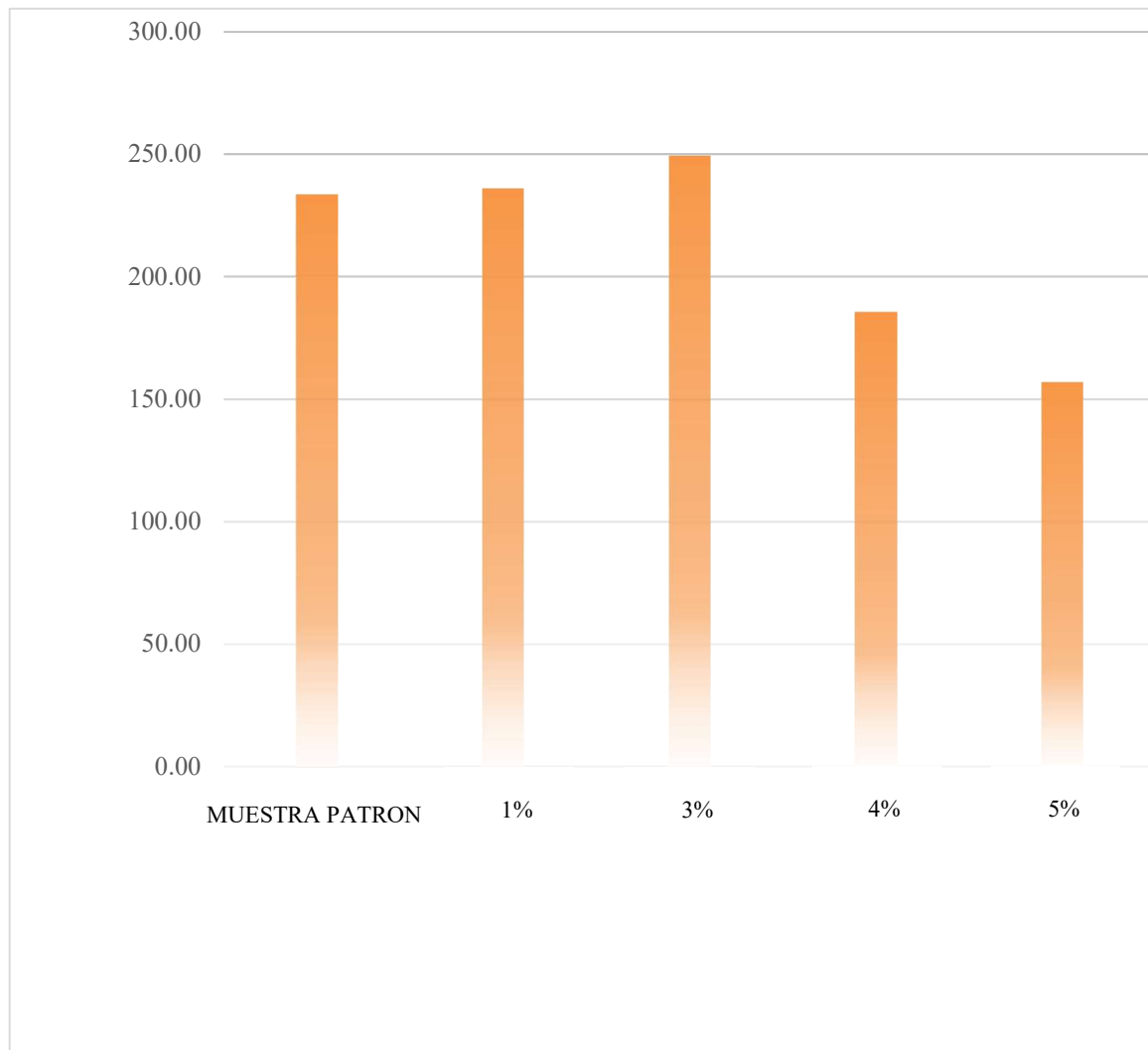
**Tabla 34**
*Resistencia a la compresión - 28 días - adición y sin adición de mucilago de Nopal*

Testigos de concreto	(kg/cm <sup>2</sup> )
Descripción	Resultado
Testigo muestra patrón	233.25
Testigo con 1% de adición	235.81
Testigo con 3% de adición	249.33
Testigo con 5% de adición	185.58
Testigo con 7% de adición	156.61

**Fuente:** *Elaboración propia (2022).*
**Figura 28.** *Evaluación de la resistencia a la compresión -28 días.*

**Fuente:** *Elaboración propia (2022)*

**Figura 29.** Diagrama de barras de la Evaluación de la resistencia a la compresión -28 días.



**Fuente:** *Elaboración propia (2022)*

#### 4.1.4. Ensayos de Asentamiento

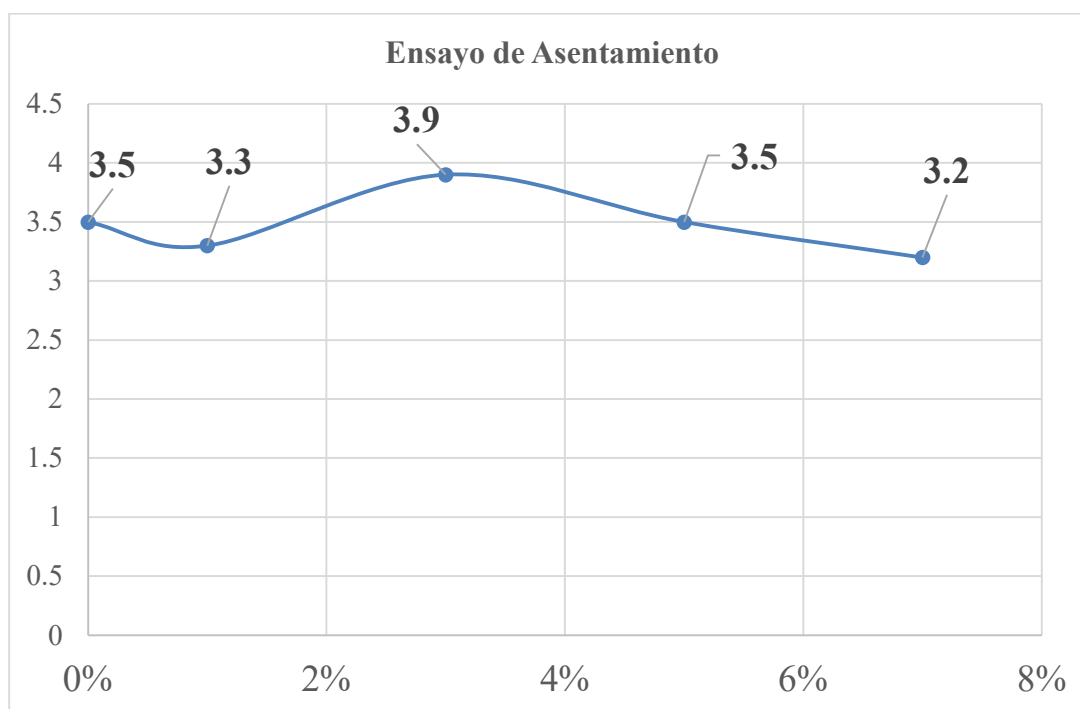
**Tabla 35**

*Slump-Concreto FC:210 kg/cm<sup>2</sup> - adición y sin adición de mucilago de Nopal*

Ensayo de Asentamiento			
Descripción	Resultado		
	Adición	Slump	
Concreto Fc:210 kg/cm <sup>2</sup>	Muestra patrón	3.5	"
	1%	3.3	"
	3%	3.9	"
	5%	3.5	"
	7%	3.2	"

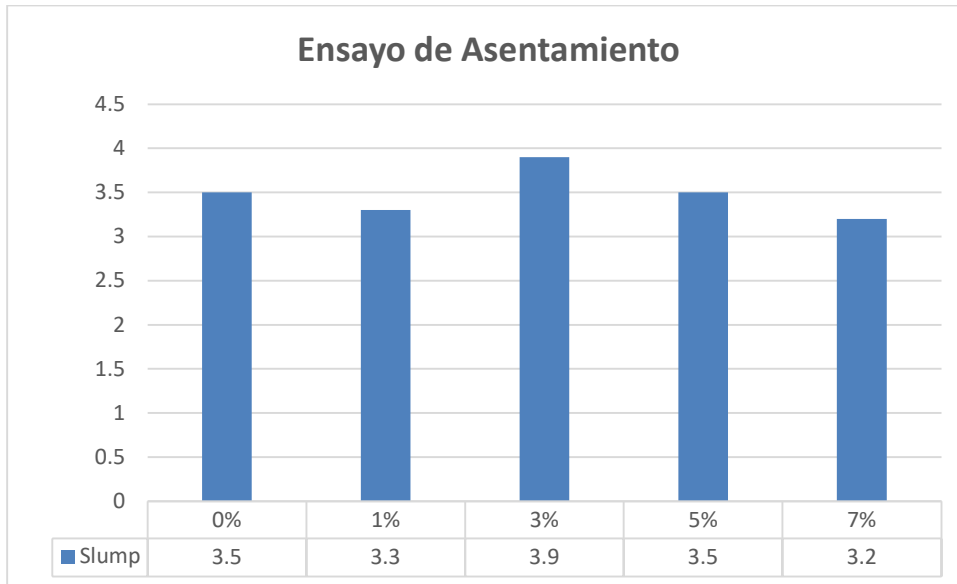
**Fuente:** *Elaboración propia (2022)*

**Figura 30.** *Gráfico del ensayo de asentamiento- adición y sin adición de mucilago de Nopal*



**Fuente:** *Elaboración propia (2022)*

**Figura 31.** Diagrama de barras del ensayo de asentamiento- adición y sin adición de mucilago de Nopal



**Fuente:** *Elaboración propia (2022)*

#### 4.1.5. Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de la muestra de concreto con mejor comportamiento resistente – 3% de adición de mucilago de nopal

**Tabla 36**
*Testigos de concreto –  $F'c=210\text{kg/cm}^2$  – 3% de Mucilago de Nopal - 28 días*

N.º de testigo	Días de curado y rotura (días)	Diámetro de testigo (cm <sup>2</sup> )	Área del testigo (cm <sup>2</sup> )	Resistencia alcanzada	
				Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio de resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )
1	28	15	30	41111	232.64
2	28	15	30	40438	228.83
3	28	15	30	40076	226.78
4	28	15	30	43272	244.87
5	28	15	30	43694	247.26
6	28	15	30	43332	245.21
7	28	15	30	39182	221.72
8	28	15	30	41795	236.51
9	28	15	30	40116	227.01
10	28	15	30	41312	233.78
11	28	15	30	41875	236.96
12	28	15	30	42518	240.6
13	28	15	30	39996	226.33
14	28	15	30	38815	219.65
15	28	15	30	39296	222.37
16	28	15	30	40476	229.05
17	28	15	30	41437	234.48
18	28	15	30	42352	239.66
19	28	15	30	41171	232.98
20	28	15	30	42082	238.14
21	28	15	30	42341	239.6
22	28	15	30	40504	229.21
23	28	15	30	41973	237.52
24	28	15	30	40735	230.51
25	28	15	30	40735	230.51
26	28	15	30	41939	237.33
27	28	15	30	42176	238.66
28	28	15	30	42199	238.8
29	28	15	30	42202	238.81
30	28	15	30	42197	238.78

**Fuente:** *Elaboración propia (2022)*

#### 4.1.6. Análisis estadístico

##### 4.1.6.1. Análisis estadístico de los testigos de concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con 3% de adición de mucilago de nopal

**Tabla 37**

*Parámetros estadísticos— 3% de Mucilago de Nopal -a los 28 días*

Estadística descriptiva	
Descripción	Resultado
Máximo	247.26
Mínimo	219.65
Media	235.50
Desviación estándar	7.011
Coefficiente de variación	2.98
Muestra	30

**Fuente:** *Elaboración propia (2022)*

#### Interpretación

Conforme a la Tabla 37: Valores de dispersión para el control de testigos, Concretos en laboratorio, muestra que el control del concreto en el laboratorio es Excelente debido a que la desviación estándar es de 7.011 kg/cm<sup>2</sup> y es menos que 14.1 kg/cm<sup>2</sup> según los parámetros establecidos por la tabla.

De acuerdo a la Tabla 38: Valores de dispersión para el control de testigos, Concretos en laboratorio, la variación en la dispersión entre testigos nos da Muy Bueno al tener  $CV=2.98$   $2.0 < CV=2.98 < 3.0$

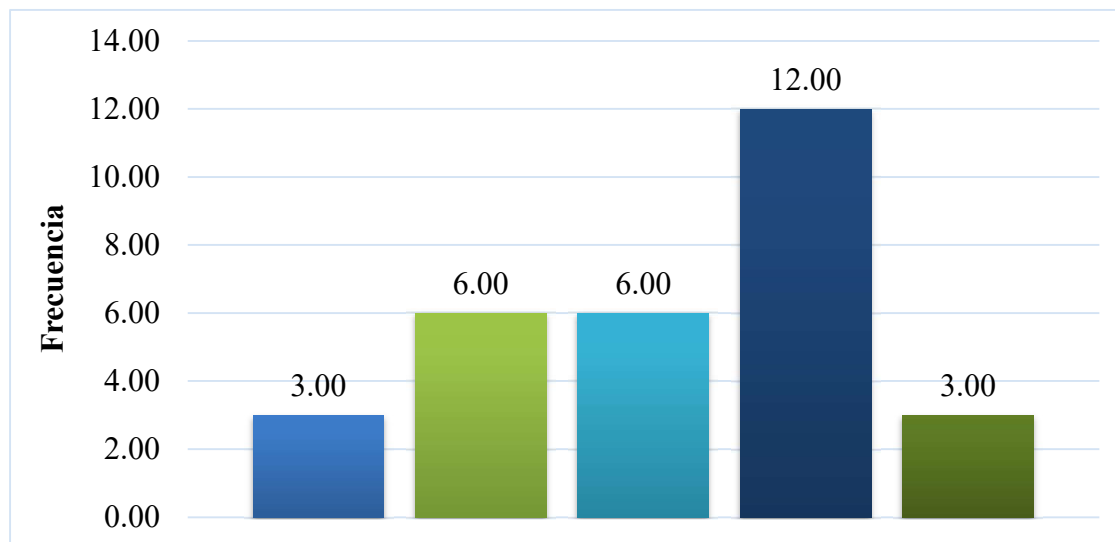
**Tabla 38**

*Frecuencia de muestra de concreto – 3% de Mucilago de Nopal - 28 día*

Intervalo	Frecuencia
Descripción	Resultado
$218.65 \leq 223.65$	3.00
$224.65 \leq 229.65$	6.00
$230.65 \leq 235.65$	6.00
$236.65 \leq 241.65$	12.00
$242.65 \leq 247.65$	3.00

**Fuente:** *Elaboración propia (2022)*

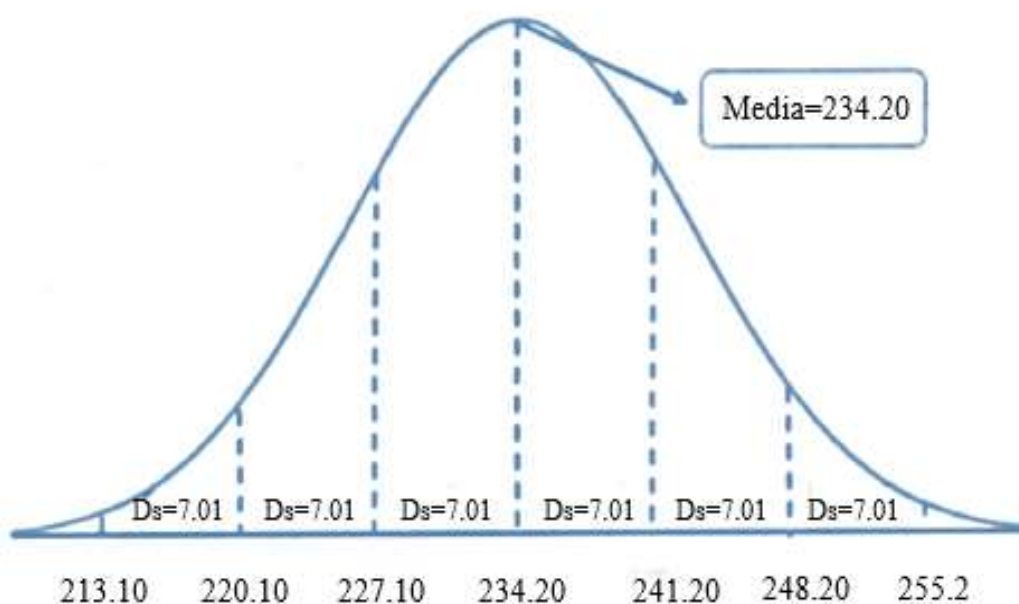
**Figura 32.** *Diagrama de barras de la frecuencia de la resistencia a la compresión -3%.*



**Fuente:** *Elaboración propia (2022)*



Figura 33. Curva de distribución normal -3%



Fuente: *Elaboración propia (2022)*

Tabla 39

Probabilidad de ocurrencia de muestra de concreto – 3% de Mucilago de Nopal - 28 día

Probabilidad de ocurrencia		
Descripción		Resultado
Probabilidad entre	$227.1 \leq 241.2$	68.27%
Probabilidad entre	$220.1 \leq 248.2$	95.45%
Probabilidad entre	$213.1 \leq 255.2$	99.73%

Fuente: *Elaboración propia (2022)*

### Interpretación

Del grafico de distribución normal y la tabla anterior hace mención que:

- Existe la probabilidad de que el 68.27% de que las muestras de concretos hechos con adición de 3% de mucilago de nopal logren una resistencia a la compresión de 227.10 kg/cm<sup>2</sup> como mínimo y una resistencia máxima de 241.20 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de curado.
- Existe la probabilidad de que el 95.45% de los testigos de concretos elaborados con adición de 3% de mucilago de nopal tengan una resistencia a la compresión de 220.10 kg/cm<sup>2</sup> como mínimo y una resistencia máxima de 248.2 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de curado.
- Existe la probabilidad de que el 99.73% de los testigos de concretos elaborados con adición de 3% de mucilago de nopal tengan una resistencia a la compresión de 213.10 kg/cm<sup>2</sup> como mínimo y una resistencia máxima de 255.2 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de curado.

#### **4.2. Análisis e interpretación de resultados.**

De los ensayos que se han realizado, se hace mención que:

En la Tabla 21, observamos la composición química del mucilago de nopal el cual se realizó con un espectrómetro de fluorescencia total de rayos X, apreciándose el contenido de Dióxido de silicio (SiO<sub>2</sub>) con un 45.80% de masa. Este componente se hidrata, endurece rápidamente, es el responsable en gran medida del fraguado inicial y de la resistencia temprana del concreto dando mayor y mejor en oclusión de los poros y aumento de durabilidad. También se encuentra el Óxido de calcio (CaO) con un 15.21% de la masa, también es conocido como cal y aporta mayor densidad con mínima porosidad y capacidad de absorción del concreto. Otro de los componentes es el Trióxido de aluminio (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) con un 10.06% de la masa, el cual libera gran cantidad de calor durante los primeros días de hidratación y endurecimiento del concreto, favoreciendo al leve desarrollo de la resistencia temprana, el Trióxido de hierros (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) con un 5.32% de la masa, el que se caracteriza por ser un excelente anticorrosivo y tiene funciones de protección uv. El Óxido de potasio (K<sub>2</sub>O) con un

11.21% de la masa, el cual presenta una afinidad química por la humedad y absorbe grandes cantidades de agua si son expuesto a la atmosfera. El Óxido de magnesio (MgO) con un 1.45% de la masa, el cual actúa como acelerantes del fraguado. En nuestra investigación, podemos observar que estos elementos al estar presentes en la materia prima, provocaron un incremento en la resistencia inicial en comparación al de los testigos de muestra patrón, pero la resistencia disminuye al llegar los 28 días de curado. También se obtuvo una reducción de trabajabilidad.

De la Tabla 22, podemos observar que el valor del potencial de hidrogeno (pH) del mucilago de nopal es de 4.35. Al tener este valor un tanto ácido, hace que su reacción no sea tan favorable y se vería reflejado en las resistencias de los testigos de concreto con adición del mucilago de nopal con respecto a la muestra patrón. Esto se podría interpretar que debido al alto valor de acidez que tiene causa desintegración y pérdida de resistencia, pues mientras más alta concentración de ácidos mas fuerte es el ataque.

De acuerdo a la Tabla 23: Evaluación de la viscosidad del mucilago de nopal, se evalúa periódicamente el mucilago de nopal para ver la variación en su viscosidad en función del tiempo. Obteniendo una viscosidad de 8.60 Poise, siendo esta su optima viscosidad presentada en el día 18. Por lo que se deduce que el mucilago de nopal debe ser macerado por 18 días para obtener su máximo potencia y ser incorporado en la elaboración del concreto. Por lo cual en esta investigación se utilizó el aditivo de mucilago de nopal macerado por 18 días obteniendo resultados esperados favorables.

Luego de realizados los ensayos al agregado fino y agregado grueso, se obtuvo las características y valores correspondientes para realizar el diseño de mezcla según la metodología ACI y se tuvo en cuenta las recomendaciones establecidas por la normativa vigente.

Para lograr una mezcla de concreto de consistencia plástica se eligió un slump de 3" a 4", según recomendación de las tablas de la metodología ACI es una mezcla trabajable. Se considero un 2.00% de aire atrapado luego se procede a hallar la relación C:A c, factor de cemento. Para determinar el volumen de agregado grueso se halla con tablas establecida por la metodología ACI rigiéndose a los parámetros hallados, el MF de 2.76 y el TMN de  $\frac{3}{4}$ ", prosigue el cálculo de volúmenes absolutos; se efectúa la corrección por humedad que presenta los agregados, para tener la dosificación final en volumen de cemento: agua: agregado fino: agregado grueso – 1.00: 24.46: 1.88: 2.91.

Las muestras de concreto se diseñaron para una resistencia a la compresión de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, cumpliendo con lo especificado el diseño de mezcla inicial y adicionándole mucilago de nopal con en función al peso del cemento en porcentajes de 1%, 3%, 5% y 7%.

Al adicionar mucilago de nopal en 1%, 3% hubo un aumento de resistencia. Para las muestras de concreto con adición de mucilago de nopal en dos porcentajes (1%, 3%) la resistencia obtenida es mayor a la resistencia de la muestra patrón.

Para los testigos de concreto con una adición de 3% de mucilago de nopal, se obtuvo una mejor resistencia a la compresión. De este porcentaje se realizó la evaluación estadística con una muestra de 30 testigos de concreto curado a los 28 días, con un diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

Se realizo la comparación de resistencia a la compresión de testigos de concreto con 3% de adición de mucilago de nopal con respecto a los testigos de la muestra patrón.

El mucilago de nopal no realizo cambios significativos en el asentamiento del concreto, los 4 porcentajes de adición se encuentran dentro del rango de diseño de 3 a 4 pulgadas.

### 4.3. Discusión

En relación con los antecedentes:

- Si comparamos esta investigación con el estudio realizado por Julián, F. (2008) donde se adiciona el cactus deshidratado en concentraciones de 0.10%, 0.25%, .50% y 1.00% en relación con el peso del cemento. En los resultados se puede observar que el nopal se presenta con un inhibidor de la corrosión del acero y es conveniente para la durabilidad en un concreto estructural. En nuestra investigación adicionamos mucilago de nopal (en su óptimo contenido de viscosidad) en concentraciones de 1%, 3%, 5% y 7% en relación con el peso del cemento. Obteniendo como resultado un ligero aumento de resistencia a la compresión y con los valores dentro del rango del asentamiento. Esto se debe a que, en aquella investigación se diseñaron tres mezclas con relaciones agua/cemento (a/c) y mucilago/ cemento (a/c) igual a 0.30, 0.45 y 0.60, concluyendo que la óptima relación de m/c 0.30 tiene mayor efecto benéfico a los 7 días de curado, retrasando el inicio de la corrosión. Mientras que en nuestra investigación la relación a/c es de 0.56 y con una adición de 3% de mucilago de nopal se logra un 9.4% de mejora en la resistencia en con respecto a la muestra patrón.
- De la investigación realizada por Ramírez S. (2008) observamos que el método utilizado para la extracción de mucilago fue escaldado o de vapor, el cual consiste en dejar el nopal por un lapso de 8 minutos hasta que tome un color amarillento, para pasarlo por la molienda (utilizando una licuadora) y realizar la maceración de 12 a 24 horas. Luego se filtra con la ayuda de una manta para retener las partículas sólidas. Para la separación del mucilago esta investigación opto por colocar en una estufa a una temperatura de 50°C por

un tiempo de 72 horas el material filtrado. El mucilago seco que fue extraído de la estufa, fue triturado en un mortero para reducir el tamaño de partícula y fue almacenado. Donde concluye que la adición de mucilago de nopal en las mezclas de 0.45 y 0.6 (m/c) disminuye la resistencia a la compresión y con respecto al asentamiento el mucilago actúa como retardante incrementando el tiempo de fraguado. En nuestra investigación se extrae el nopal, para luego ser lavado cuidadosamente y cortado en cuadraditos para llevarlos a macerar con agua en proporción al peso 1:1. Se evalúa la viscosidad en el tiempo, obteniendo la óptima viscosidad los 18 días; obteniendo como resultado de la adición un asentamiento que se mantiene dentro del rango de 3 a 4 pulgadas, la trabajabilidad del concreto no se ve afectada para el 3% de adición de mucilago de nopal (óptimo porcentaje) y con respecto a la resistencia a la compresión existe un 99.73% que el concreto obtenga una resistencia de 255.2 kg/cm<sup>2</sup> obteniendo un 9.4 % de mejora con respecto a la muestra patrón.

- De la investigación de Oloya y Ponce (2019) podemos observar de sus resultados que, los especímenes mejoran su resistencia a la compresión superando al concreto patrón a los 28 días de curado y que con adición de 1.5% de mucilago de cactus se obtiene una resistencia de 384 kg/cm<sup>2</sup>, incrementando en 1.32% la resistencia y en un 25% en la consistencia en relación con el concreto patrón. En cambio, en nuestra investigación, se puede apreciar que los testigos de concreto mejoran su resistencia con una adición de 3% de mucilago de nopal obteniendo 247.26 kg/cm<sup>2</sup>, incrementando en 1.18% la resistencia y manteniendo dentro de los parámetros la trabajabilidad con respecto al concreto de la muestra patrón.

- De la investigación de Ojeda, W. y Huamán, M. (2016) podemos apreciar que se evaluó diferentes adiciones de fibra de tuna en porcentajes (1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 7% y 10%) con respecto al peso del cemento. Teniendo como resultado que la adición de fibra de tuna en un porcentaje de 3% con respecto al peso del cemento es beneficiosa para la resistencia, pero no conlleva a una variación significativa como para ser considerada un aditivo natural de gran impacto en la producción de concreto, de igual manera la trabajabilidad no mostro variaciones con respecto al concreto patrón. Nuestra investigación concuerda ya que, al trabajar con los porcentajes de 1%, 3%, 5% y 7% con respecto al peso del cemento, el 3% dio como resultados un incremento mínimo en la resistencia a la compresión en un concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> y una trabajabilidad que se mantiene dentro de los parámetros establecidos en la norma técnica peruana con respecto al concreto de muestra patrón.
- De la investigación de Huerta, M. (2022) podemos apreciar que con diferentes concentraciones de aditivo de mucílago de cactus con porcentajes de 0.25%, 0.50%, 0.75% y 1.00%. las muestras experimentales con aditivo tuvieron mayor consistencia y resistencia a la compresión del concreto que sus similares (muestras patrones) durante el tiempo de curado (28 días). Esto se reafirma con nuestra investigación pues logramos aumentar en una mínima cantidad la resistencia a la compresión con la adición del mucilago de nopal.



**CAPÍTULO  
IV**

**CONCLUSIONES Y  
RECOMENDACIONES**



## 5.1. Conclusiones

- El potencial de hidrogeno (pH) del mucilago de nopal tiene un grado de acidez de 4.35 de pH, que de cierta manera resulta dañina para el concreto, ya que se trata al tratarse de un ácido altamente reactivo puede distorsionar la calidad del concreto al pasar el tiempo.
- La composición química del mucilago de nopal es Dióxido de silicio - SiO<sub>2</sub> (45.80% masa), Oxido de calcio – CaO (15.21% masa), Trióxido de aluminio - Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (10.06% masa), Trióxido de hierros - Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (5.32% masa), Oxido de potasio - K<sub>2</sub>O (11.21% masa), Oxido de magnesio – MgO (1.45% masa), Pentóxido de fosforo - P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – (3.76% masa), Oxido de cobre – CuO (0.54% masa), Trióxido de azufre -SO<sub>3</sub> (<0.01% masa), Oxido de zinc – ZnO (0.023% masa), Oxido de magnesio – MnO (0.017% masa). Varios de estos elementos están presentes en nuestra materia prima, lo que provocara una mayor resistencia inicial, pero un descenso en las resistencias finales. Esto ultimo se debe a que algunas sustancias químicas son producidas a partir de metales alcalinos, los cuales actúan como acelerantes de fraguado que al mezclarse con los elementos del concreto pueden producir fisuras internas en los testigos de concreto.
- Se determinó el comportamiento y características que presento el nopal en estado natural. Obteniendo como resultado el “mucilago de nopal”, el cual presento como óptima viscosidad 8.60 Poises que, se obtuvo al día 18 del macerado.
- La caracterización de los agregados pétreos sirvió para la elaboración de un diseño de mezcla de un concreto estructural  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, según ACI 211 la dosificación es 1.00:1.85:2.91:24.45 lt, el cual sirvió como diseño de muestra

patrón para luego ser comparado con las adiciones de mucilago de nopal.

- Al evaluar las propiedades físicas del concreto estructural en los estados frescos y endurecidos a partir de la adición de mucilago de nopal en aportes de 1%, 3%, 5% y 7%. El asentamiento cumplió el diseño de mezcla, con un 3.5”, este decreció en 0.2” al 1% de mucilago de nopal, aumento en 0.4” al 3% de mucilago de nopal, tuvo un ligero aumento de 0.1” al 5% de mucilago de nopal y disminuyo en 0.3” con un 7% de mucilago de nopal con respecto a la muestra patrón. En cuanto a la resistencia a la compresión visualizamos que a los 7 días de curado la resistencia a la compresión disminuyo en 5.35% al adicionar 1% de mucilago de nopal, aumento en 14.35% al adicionar 3% de mucilago de nopal, disminuyo en 22.82% al adicionar 5% de mucilago de nopal y disminuyo 15.88% al adicionar 7% de mucilago de nopal. En 14 días de curado la resistencia a la compresión disminuye 8.26% al adicionar 1% de mucilago de nopal, aumento en 11.76% al adicionar 3% de mucilago de nopal, disminuyo en 23.40% al adicionar 5% de mucilago de nopal y disminuyo 29.52% al adicionar 7% de mucilago de nopal. A los 28 días de curado la resistencia a la compresión disminuye 1.10% al adicionar 1% de mucilago de nopal, aumento en 6.89% al adicionar 3% de mucilago de nopal, disminuyo en 20.47% al adicionar 5% de mucilago de nopal y disminuyo 32.86% al adicionar 7% de mucilago de nopal en comparación con muestra patrón. Por lo consiguiente el óptimo porcentaje de adición de mucilago de nopal es el 3%, logrando una resistencia de 249.33 kg/cm<sup>2</sup> siendo superior en 16.08 kg/cm<sup>2</sup> a la resistencia obtenida por la muestra patrón (233.25 kg/cm<sup>2</sup>), el mucilago de nopal también no influye de manera significativa en el asentamiento del concreto.

## 5.2. Recomendaciones

- Se recomienda a los estudiantes de ingeniería especificar la extracción mecánica industrializadas para optimizar las características del opuntia, con el fin de extraer los efectos de la adición del mucilago de nopal de manera más rápida y fácil. Así también evaluar periódicamente y realizar pruebas para determinar la fecha en que se alcanzará su óptima viscosidad.
- Intensificar el valor del potencial de hidrogeno (pH) determinado del mucilago de nopal, utilizando un regulador.
- Se recomienda a la industria del concreto, continuar investigando sobre este aditivo de procedencia orgánica “mucilago de nopal”, por ser un aditivo amigable que optimiza las propiedades mecánicas del concreto (Resistencia a la compresión) demostrando ser eficiente.
- Se recomienda a la Comunidad ingenieril realizar ensayos de resistencia a la compresión con edades mayores a 28 días para evaluar, analizar la durabilidad del concreto en el tiempo variando dosificaciones y relaciones de agua: cemento.



**CAPÍTULO  
VI**

**REFERENCIAS  
BIBLIOGRÁFICAS**

- Rivva. (2002). Concretos de alta resistencia. Lima: Fondo Editorial ICG.
- Rivva. (2008). Materiales para el concreto. Lima: Fondo Editorial ICG.
- Rivva. (2013). Diseño de mezclas. Lima: Williams E.I.R.L.
- Pasquel. (1998). Tópicos de tecnología. Lima.
- Gerencia Regional Agraria La Libertad. (2009). El cultivo de Tuna" - Opuntia ficus indica. Trujillo.
- Jiménez Fernández, E. (2014). Obtención del mucílago de la cáscara de la tuna (Opuntia ficus-indica) A partir de diferentes métodos de extracción. Santiago – Chile.
- Ríos Pérez, E. (2010). Efecto de la adición de latex natural y jabón en la resistencia mecánica y absorción del adobe compactado. Oxaca-México.
- Oloya Perez (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
- Huerta Maza, M. (2020). Uso del extracto del mucilago del cactus como aditivo y su influencia en la consistencia y en la resistencia a la compresión del concreto.
- Aburto Moreno, Z. (2017). Influencia del aloe-vera sobre la resistencia a la compresión, infiltración, absorción capilar, tiempo de fraguado y asentamiento en un concreto estructural
- Ramírez, S. (2008) “Propiedades mecánicas y microestructura de concreto conteniendo mucilago de nopal como aditivo natural”.
- Julián, F. (2008) “Secado, absorción de agua y difusión de cloruros en concreto conteniendo extracto de nopal”
- Ramírez, S. (2008) “Propiedades mecánicas y microestructura de concreto conteniendo mucilago de nopal como aditivo natural”

Torres, Martínez, Lomelí y Pérez (2010) “Adición en base a cactus como inhibidor de corrosión para acero de refuerzo en concreto”

León, R. (2012) “Evaluación del mucilago de nopal como reductor de retracción en concreto auto consolidable”

Martínez, W. (2018) “Adiciones verdes a materiales base cemento portland, para aumentar la durabilidad en obras civiles”

Primo, C. (2014) “Efecto de la adición de extracto de paleta de tuna (opuntia ficus – indica) en la resistencia a compresión del concreto”

Ojeda, W. y Huamán, M. (2016) “Análisis de la resistencia a compresión del concreto  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  adicionado con fibra de Opuntia Ficus Indica (Tuna) en la ciudad del Cusco”,

Oloya, R. y Ponce 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”

Inga, T. (2019) “Influencia de la adición de mucilago de nopal (opuntia ficus-indica) en las propiedades mecánicas del concreto permeable”

NTP 400.017.(2011). Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado.

NTP 400.022; (2013). Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino.

NTP 400.021.(2011). Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso

NTP 339.034.(2008). Método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto.

NTP 339.035.(2009). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto con el cono de Abrams.

NTP 339.183 (2009). Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio.



**CAPÍTULO  
VII**

# **ANEXOS**



## 7.1. Anexo 01 – Ficha Técnica de la Tuna



### Ubicación geográfica:

<b>Centro Poblado</b>	: Pativilca
<b>Distrito</b>	: Pativilca
<b>Provincia</b>	: Barranca
<b>Región</b>	: Lima



**Clasificación científica:**

<b>Reino</b>	: Plantae
<b>División</b>	: Magnoliophyta
<b>Clase</b>	: Magnoliopsida
<b>Orden</b>	: Caryophyllales
<b>Familia</b>	: Cactaceae
<b>Subfamilia</b>	: Opuntioideae
<b>Género</b>	: Opuntia
<b>Especie</b>	: ficus-indica
<b>Nombre binomial</b>	: O. ficus-indica
<b>Nombre comercial</b>	: Tuna



**Habitad:**

<b>Clima</b>	: Cálido y sub cálido
<b>Temperatura</b>	: 16 – 25°C
<b>Pluviosidad</b>	: 200 – 500 mm
<b>Altitud</b>	: 0 – 2,000 m.s.n.m.
<b>Formación ecológica</b>	: Matorral desértico tropical, monte espinoso tropical, bosque espinoso pre montano.



**Características morfológicas:**

<b>Tallo</b>	: Varían de 1.50 a 3.00 m de altura, su tronco es leñoso y mide entre 20 a 5 cm de diámetro.
<b>Cladodios</b>	: Forman pencas denominadas cladodios de 30 a 60 cm de largo, 20 a 40 cm de ancho y de 2 a 3 cm de espesor. Son de color verde opaco con areolas que contiene espinas de color amarillas.
<b>Hojas</b>	: Son cladodios internos, transformadas en espinas en forma de garra, engrosadas en su base. Estas pueden medir aproximadamente de 4 a 5 mm de longitud.

**Flores** : Son 6 a 7 cm de longitud y se localizan en la parte superior de la penca. Las flores se abren a los 35 a 40 días de su brotación. Sus pétalos son de colores vivos: amarilla, anaranjado, rojo, rosa.

**Fruto** : Son bayas polisperma de forma ovoide esférica de color verde y toma diferentes colores cuando maduran, son comestibles, agradables y dulces; la pulpa es gelatinosa conteniendo numerosas semillas, sus dimensiones y coloración varían según la especie; presentan espinas dinas y frágiles de 2 a 3 mm de longitud.

**Composición del nopal:**

<b>Agua</b>	: 75.872 gr
<b>Carbohidratos</b>	: 4.048 gr
<b>Proteínas</b>	: 1.820 gr
<b>Grasa</b>	: 0.35 gr
<b>Calcio</b>	: 95 mgr
<b>Hierro</b>	: 1.15 mgr
<b>Niacina</b>	: 0.05 mgr
<b>Tiamina</b>	: 0.05 mgr
<b>Riboflavina</b>	: 0.09 mgr
<b>Ácido Ascórbico</b>	: 8 mgr

**Sistema de propagación:**

**Semilla** : Destinados parcialmente a mejoramiento genético.

**Acodos** : Utilizando pencas.

**Siembra:**

**Material de siembra** : Pencas enraizadas, vigorosas, libres de enfermedades.

**Distancia de siembra** : 2.5x3, 3x3 m

**Densidad de plantas** : 1,333.00 a 1,100 plantas

**En poca de plantación** : Con riego todo el año

**Etapas del cultivo:**

**Desarrollo de la plantación** : Dos años y medio

**Inicio de cosecha** : Al tercer año

**Vida económica** : Perenne

**Extracción del mucilago de nopal:**

**Selección y cosecha** : Seleccionar las pencas más gruesas sin ninguna enfermedad y cosechar.

**Limpieza** : Se remueve todas las espinas de la superficie de las pencas utilizando una escobilla.

**Preparado** : Se corta en cuadrados pequeños, para luego proceder a remojarlos en agua, con relación al peso de las pencas.

**Evaluación de la viscosidad:** Se realizará cada 3 días la evaluación del mucilago de nopal, la cual se encuentra macerando.

**Inicio de cosecha** : Al tercer año

**Vida económica** : Perenne

## 7.2.Anexo 02 - Panel Fotográfico



### FOTOGRAFÍA N° 01

*Ubicación de la cantera “La Sorpresa” en Chimbote.*



### FOTOGRAFÍA N° 02

*Visita a la cantera “La Sorpresa” para la recolección de agregados.*



**FOTOGRAFÍA N° 03**  
**Recolección del agregado grueso de la cantera “La Sorpresa”**



**FOTOGRAFÍA N° 04**  
*Acopio de los agregados*





**FOTOGRAFÍA N° 05**

*Plantación de nopal en el Centro Poblado de Paramonga (Fuente: Propia)*



**FOTOGRAFÍA N° 6**

*Plantación de nopal en el Centro Poblado de Paramonga*



**FOTOGRAFÍA N° 07**

*Pencas de nopal en el Centro Poblado de Paramonga (Fuente: Propia)*



**FOTOGRAFÍA N° 08**

*Extracción de las pencas de nopal (Fuente: Propia)*



**FOTOGRAFÍA N° 9**

*Recolección de las pencas de nopal en cajas de madera*



*(a) Acopio de agregado grueso*



*(b) Acopio de agregado grueso*



*(c) Acopio de agregado grueso*



*(d) Acopio de agregado grueso*

**FOTOGRAFÍA N° 10**  
*Acopio y cuarteo de los agregados*



*(a) Peso del agregado fino*



*(b) Peso del agregado grueso*



*(c) Acopio de agregado grueso*



*(d) Acopio de agregado grueso*

### **FOTOGRAFÍA N° 11**

*Tamizado manual de los agregados para calcular la granulometría*



*(a) Muestra húmeda del agregado grueso*



*(b) Muestra húmeda del agregado fino*



*(c) Secado al horno de los agregados*



*(d) Agregado seco*

### FOTOGRAFÍA N° 12

*Cálculo del contenido de humedad de los agregados.*



*(a) Agregado grueso en el molde*



*(b) Agregado fino en el molde*



*(c) Peso saturado del agregado*



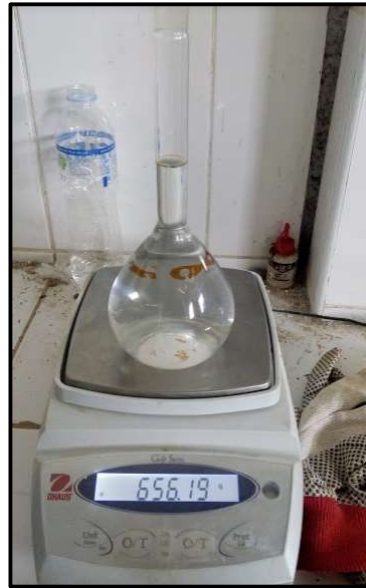
*(d) Peso suspendido del agregado*

### FOTOGRAFÍA N° 13

*Peso específico y absorción del agregado grueso.*



*(a) Secado del agregado fino*



*(b) Peso de la fiola mas agua*



*(c) Peso saturado del agregado agregado*



*(d) Peso suspendido del*

#### FOTOGRAFÍA N° 14

*Peso específico y absorción del agregado fino.*





**FOTOGRAFÍA N° 15**

*Trozado de pencas de nopal.*



**FOTOGRAFÍA N° 16**

*Macerado para la obtención del mucilago de nopal.*



*(a) y (b) Separado de la cascara y pulpa de la penca del nopal*



*(b) y (d) Colado para la obtención de mucilago*

**FOTOGRAFÍA N° 17**  
*Filtrado del mucilago de nopal.*



*(a) Pesaje de los materiales para el concreto*



*(b) Dosificación de los agregados*



*(c) Agregado de los materiales en el trompo*



*(d) Muestreo de concreto*

## FOTOGRAFÍA N° 18

*Elaboración de los testigos de concreto con y sin adición de mucilago de nopal.*



*(a) Cono de Abrams*



*(b) Asentamiento del concreto*



### **FOTOGRAFÍA N° 19**

*Encofrado de los testigos de concreto.*



(b) Codificación de testigos de concreto patrón



(a) Codificación de testigos con 1% de adición de mucilago de nopal



(d) Codificación de testigos con 3% de adición de mucilago de nopal



(c) Codificación de testigos con 5% de adición de mucilago de nopal



(e) Codificación de testigos con 7% de adición de mucilago de nopal

## FOTOGRAFÍA N° 20

*Desencofrado + codificación de los testigos de concreto.*



(a) Testigos de concreto curando



(b) Retiro de testigos de concreto del agua

**FOTOGRAFÍA N° 21**

*Curado de los testigos de concreto.*



(a) Testigos de concretos listos para ser sometidos a compresión



(b) Colocación de los testigos de concreto en la maquina



(d) Testigo de concreto patrón, evaluado a los 7 días de curado



(c) La resistencia promedio que se obtuvo a los 7 días de evaluación fue de 154 kg/cm<sup>2</sup>.

## FOTOGRAFÍA N° 22

*Ensayo de resistencia a la compresión.*





(a) Testigo de concreto patrón, evaluado a los 14 días de curado



(c) Testigo de concreto con 1% de adición de mucilago de nopal, evaluado a los 14 días de curado



(b) Testigo de concreto con 3% de adición de mucilago de nopal, evaluado a los 14 días de curado



(e) Testigo de concreto con 5% de adición de mucilago de nopal, evaluado a los 14 días de curado



(d) Testigo de concreto con 7% de adición de mucilago de nopal, evaluado a los 14 días de curado

## FOTOGRAFÍA N° 23

*Ensayo de resistencia a la compresión a los 14 días de curado.*



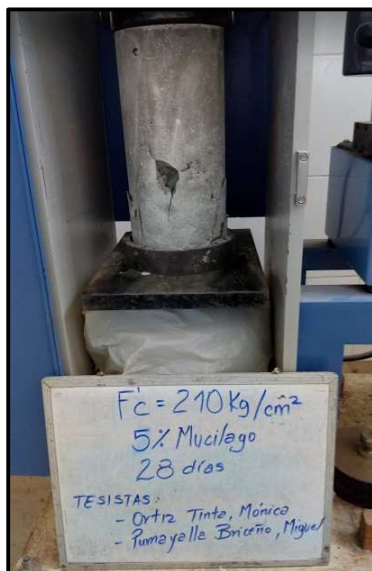
(a) Testigo de concreto patrón, evaluado a los 28 días de curado



(c) Testigo de concreto con 1% de adición de mucilago de nopal, evaluado a los 28 días de curado



(b) Testigo de concreto con 3% de adición de mucilago de nopal, evaluado a los 28 días de curado



(d) Testigo de concreto con 5% de adición de mucilago de nopal, evaluado a los 28 días de curado



(e) Testigo de concreto con 7% de adición de mucilago de nopal, evaluado a los 28 días de curado

## FOTOGRAFÍA N° 24

*Ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días de curado.*



(a) Tipo de fractura: Tipo 2, fisuras verticales a través de los cabezales, como no bien definido en el otro extremo.



(b) Tipo de fractura: Tipo 2, fisuras verticales a través de los cabezales, como no bien definido en el otro extremo



(b) Tipo de fractura: Tipo 4, fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos.



(c) Tipo de fractura: Tipo de fractura: Tipo 2, fisuras verticales a través de los cabezales, como no bien

## FOTOGRAFÍA N° 25

*Evaluación de la fractura a los 28 días de curado de testigos de concreto con 3% de adición de mucilago de nopal.*

## **7.3. Anexo 03 – Ensayo de potencial de hidrogeno (pH) del mucilago de nopal**



**INFORME DE ENSAYO N° 20220817-001**

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR	: MÓNICA LIZBETH ORTIZ TINTA MIGUEL ANGEL PUMALLAYA BRICEÑO.
DIRECCIÓN	: Urb. Nicolás Garatea Mz. 62 Lote 23 Nuevo Chimbote.
NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE	: NO APLICA
PRODUCTO (DECLARADO POR EL CLIENTE)	: MÚSCILAGO DE NOPAL.
LUGAR DE MUESTREO	: NO APLICA
MÉTODO DE MUESTREO	: NO APLICA
PLAN DE MUESTREO	: NO APLICA
CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL MUESTREO	: NO APLICA
FECHA DE MUESTREO	: NO APLICA
CANTIDAD DE MUESTRA	: 01 muestra.
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA	: En bolsa de polietileno, cerrada.
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	: En buen estado.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2022-08-17
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO	: 2022-08-17
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO	: 2022-08-17
LUGAR REALIZADO DE LOS ENSAYOS	: Laboratorio Físico Químico.
CÓDIGO COLECBI	: SS 220817-1

**RESULTADOS**

MUESTRA	ENSAYO
	pH
M - 1	4,35

**METODOLOGIA EMPLEADA**

pH : Potenciométrico.

**NOTA:**

- Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestro Laboratorio sobre muestras :  
**Proporcionadas por el Solicitante ( X ) Muestras por COLECBI S.A.C. ( )**
- COLECBI S.A.C. no es responsable de la información declarada por el cliente, que pueda afectar la validez de los resultados.
- Los resultados presentados corresponden solo a la muestra/s ensayada/s, tal como se recibió.
- Estos resultados de ensayos 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.
- No afecto al proceso de Dirimencia por su perecibilidad y/o muestra única.
- El informe incluye diagrama, croquis o fotografías : **SI ( ) NO ( X )**
- Cuando el informe de ensayo ya emitido se haga una corrección o modificación se emitirá un nuevo informe de ensayo completo que haga referencia al informe que reemplaza. Los cambios se identificarán con letra negrita y cursiva.

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Agosto 18 del 2022.  
GVR/jms

LC-MP -HRIE  
Rev. 08  
Fecha 2022-05-28

EL INFORME NO SE DEBE REPRODUCIR SIN LA APROBACIÓN DEL LABORATORIO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD

*A. Gustavo Vargas Ramos*  
Gerente de Laboratorio  
BIÓLOGO MICROBIÓLOGO  
L. 01 P. 126  
COLECBI S.A.C.

FIN DEL INFORME

**COLECBI S.A.C.**

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 1 Etapa - Nuevo Chimbote - Teléfono: 043 310752  
Celular: 998392893 - 998393974 - Apartado 127  
e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente\_colecbi@speedy.com.pe  
Web: www.colecbi.com

## **7.4. Ensayo de fluorescencia de rayos X del mucilago de nopal**



### LASACI

## REPORTE DE MEDICION Y ANALISIS DE MUESTRA POR EL ANALISIS TERMICO DIFERENCIAL

<b>SOLICITANTE</b>	Br. MIGUEL PUMAYALLA BRICEÑO Br. MÓNICA ORTIZ TINTA
<b>TESIS</b>	ADICIÓN DEL MUCÍLAGO DE NOPAL PARA MEJORA DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL EN NUEVO CHIMBOTE
<b>MUESTRA</b>	MUCÍLAGO DE NOPAL (Opuntia Robusta)
<b>PROCEDENCIA</b>	PATIVILCA
<b>FECHA</b>	05 DE SETIEMBRE DEL 2022
<b>MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO</b>	

### 1. MUESTRA: MUCÍLAGO DE NOPAL (10gr).

Nº DE MUESTRAS	CANTIDAD DE MUESTRA ENSAYADA	PROCEDENCIA
1	35 MG	PATIVILCA

### 2. ENSAYOS A APLICAR

- ANALISIS TERMICO DIFERENCIAL ATD
- ANALISIS TERMOGRAVIMETRICO TGA

### 3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES

- ANALIZADOR TERMICO SIMULTANEO TG\_DTA\_DSC CAP. MAX 1600°C SETSYS\_EVOLUTION, CUMPLE CON NORMAS ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.
- TASA DE CALENTAMIENTO: 20 °C/MIN
- GAS DE TRABAJO – FLUJO: NITROGENO, 10 ML/MIN
- RANGO DE TRABAJO 25 – 920°C
- MASA DE MUESTRA ANALIZADA: 35 MG

JEFE DE LABORATORIO  
ANALISTA RESPONSABLE

ING. CARLOS VALQUI MENDOZA  
ING. CARLOS VALQUI MENDOZA



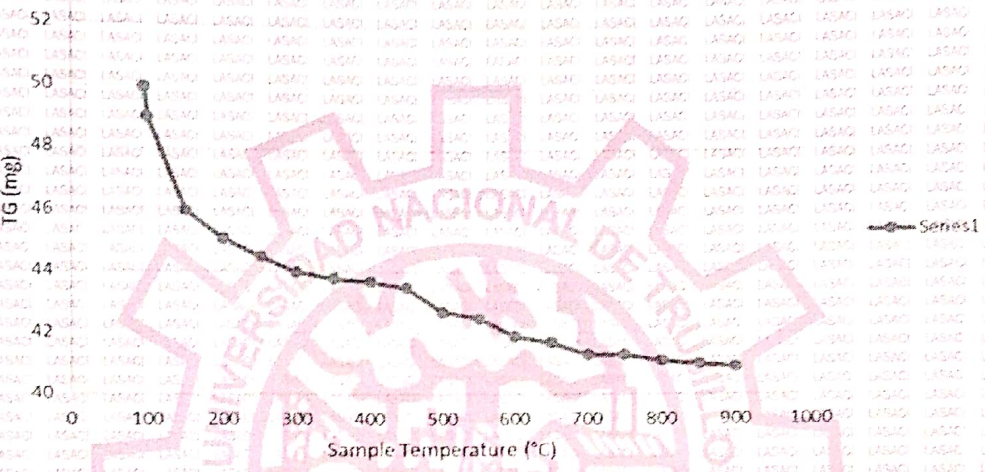


### LASACI

#### 4. RESULTADOS

##### c. CURVA TGA Y ATD

CURVA DE PÉRDIDA DE MASA - ANÁLISIS TERMOGRAVIMÉTRICO



#### 5. CONCLUSION

- Según el análisis Termo gravimétrico se muestra la descomposición térmica a través de la pérdida de masa en función a la temperatura indicando dos regiones donde se hace más intensa la pérdida, la primera en un rango entre 100 y 250°C y la segunda menos intensa entre 450 y 600°C, posteriormente la pérdida es gradual. El material llega a perder un aproximado de 18% de masa, respecto a su masa inicial a la temperatura máxima de ensayo.

*Carlos Alberto Valdez*  
**CARDOS ALBERTO VALDEZ**  
 INGENIERO QUÍMICO  
 CIP 122588

TRUJILLO, 12 DE SETIEMBRE DEL 2022





### LASACI

## REPORTE DE MEDICION Y ANALISIS DE MUESTRA POR FLUORESCENCIA DE RAYOS X

<b>SOLICITANTE</b>	Br. MIGUEL PUMAYALLA BRICEÑO Br. MÓNICA ORTIZ TINTA
<b>TESIS</b>	ADICIÓN DEL MUCÍLAGO DE NOPAL PARA MEJORA DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL EN NUEVO CHIMBOTE
<b>MUESTRA</b>	MUCÍLAGO DE NOPAL (Opuntia Robusta)
<b>PROCEDENCIA</b>	PATIVILCA
<b>FECHA</b>	05 DE SETIEMBRE DEL 2022

### MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO

#### 1. CONSIDERACIONES EXPERIMENTALES

##### CONDICIONES DE LA MEDICION:

El análisis se realizó en un espectrómetro de fluorescencia total de rayos x marca

BRUKER, MODELO S2-PICOFOX.

Fuente de rayos x: tubo de Mo.

Tiempo de medida: 2000 segundos.

##### ESTANDAR INTERNACIONAL PARA

CUANTIFICACION: Elemento: Galio (Ga)

Concentración: g/l.

#### 2. CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA ANALIZADA

Se analizó 25 mg de la muestra de MUSILAGO DE NOPAL, la cual fue tamizada previamente a malla 200.

#### 3. METODO

- BASADO EN LA NORMA : ASTM C25
- VOLUMETRIA : USAQ-ME06

JEFE DE LABORATORIO  
ANALISTA RESPONSABLE

ING. CARLOS VALQUI MENDOZA  
ING. CARLOS VALQUI MENDOZA





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

## LABORATORIO DE SERVICIOS A LA COMUNIDAD E INVESTIGACION

### LASACI

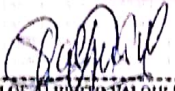


#### 1. RESULTADOS

COMPOSICION QUIMICA	RESULTADOS (%)	METODO UTILIZADO
DIOXIDO DE SILICIO (Si O <sub>2</sub> )	45.80	Espectrometría de fluorescencia de rayos x
OXIDO DE CALCIO (Ca O)	15.21	
TRIOXIDO DE ALUMINIO (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	10.06	
TRIOXIDO DE HIERRO (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	5.32	
OXIDO DE POTASIO (K <sub>2</sub> O)	11.21	
OXIDO DE MAGNESIO (Mg O)	1.45	
PENTOXIDO DE FOSFORO (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	3.76	
OXIDO DE COBRE (Cu O)	0.54	
TRIOXIDO DE AZUFRE (SO <sub>3</sub> )	<0.01	
OXIDO DE ZINC (Zn O)	0.023	
OXIDO DE MANGANESO (Mn O)	0.017	
PÉRDIDA POR QUEMADO	6.59	

#### 5. CONCLUSION

- Al realizar la comparación del espectro de la muestra analizada con las energías características de los elementos de la tabla periódica a partir del sodio, se encontraron principalmente sílice (Si) y Aluminio (Al) con un alto porcentaje. Y en menores porcentajes se encontró; Calcio (Ca), Potasio (K), hierro (Fe), fósforo (P), magnesio (Mg), manganeso (Mn), cobre (Cu), azufre (S) y zinc (Zn).

  
**CARLOS ALBERTO VALQUI MENÉNDEZ**  
 INGENIERO QUIMICO  
 CIP 122580



TRUJILLO, 12 DE SETIEMBRE DEL 2022

AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITE - CARBON - CAL

FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA

lasaciunt@gmail.com 949959632

## **7.5. Resultado de los ensayos a los agregados en laboratorio**



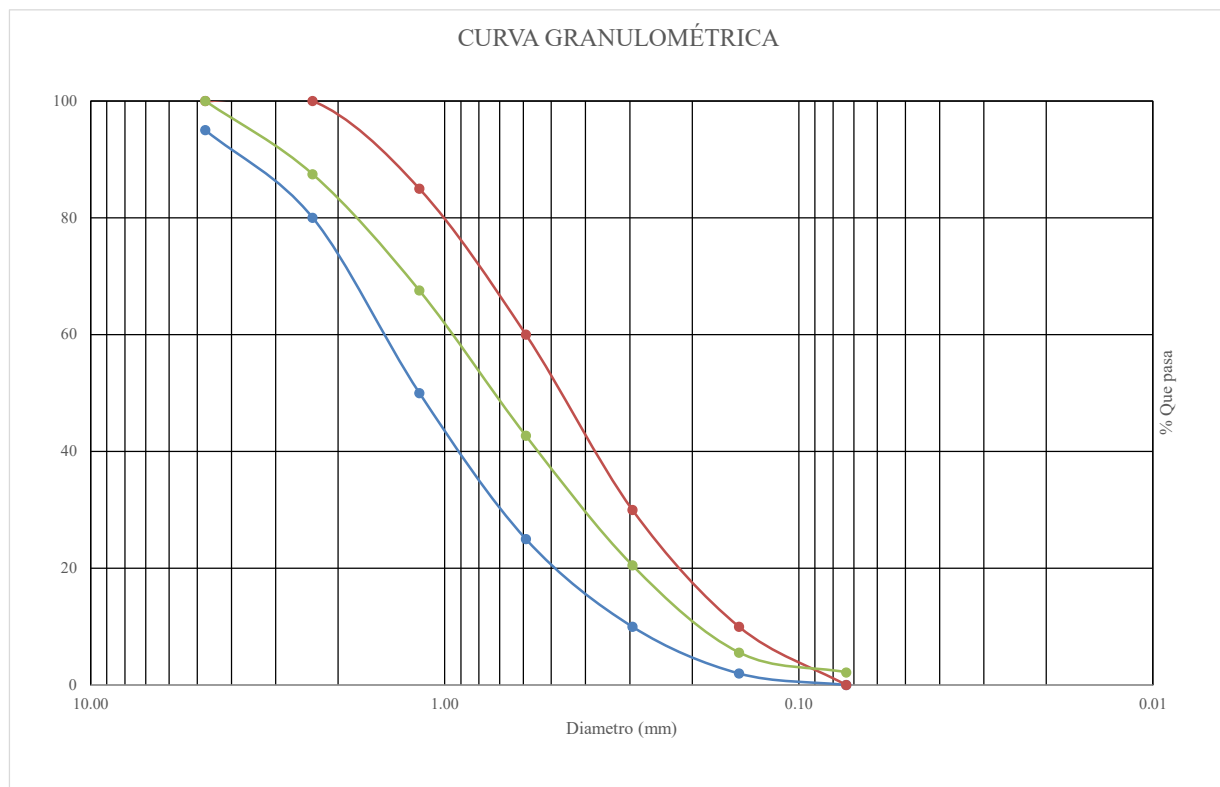
**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**E.A.P. INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES**

**TESIS** : ADICIÓN DEL MUCILAGO DE NOPAL PARA MEJORA DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL EN NUEVO CHIMBOTE  
**TESISTAS** : BACH. ORTIZ TINTA, MONICA LIZBETH  
 BACH. PUMAYALLA BRICEÑO, MIGUEL ANGEL  
**ASESOR** : ING. JULIO CESAR RIVASPLATA DIAZ  
**CANTERA** : LA SORPRESA  
**UBICACIÓN** : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH  
**FECHA** : 20 DE AGOSTO DEL 2020

**ENSAYO GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421) / AGREGADO FINO**

**Peso Seco Inicial** : 1,005 gr

Tamiz (N°)	Abertura (mm)	Peso Malla (gr)	Peso Malla + Muestra (gr)	Peso Retenido (gr)	% Peso Retenido	% Peso Retenido Acumulado	% Pasa		
							Límite Inferior	Muestra	Límite Superior
N° 4	4.75	509.00	509.00	0.00	0.00	0.00	95.00	100.00	100.00
N° 8	2.36	490.00	616.00	126.00	12.54	12.54	80.00	87.46	100.00
N° 16	1.18	412.00	612.00	200.00	19.90	32.44	50.00	67.56	85.00
N° 30	0.59	402.00	652.00	250.00	24.88	57.31	25.00	42.69	60.00
N° 50	0.295	370.00	593.00	223.00	22.19	79.50	10.00	20.50	30.00
N° 100	0.1475	345.00	495.00	150.00	14.93	94.43	2.00	5.57	10.00
N° 200	0.0735	300.00	334.00	34.00	3.38	97.81	0.00	2.19	0.00
Cazoleta	0	370.00	392.00	22.00	2.19	100.00	0.00	0.00	0.00
				1005.00	100.00	<b>MF = 2.76</b>			





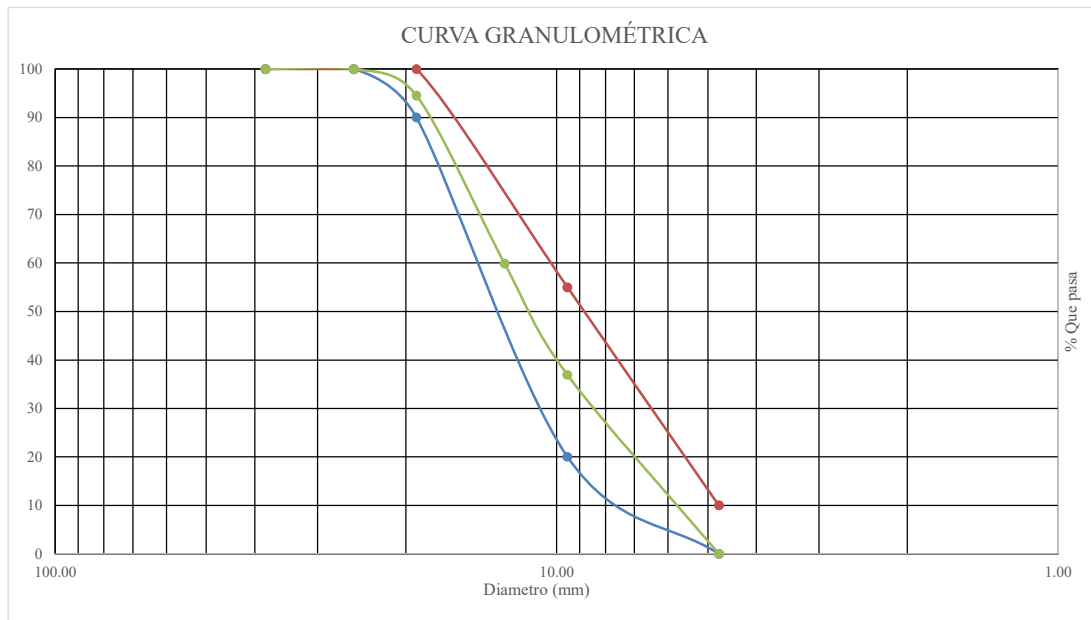
**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**E.A.P. INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES**

**TESIS** : ADICIÓN DEL MUCILAGO DE NOPAL PARA MEJORA DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL EN NUEVO CHIMBOTE  
**TESISTAS** : BACH. ORTIZ TINTA, MONICA LIZBETH  
 BACH. PUMAYALLA BRICEÑO, MIGUEL ANGEL  
**ASESOR** : ING. JULIO CESAR RIVASPLATA DIAZ  
**CANTERA** : LA SORPRESA  
**UBICACIÓN** : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH  
**FECHA** : 20 DE AGOSTO DEL 2020

**ENSAYO GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421) / AGREGADO GRUESO**

**Peso Seco Inicial** : 2,465 gr

Tamiz (N°)	Abertura (mm)	Peso Malla (gr)	Peso Malla + Muestra (gr)	Peso Retenido (gr)	% Peso Retenido	% Peso Retenido Acumulado	% Pasa		
							Limite Inferior	Muestra	Limite Superior
1 1/2"	38.10	553.00	553.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1"	25.40	536.00	536.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3/4"	19.05	564.00	699.00	135.00	5.48	5.48	90.00	94.52	100.00
1/2"	12.70	536.00	1391.00	855.00	34.69	40.16	-	59.84	-
3/8"	9.525	542.00	1107.00	565.00	22.92	63.08	20.00	36.92	55.00
N° 4	4.75	509.00	1419.00	910.00	36.92	100.00	0.00	0.00	10.00
Cazoleta	---	370.00	370.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
				2465.00	100.00	TMN =	3/4"		





**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**E.A.P. INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES**

<b>TESIS</b>	: ADICIÓN DEL MUCILAGO DE NOPAL PARA MEJORA DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL EN NUEVO CHIMBOTE
<b>TESISTAS</b>	: BACH. ORTIZ TINTA, MONICA LIZBETH BACH. PUMAYALLA BRICEÑO, MIGUEL ANGEL
<b>ASESOR</b>	: ING. JULIO CESAR RIVASPLATA DIAZ
<b>CANTERA</b>	: LA SORPRESA
<b>UBICACIÓN</b>	: CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
<b>FECHA</b>	: 20 DE AGOSTO DEL 2020

**CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)**

DESCRIPCIÓN	Agregado Fino			Agregado Grueso		
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Peso de la tara (gr)	28.34	27.16	26.92	28.342	27.156	26.915
Peso tara + muestra húmeda (gr)	121.84	135.42	125.76	121.84	129.64	115.42
Peso tara + muestra seca (gr)	121.35	134.89	125.30	121.53	129.36	115.16
Peso del agua (gr)	0.49	0.53	0.46	0.31	0.28	0.26
Peso muestra seca (gr)	93.01	107.73	98.39	93.19	102.20	88.25
Contenido de humedad (%)	0.53	0.49	0.47	0.33	0.27	0.29
<b>Contenido de humedad Promedio (%)</b>	<b>0.50</b>			<b>0.30</b>		



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**E.A.P. INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES**

<b>TESIS</b>	: ADICIÓN DEL MUCILAGO DE NOPAL PARA MEJORA DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL EN NUEVO CHIMBOTE
<b>TESISTAS</b>	: BACH. ORTIZ TINTA, MONICA LIZBETH BACH. PUMAYALLA BRICEÑO, MIGUEL ANGEL
<b>ASESOR</b>	: ING. JULIO CESAR RIVASPLATA DIAZ
<b>CANTERA</b>	: LA SORPRESA
<b>UBICACIÓN</b>	: CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
<b>FECHA</b>	: 20 DE AGOSTO DEL 2020

**PESO UNITARIO COMPACTADO (ASTM C-29 Y NTP 400.017)**

DESCRIPCION	Agregado Grueso		
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Peso del molde (gr)	3,565.00	3,565.00	3,565.00
Volumen del Molde (cm3)	8,749.50	8,749.50	8,749.50
Peso del molde + muestra compactada (gr)	17,743.00	17,690.00	17,855.00
Peso de la muestra compactada (gr)	14,178.00	14,125.00	14,290.00
Peso unitario compactado (Kg/cm3)	1,620.44	1,614.38	1,633.24
<b>Peso unitario compactado promedio (Kg/cm3)</b>	<b>1,622.68</b>		



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**E.A.P. INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES**

<b>TESIS</b>	: ADICIÓN DEL MUCILAGO DE NOPAL PARA MEJORA DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL EN NUEVO CHIMBOTE
<b>TESISTAS</b>	: BACH. ORTIZ TINTA, MONICA LIZBETH BACH. PUMAYALLA BRICEÑO, MIGUEL ANGEL
<b>ASESOR</b>	: ING. JULIO CESAR RIVASPLATA DIAZ
<b>CANTERA</b>	: LA SORPRESA
<b>UBICACIÓN</b>	: CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
<b>FECHA</b>	: 20 DE AGOSTO DEL 2020

**PESO UNITARIO SUELTO (ASTM C-29 Y NTP 400.017)**

DESCRIPCION	Agregado Fino			Agregado Grueso		
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Peso del molde (gr)	1,624.00	1,624.00	1,624.00	3,565.00	3,565.00	3,565.00
Volumen del Molde (cm3)	2,744.00	2,744.00	2,744.00	8,749.50	8,749.50	8,749.50
Peso del molde + muestra suelta (gr)	5,980.00	6,116.00	5,890.00	16,410.00	16,330.00	16,490.00
Peso de la muestra suelta (gr)	4,356.00	4,492.00	4,266.00	12,845.00	12,765.00	12,925.00
Peso unitario suelto (Kg/cm3)	1,587.46	1,637.03	1,554.66	1,468.08	1,458.94	1,477.23
Peso unitario suelto promedio (Kg/cm3)	1,593.05			1,468.08		





**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**E.A.P. INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES**

**TESIS** : ADICIÓN DEL MUCILAGO DE NOPAL PARA MEJORA DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL EN NUEVO CHIMBOTE  
**TESISTAS** : BACH. ORTIZ TINTA, MONICA LIZBETH  
BACH. PUMAYALLA BRICEÑO, MIGUEL ANGEL  
**ASESOR** : ING. JULIO CESAR RIVASPLATA DIAZ  
**CANTERA** : LA SORPRESA  
**UBICACIÓN** : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH  
**FECHA** : 20 DE AGOSTO DEL 2020

**PESO ESPECIFICO AGREGADO FINO (ASTM C-29 Y NTP 400.017)**

DESCRIPCION	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	PROMEDIO
Peso de la muestra seca (gr)	163.22	164.05	163.03	
Peso de la muestra saturada superficialmente seca (gr)	165.45	166.26	165.25	
Peso de la fiola + agua (gr)	656.19	654.82	657.02	
Peso de la fiola + muestra saturada superficialmente seca + agua (gr)	762.18	760.35	762.15	
<b>Peso Específico de Masa</b>	2.75	2.70	2.71	<b>2.72</b>
<b>Absorcion (%)</b>	1.37	1.35	1.36	<b>1.36</b>



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**E.A.P. INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES**

<b>TESIS</b>	: ADICIÓN DEL MUCILAGO DE NOPAL PARA MEJORA DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL EN NUEVO CHIMBOTE
<b>TESISTAS</b>	: BACH. ORTIZ TINTA, MONICA LIZBETH BACH. PUMAYALLA BRICEÑO, MIGUEL ANGEL
<b>ASESOR</b>	: ING. JULIO CESAR RIVASPLATA DIAZ
<b>CANTERA</b>	: LA SORPRESA
<b>UBICACIÓN</b>	: CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
<b>FECHA</b>	: 20 DE AGOSTO DEL 2020

**PESO ESPECIFICO AGREGADO GRUESO (ASTM C-29 Y NTP 400.017)**

<b>DESCRIPCION</b>	<b>Muestra 1</b>	<b>Muestra 2</b>	<b>Muestra 3</b>	<b>PROMEDIO</b>
Peso de la muestra seca (gr)	3246.15	3240.40	3243.50	
Peso de la muestra saturada superficialmente seca (gr)	3254.00	3248.60	3252.20	
Peso de la muestra sumergida (gr)	2031.40	2028.10	2010.50	
<b>Peso Específico de Masa</b>	<b>2.66</b>	<b>2.65</b>	<b>2.61</b>	<b>2.64</b>
<b>Absorción (%)</b>	<b>0.24</b>	<b>0.25</b>	<b>0.27</b>	<b>0.25</b>



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**E.A.P. INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES**

**TESIS** : ADICION DEL MUCILAGO DE NOPAL PARA MEJORA DE LAS PROPIEDADES FISICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL EN NUEVO CHIMBOTE  
**TESISTAS** : BACH. ORTIZ TINTA, MONICA LIZBETH  
 BACH. PUMAYALLA BRICEÑO, MIGUEL ANGEL  
**ASESOR** : ING. JULIO CESAR RIVASPLATA DIAZ  
**UBICACIÓN** : CENTRO POBLADO DE PATIVILCA - BARRANCA - LIMA  
**FECHA** : 20 DE AGOSTO DEL 2020

ENSAYO DE VISCOSIDAD DEL MUCILAGO DE NOPAL						
DATOS GENERALES						
INICIO DE ENSAYO	MATERIAL	MASA (g)	RADIO (cm)	VOLUMEN (cm3)	DISTANCIA (cm)	DENSIDAD (g/cm3)
22/09/2020	Canica	7	0.925	3.315	15	2.111

Nº DIAS	MASA DE MUCILAGO (g)	VOLUMEN DE MUCILAGO (CM3)	TIEMPO (s)	GRAVEDAD (cm/s2)	DENSIDAD (g/cm3)	VELOCIDAD (cm/s)	VISCOSIDAD (Poise)	VISCOSIDAD PROMEDIO
3	698.450	600	0.320	981	1.164	46.875	3.770	3.534
			0.290			51.724	3.416	
			0.300			50.000	3.534	
			0.290			51.724	3.416	
			0.300			50.000	3.534	
6	728.450	600	0.500	981	1.214	30.000	5.890	5.985
			0.520			28.846	6.126	
			0.500			30.000	5.890	
			0.500			30.000	5.890	
			0.520			28.846	6.126	
9	795.200	600	0.600	981	1.325	25.000	7.068	7.139
			0.600			25.000	7.068	
			0.620			24.194	7.304	
			0.610			24.590	7.186	
			0.600			25.000	7.068	
12	850.500	600	0.700	981	1.418	21.429	8.247	8.223
			0.690			21.739	8.129	
			0.710			21.127	8.364	
			0.700			21.429	8.247	
			0.690			21.739	8.129	
15	990.500	600	0.700	981	1.651	21.429	8.247	8.482
			0.750			20.000	8.836	
			0.700			21.429	8.247	
			0.750			20.000	8.836	
			0.700			21.429	8.247	
18	1030.500	600	0.700	981	1.718	21.429	8.247	8.600
			0.750			20.000	8.836	
			0.750			20.000	8.836	
			0.700			21.429	8.247	
			0.750			20.000	8.836	
21	1060.200	600	0.600	981	1.767	25.000	7.068	7.163
			0.620			24.194	7.304	
			0.620			24.194	7.304	
			0.600			25.000	7.068	
			0.600			25.000	7.068	
24	1060.800	600	0.500	981	1.768	30.000	5.890	6.055
			0.500			30.000	5.890	
			0.520			28.846	6.126	
			0.550			27.273	6.479	
			0.500			30.000	5.890	
27	1055.500	600	0.490	981	1.759	30.612	5.773	5.890
			0.500			30.000	5.890	
			0.490			30.612	5.773	
			0.490			30.612	5.773	
			0.510			29.412	6.008	

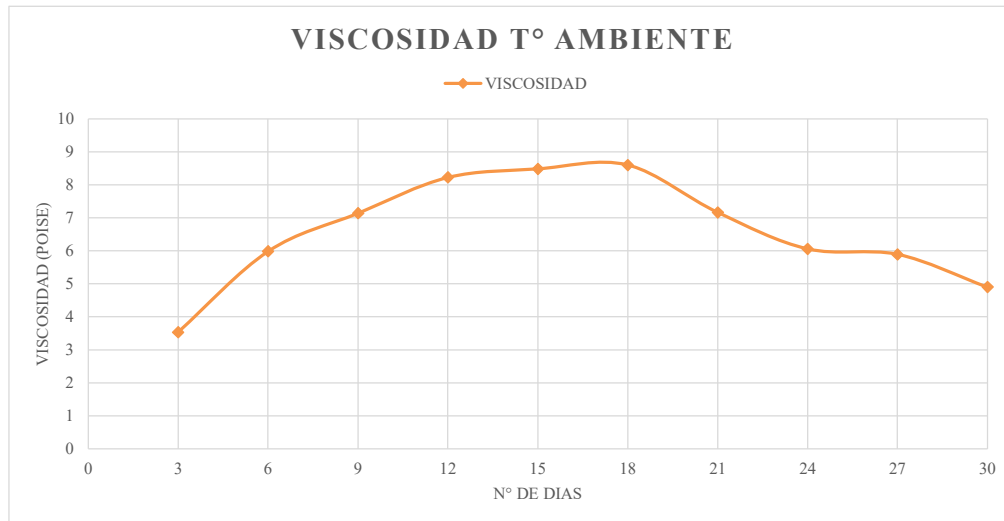


**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**E.A.P. INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES**

**TESIS** : ADICION DEL MUCILAGO DE NOPAL PARA MEJORA DE LAS PROPIEDADES FISICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL EN NUEVO CHIMBOTE  
**TESISTAS** : BACH. ORTIZ TINTA, MONICA LIZBETH  
 BACH. PUMAYALLA BRICEÑO, MIGUEL ANGEL  
**ASESOR** : ING. JULIO CESAR RIVASPLATA DIAZ  
**UBICACIÓN** : CENTRO POBLADO DE PATIVILCA - BARRANCA - LIMA  
**FECHA** : 20 DE AGOSTO DEL 2020

ENSAYO DE VISCOSIDAD DEL MUCILAGO DE NOPAL						
DATOS GENERALES						
INICIO DE ENSAYO	MATERIAL	MASA (g)	RADIO (cm)	VOLUMEN (cm <sup>3</sup> )	DISTANCIA (cm)	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )
22/09/2020	Canica	7	0.925	3.315	15	2.111

Nº DIAS	MASA DE MUCILAGO (g)	VOLUMEN DE MUCILAGO (CM <sup>3</sup> )	TIEMPO (s)	GRAVEDAD (cm/s <sup>2</sup> )	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	VELOCIDAD (cm/s)	VISCOSIDAD (Poise)	VISCOSIDAD PROMEDIO
			0.510			29.412	6.008	
30	1058.400	600	0.400	981	1.764	37.500	4.712	4.901
			0.440			34.091	5.184	
			0.420			35.714	4.948	
			0.400			37.500	4.712	
			0.420			35.714	4.948	



## **7.6. Diseño de mezcla patrón.**



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**E.A.P. INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES**

<b>TESIS</b>	: ADICIÓN DEL MUCILAGO DE NOPAL PARA MEJORA DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL EN NUEVO CHIMBOTE
<b>TESISTAS</b>	: BACH. ORTIZ TINTA, MONICA LIZBETH BACH. PUMAYALLA BRICEÑO, MIGUEL ANGEL
<b>ASESOR</b>	: ING. JULIO CESAR RIVASPLATA DIAZ
<b>CANTERA</b>	: LA SORPRESA
<b>UBICACIÓN</b>	: CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
<b>FECHA</b>	: 20 DE AGOSTO DEL 2020

**DISEÑO DE MEZCLA F'C=210 Kg/cm<sup>2</sup>**  
**Método de Diseño del Comité 211 del ACI**

**I. ESPECIFICACIONES:**

1.1. La Resistencia de Diseño a los 28 días es de 210 Kg/cm<sup>2</sup>, se desconoce el valor de la desviación estándar.

**1.2. Materiales:**

**1.2.1. Cemento Pacasmayo Tipo I**

Peso Específico 3.11 gr/cm<sup>3</sup>

**1.2.2. Agregado Fino**

Arena Gruesa (La Sorpresa)

Peso Específico 2.72 gr/cm<sup>3</sup>

Absorción 1.36 %

Contenido de Humedad 0.50 %

Módulo de Fineza 2.76

Peso Unitario Suelto 1593.05 Kg/m<sup>3</sup>

**1.2.3. Agregado Grueso**

Piedra Chancada (La Sorpresa)

Tamaño Máximo Nominal 3/4"

Peso Seco Varillado 1622.68 Kg/m<sup>3</sup>

Peso Específico 2.64 gr/cm<sup>3</sup>

Absorción 0.25 %

Contenido de Humedad 0.30 %

Peso Unitario Suelto 1468.08 Kg/m<sup>3</sup>

**1.2.4. Agua:**

Agua Potable de la zona. 3.4566

**II. SECUENCIA DE DISEÑO:**

**2.1. Selección de la Resistencia (f'cr):**

Dado que no se conoce el valor de la desviación estándar, entonces se tiene que:

$$f'_{cr} = f'_c + 84 \text{ Kg/cm}^2$$

Entonces:  $f'_{cr} = 210 + 84 = 294 \text{ Kg/cm}^2$



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**E.A.P. INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES**

<b>TESIS</b>	: ADICIÓN DEL MUCILAGO DE NOPAL PARA MEJORA DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL EN NUEVO CHIMBOTE
<b>TESISTAS</b>	: BACH. ORTIZ TINTA, MONICA LIZBETH BACH. PUMAYALLA BRICEÑO, MIGUEL ANGEL
<b>ASESOR</b>	: ING. JULIO CESAR RIVASPLATA DIAZ
<b>CANTERA</b>	: LA SORPRESA
<b>UBICACIÓN</b>	: CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
<b>FECHA</b>	: 20 DE AGOSTO DEL 2020

**DISEÑO DE MEZCLA F'C=210 Kg/cm<sup>2</sup>**  
**Método de Diseño del Comité 211 del ACI**

**2.2. Selección del Tamaño Máximo Nominal:**

El tamaño máximo nominal es de 3/4"

**2.3. Selección del Asentamiento:**

Por condiciones de colocación se requiere de una mezcla plástica con un asentamiento de 3" a 4".

**2.4. Volumen Unitario de Agua:**

Para una mezcla de concreto de 3" a 4" de asentamiento, sin aire incorporado y cuyo agregado tiene un tamaño máximo nominal de 3/4" , el volumen unitario de agua es de **205 Lt/m<sup>3</sup>**.

**2.5. Contenido de Aire:**

Se considera **2.0%** de aire atrapado por las características de los componentes de este concreto.

**2.6. Relación Agua - Cemento:**

Para una resistencia de diseño  $f'_{cr} =$  **294** Kg/cm<sup>2</sup> sin aire incorporado,  
la relación agua – cemento es de **0.56** por Resistencia

**2.7. Factor Cemento:**

$$205.00 / 0.56 = 366.07 \text{ Kg/m}^3 = 8.61 \text{ Bls/m}^3.$$

**2.8. Contenido de Agregado Grueso:**

Para un módulo de fineza de **2.76** y un tamaño máximo nominal de **3/4"** le corresponde un volumen unitario de **0.64** m<sup>3</sup> de agregado grueso varillado por unidad de volumen de concreto.

$$\text{Peso del Agregado Grueso} = 0.64 \times 1623 = 1038.51 \text{ Kg/m}^3$$

**2.9. Cálculo de Volúmenes Absolutos:**

<b>Cemento</b>	366.07	/	{ 3.11 x 1000 }	=	0.118 m <sup>3</sup>
<b>Agua</b>	205.00	/	{ 1.00 x 1000 }	=	0.205 m <sup>3</sup>
<b>Aire Atrapado</b>	2%			=	0.020 m <sup>3</sup>
<b>Agregado Grueso</b>	1038.51	/	{ 2.64 x 1000 }	=	0.394 m <sup>3</sup>
<b>Total</b>				=	0.737 m <sup>3</sup>



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**E.A.P. INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES**

**TESIS** : ADICIÓN DEL MUCILAGO DE NOPAL PARA MEJORA DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL EN NUEVO CHIMBOTE

**TESISTAS** : BACH. ORTIZ TINTA, MONICA LIZBETH  
BACH. PUMAYALLA BRICEÑO, MIGUEL ANGEL

**ASESOR** : ING. JULIO CESAR RIVASPLATA DIAZ

**CANTERA** : LA SORPRESA

**UBICACIÓN** : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

**FECHA** : 20 DE AGOSTO DEL 2020

**DISEÑO DE MEZCLA F'C=210 Kg/cm<sup>2</sup>**  
**Método de Diseño del Comité 211 del ACI**

**2.10 Contenido de Agregado Fino:**

$$\begin{aligned} \text{Volumen absoluto de agregado fino} & : & 1.00 \cdot 0.737 & = & 0.263 & \text{ m}^3 \\ \text{Peso de agregado fino seco} & : & 0.263 \times 2.72 \times 1000 & = & 714.5064 & \text{ m}^3 \end{aligned}$$

**2.11 Valores de Diseño:**

Cemento	366.07 Kg/m <sup>3</sup>
Agua de Diseño	205.00 Lt/m <sup>3</sup>
Agregado Fino Seco	714.51 Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso Seco	1038.51 Kg/m <sup>3</sup>

**2.12 Corrección por Humedad de los Agregados:**

Agregado Fino	714.51	×	1.0050	=	718.04	Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	1038.51	×	1.0030	=	1041.63	Kg/m <sup>3</sup>

Humedad Superficial de:

Agregado Fino	0.50	-	1.36	=	-0.86	%
Agregado Grueso	0.30	-	0.25	=	0.06	%

Aporte de Humedad de los Agregados:

Agregado Fino	714.51	×	(-0.0086)	=	-6.14	Lt/m <sup>3</sup>	
Agregado Grueso	1038.51	×	(0.0006)	=	0.57	Lt/m <sup>3</sup>	
<b>Total=</b>						<b>-5.57</b>	<b>Lt/m<sup>3</sup></b>

Agua Efectiva	205.00	-	(-5.57)	=	210.57	Lt/m <sup>3</sup>
---------------	--------	---	---------	---	--------	-------------------

**Los pesos de los materiales ya corregidos serán:**

Cemento	366.07 Kg/m <sup>3</sup>
Agua Efectiva	210.57 Lt/m <sup>3</sup>
Agregado Fino Húmedo	718.04 Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso Húmedo	1041.63 Kg/m <sup>3</sup>





**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**E.A.P. INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES**

**TESIS** : ADICIÓN DEL MUCILAGO DE NOPAL PARA MEJORA DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL EN NUEVO CHIMBOTE  
**TESISTAS** : BACH. ORTIZ TINTA, MONICA LIZBETH  
BACH. PUMAYALLA BRICEÑO, MIGUEL ANGEL  
**ASESOR** : ING. JULIO CESAR RIVASPLATA DIAZ  
**CANTERA** : LA SORPRESA  
**UBICACIÓN** : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH  
**FECHA** : 20 DE AGOSTO DEL 2020

**DISEÑO DE MEZCLA F'C=210 Kg/cm<sup>2</sup>**  
**Método de Diseño del Comité 211 del ACI**

**2.13 Proporción en Peso Húmedo:**

$$366.07 / 366.07 : 718.04 / 366.07 : 1041.63 / 366.07 \quad 1 : 1.96 : 2.85 / 0.58$$

**2.14 Pesos por Tanda de un Saco:**

Cemento	1.00	x	42.5	=	42.50	Kg
Agua Efectiva	0.58	x	42.5	=	24.45	Lt
Agregado Fino Húmedo	1.96	x	42.5	=	83.36	Kg
Agregado Grueso Húmedo	2.85	x	42.5	=	120.93	Kg

**2.15 Peso por Pie Cúbico del:**

Agregado Fino Húmedo	718.04	x	35.31 / 1593	=	15.92	Kg/pie <sup>3</sup>
Agregado Grueso Húmedo	1041.63	x	35.31 / 1468	=	25.05	Kg/pie <sup>3</sup>

**2.16 Dosificación en Volumen:**

Cemento	8.61	/	8.61	=	1.00	pie <sup>3</sup>
Agregado Fino Húmedo	15.92	/	8.61	=	1.85	pie <sup>3</sup>
Agregado Grueso Húmedo	25.05	/	8.61	=	2.91	pie <sup>3</sup>
Agua de Mezcla	210.57	/	8.61	=	24.45	Lt/bolsa

**SE RECOMIENDA USAR: 1.00 : 1.85 : 2.91 : 24.45 lt/bl**



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**E.A.P. INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES**

<b>TESIS</b>	: ADICIÓN DEL MUCILAGO DE NOPAL PARA MEJORA DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL EN NUEVO CHIMBOTE
<b>TESISTAS</b>	: BACH. ORTIZ TINTA, MONICA LIZBETH BACH. PUMAYALLA BRICEÑO, MIGUEL ANGEL
<b>ASESOR</b>	: ING. JULIO CESAR RIVASPLATA DIAZ
<b>UBICACIÓN</b>	: CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
<b>FECHA</b>	: 20 DE AGOSTO DEL 2020
<b>DOSIFICACION</b>	: 1:00/24.45/1.85/2.91

**DOSIFICACION DEL MUCILAGO DE NOPAL**

*Dimensiones de la probeta*

<i>Alto</i>	0.3000	<i>m</i>
<i>Diametro</i>	0.1500	<i>m</i>
<i>Volumen</i>	0.0053014	<i>m<sup>3</sup></i>

*Desperdicio*

30.0%

PESOS CORREGIDOS DE LOS MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD	DESPERDICIO (30%) (KG)	N° DE PROBETAS	1.0
				ADICION % DE MUCILAGO DE NOPAL	CANTIDAD DE MUCILAGO DE NOPAL A USAR (GR)
Cemento	366.07	Kg/m <sup>3</sup>	2.520	1%	25.2
Agua Efectiva	210.57	Lt/m <sup>3</sup>	1.450	3%	75.6
Agregado Fino Humedo	718.04	Kg/m <sup>3</sup>	4.950	5%	126
Agregado Grueso Humedo	1041.63	Kg/m <sup>3</sup>	7.180	7%	176.4
<b>PESO TOTAL DE LA PROBETA</b>			<b>16.10</b>		

## **7.7. Rotura de probetas a los 28 días de curado – 3% de mucilago de nopal.**

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 019 - 2020

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

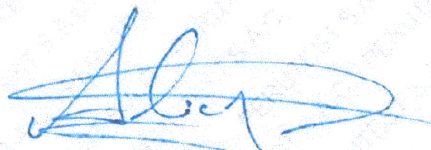
Página 1 de 3

1. Expediente	265-2020	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	KAE INGENIERIA S.A.C.	
3. Dirección	MZA. 36 LOTE. 1 INT. A P.J. MIRAFLORES ALTO - ANCASH - SANTA - CHIMBOTE	
4. Equipo	<b>PRENSA DE CONCRETO</b>	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.  PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.  Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.  El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Capacidad	120000 kgf	
Marca	PERUTEST	
Modelo	PC-120	
Número de Serie	1054	
Procedencia	PERÚ	
Identificación	NO INDICA	
Indicación	DIGITAL	
Marca	HIGH WEIGHT	
Modelo	315-X5P	
Número de Serie	NO INDICA	
Resolución	10 kgf	
Ubicación	NO INDICA	
5. Fecha de Calibración	2020-02-19	

Fecha de Emisión

2020-02-20

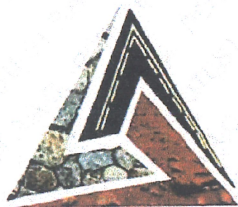
Jefe del Laboratorio de Metrología



MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello





**PERUTEST S.A.C.**  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

# PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA  
RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 019 - 2020

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

### 6. Método de Calibración

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

### 7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.  
MZA. 36 LOTE. 1 INT. A P.J. MIRAFLORES ALTO - ANCASH - SANTA - CHIMBOTE

### 8. Condiciones Ambientales

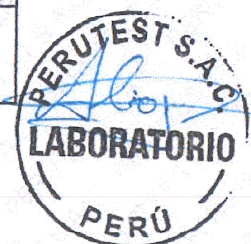
	Inicial	Final
Temperatura	22.6 °C	22.3 °C
Humedad Relativa	65 % HR	65 % HR

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: PF-001 Capacidad: 150,000 kg.f	INF-LE 002 - 20

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de  $\pm 2,0$  °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**PT - LF - 019 - 2020**

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

**11. Resultados de Medición**

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			
%	$F_i$ (kgf)	$F_1$ (kgf)	$F_2$ (kgf)	$F_3$ (kgf)	$F_{promedio}$ (kgf)
10	12000	12083	12073	12083	12079
20	24000	24117	24107	24097	24107
30	36000	36157	36147	36147	36151
40	48000	48198	48193	48203	48198
50	60000	60253	60248	60248	60250
60	72000	72309	72299	72304	72304
70	84000	84366	84361	84371	84366
80	96000	96438	96513	96488	96479
90	108000	108520	108525	108535	108527
100	120000	120587	120592	120587	120589
Retorno a Cero		100.0	100.0	120.0	

Indicación del Equipo F (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud a (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa a (%)	
12000	-0.64	0.08	0.00	0.08	0.35
24000	-0.32	0.08	0.50	0.04	0.42
36000	-0.30	0.03	0.47	0.03	0.42
48000	-0.30	0.02	0.44	0.02	0.41
60000	-0.30	0.01	0.47	0.02	0.41
72000	-0.30	0.01	0.48	0.01	0.42
84000	-0.31	0.01	0.51	0.01	0.43
96000	-0.37	0.08	0.56	0.01	0.43
108000	-0.34	0.01	0.59	0.01	0.45
120000	-0.33	0.00	0.63	0.01	0.46

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO ( $f_0$ )	0.10 %
---	--------

Fórmula de corrección: (Y=valor de fuerza corregido)

$$Y = 1.0049(\text{Valor de lectura}) - 19.267$$



**12. Incertidumbre**

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

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



Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos.  
Prestación de Servicios Generales

KAE Ingeniería

<b>TESIS :</b>	ADICIÓN DE MUCILAGO DE NOPAL PARA MEJORA DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL EN NUEVO CHIMBOTE	<b>REGISTRO N° :</b>	CC-TES-ERC-01
<b>SOLICITA :</b>	ORTIZ TINTA MÓNICA LIZBETH - PUMAYALLA BRICEÑO MIGUEL ANGEL	<b>PAGINA N° :</b>	01 de 02
<b>UBICACIÓN :</b>	Distrito: Nuevo Chimbote ; Provincia: Santa ; Departamento: Ancash		

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**  
(ASTM - C39, MTC E704, NTP-339-034)

Item	Identificación y Características de la Probeta										Ensayo de Rotura			
	Estructura Vacuada	Fecha de Muestreo	f'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	Diametro promedio (mm)	Altura promedio (mm)	Relación Alt/Díam	Fact. Correc.	Área (mm <sup>2</sup> )	Fecha de Rotura	Edad (días)	Lectura (Kg)	f'ce (Kg/cm <sup>2</sup> )	%	Tipo de Rotura
01	3% DE MUCILAGO DE NOGAL	25/06/2020	210	150	304	2.0	1	17671.5	23/07/2020	28	41111.3	232.6	110.8	E
02		25/06/2020	210	151	300	2.0	1	17907.9	23/07/2020	28	40438.0	225.8	107.5	B
03		25/06/2020	210	152	305	2.0	1	18145.8	23/07/2020	28	40076.2	220.9	105.2	B
04		25/06/2020	210	150	302	2.0	1	17671.5	23/07/2020	28	43271.8	244.9	116.6	B
05		25/06/2020	210	152	304	2.0	1	18145.8	23/07/2020	28	43693.9	240.8	114.7	B
06		25/06/2020	210	150	300	2.0	1	17671.5	23/07/2020	28	43332.1	245.2	116.8	E
07		25/06/2020	210	150	301	2.0	1	17671.5	23/07/2020	28	39181.9	221.7	105.6	B
08		25/06/2020	210	149	300	2.0	1	17436.6	23/07/2020	28	41794.6	239.7	114.1	B
09		25/06/2020	210	152	300	2.0	1	18145.8	23/07/2020	28	40116.4	221.1	105.3	E
10		25/06/2020	210	150	300	2.0	1	17671.5	23/07/2020	28	41312.3	233.8	111.3	B
11		25/06/2020	210	152	304	2.0	1	18145.8	23/07/2020	28	41875.0	230.8	109.9	B
12		25/06/2020	210	150	300	2.0	1	17671.5	23/07/2020	28	42518.2	240.6	114.6	B
13		25/06/2020	210	151	300	2.0	1	17907.9	23/07/2020	28	39995.9	223.3	106.4	B
14		25/06/2020	210	150	301	2.0	1	17671.5	23/07/2020	28	38815.1	219.6	104.6	E
15		25/06/2020	210	151	300	2.0	1	17907.9	23/07/2020	28	39296.4	219.4	104.5	B
16		25/06/2020	210	152	302	2.0	1	18145.8	23/07/2020	28	40476.2	223.1	106.2	E
17		25/06/2020	210	151	301	2.0	1	17907.9	23/07/2020	28	41436.9	231.4	110.2	B
18		25/06/2020	210	152	301	2.0	1	18145.8	23/07/2020	28	42352.3	233.4	111.1	B
19		25/06/2020	210	150	300	2.0	1	17671.5	23/07/2020	28	41170.6	233.0	110.9	E
20		25/06/2020	210	153	303	2.0	1	18385.4	23/07/2020	28	42082.0	228.9	109.0	E

Descripción del tipo de rotura

Tipo de Rotura						<p><b>TIPO A:</b> Conos relativamente bien formados en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas</p> <p><b>TIPO B:</b> Cono bien formado sobre una base, grietas verticales a través de las capas, pero no bien definido en la otra base.</p> <p><b>TIPO C:</b> Se presenta cuando las caras de aplicación de carga del espécimen están ligeramente fuera de las tolerancias de paralelismo establecidas o por ligeras desviaciones en el centrado de la probeta respecto al eje de carga de la máquina.</p> <p><b>TIPO D:</b> Fractura diagonal sin grietas en las bases. Golpear con martillos para diferencias del tipo 1</p> <p><b>TIPO E:</b> Grietas verticales columnares en ambas bases. Conos no bien formados.</p>
	A	B	C	D	E	

Observaciones y/o recomendaciones:

Las muestras de probetas fueron proporcionadas por el cliente.

Victor Alfonso Herrera Lázaro  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 216087



<b>TESIS :</b>	ADICIÓN DE MUCILAGO DE NOPAL PARA MEJORA DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO	<b>REGISTRO N° :</b>	CC-TES-ERC-01
	ESTRUCTURAL EN NUEVO CHIMBOTE	<b>PAGINA N° :</b>	02 de 02
<b>SOLICITA :</b>	ORTIZ TINTA MÓNICA LIZBETH - PUMAYALLA BRICEÑO MIGUEL ANGEL		
<b>UBICACIÓN :</b>	Distrito: Nuevo Chimbote ; Provincia: Santa ; Departamento: Ancash		

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**  
(ASTM - C39, MTC E704, NTP-339-034)

Item	Identificación y Características de la Probeta										Ensayo de Rotura			
	Estructura Vaciada	Fecha de Muestreo	f <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	Diametro promedio (mm)	Altura promedio (mm)	Relación Alt/Diám	Fact. Correc.	Área (mm <sup>2</sup> )	Fecha de Rotura	Edad (días)	Lectura (Kgf)	f <sub>ce</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	%	Tipo de Rotura
21	3% DE MUCILAGO DE NOGAL	25/06/2020	210	152	300	2.0	1	18145.8	23/07/2020	28	42341.3	233.3	111.1	B
22		25/06/2020	210	151	301	2.0	1	17907.9	23/07/2020	28	40504.3	226.2	107.7	E
23		25/06/2020	210	150	302	2.0	1	17671.5	23/07/2020	28	41972.5	237.5	113.1	E
24		25/06/2020	210	151	300	2.0	1	17907.9	23/07/2020	28	41147.5	229.8	109.4	B
25		25/06/2020	210	150	303	2.0	1	17671.5	23/07/2020	28	40734.5	230.5	109.8	B
26		25/06/2020	210	150	302	2.0	1	17671.5	23/07/2020	28	41939.3	237.3	113.0	B
27		25/06/2020	210	154	302	2.0	1	18626.5	23/07/2020	28	42175.5	226.4	107.8	E
28		25/06/2020	210	152	301	2.0	1	18145.8	23/07/2020	28	42198.6	232.6	110.7	B
29		25/06/2020	210	152	300	2.0	1	18145.8	23/07/2020	28	42201.6	232.6	110.7	E
30		25/06/2020	210	150	300	2.0	1	17671.5	23/07/2020	28	42198.6	238.8	113.7	E

Descripción del tipo de rotura

Tipo de Rotura	Cono	Cono y Hendedura	Cono y Corte	Corte	Columnar	TIPO A: Conos relativamente bien formados en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas
						TIPO B: Cono bien formado sobre una base, grietas verticales a través de las capas, pero no bien definido en la otra base.
						TIPO C: Se presenta cuando las caras de aplicación de carga del espécimen están ligeramente fuera de las tolerancias de paralelismo establecidas o por ligeras desviaciones en el centrado de la probeta respecto al eje de carga de la máquina.
						TIPO D: Fractura diagonal sin grietas en las bases. Golpear con martillos para diferencias del tipo 1
						TIPO E: Grietas verticales columnares en ambas bases. Conos no bien formados.

Observaciones y/o recomendaciones:

Las muestras de probetas fueron proporcionadas por el cliente.



Victor Alfonso Herrera Lázaro  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 216087





# ADICIÓN DEL MUCILAGO DE NOPAL PARA MEJORA DE LAS PROPIEDADES FISICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL EN NUEVO CHIMBOTE

## INFORME DE ORIGINALIDAD

25%

INDICE DE SIMILITUD

24%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

10%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	3%
2	<a href="http://1library.co">1library.co</a> Fuente de Internet	2%
3	<a href="http://repositorio.uns.edu.pe">repositorio.uns.edu.pe</a> Fuente de Internet	2%
4	<a href="http://repositorio.unfv.edu.pe">repositorio.unfv.edu.pe</a> Fuente de Internet	2%
5	<a href="http://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	2%
6	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	1%
7	<a href="http://repositorio.uss.edu.pe">repositorio.uss.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
8	<a href="http://repositorio.usanpedro.edu.pe">repositorio.usanpedro.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%

9	<b>idoc.pub</b> Fuente de Internet	1 %
10	<b>Submitted to Universidad Cesar Vallejo</b> Trabajo del estudiante	1 %
11	<b>alicia.concytec.gob.pe</b> Fuente de Internet	1 %
12	<b>ri-ng.uaq.mx</b> Fuente de Internet	1 %
13	<b>itzamna.bnct.ipn.mx:8080</b> Fuente de Internet	1 %
14	<b>Submitted to Universidad Continental</b> Trabajo del estudiante	1 %
15	<b>repositorio.ucp.edu.pe</b> Fuente de Internet	<1 %
16	<b>es.scribd.com</b> Fuente de Internet	<1 %
17	<b>Submitted to Universidad Nacional del Santa</b> Trabajo del estudiante	<1 %
18	<b>repositorio.unc.edu.pe</b> Fuente de Internet	<1 %
19	<b>vsip.info</b> Fuente de Internet	<1 %
20	<b>eprints.uanl.mx</b> Fuente de Internet	<1 %

21	<a href="http://repositorio.unsaac.edu.pe">repositorio.unsaac.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
22	<a href="http://repositorio.upao.edu.pe">repositorio.upao.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
23	<a href="http://vbook.pub">vbook.pub</a> Fuente de Internet	<1 %
24	<a href="http://repositorio.upn.edu.pe">repositorio.upn.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
25	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	<1 %
26	<a href="http://es.slideshare.net">es.slideshare.net</a> Fuente de Internet	<1 %
27	<a href="http://www.cuevadelcivil.com">www.cuevadelcivil.com</a> Fuente de Internet	<1 %
28	<a href="http://inba.info">inba.info</a> Fuente de Internet	<1 %
29	<a href="http://repositorio.ucss.edu.pe">repositorio.ucss.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
30	<a href="http://repositorio.uandina.edu.pe">repositorio.uandina.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
31	Submitted to Universidad Ricardo Palma Trabajo del estudiante	<1 %
32	<a href="http://www.acerosarequipa.com">www.acerosarequipa.com</a> Fuente de Internet	<1 %

<1 %

33

Submitted to Universidad San Ignacio de Loyola

Trabajo del estudiante

<1 %

34

tesis.ipn.mx

Fuente de Internet

<1 %

35

Submitted to Universidad Alas Peruanas

Trabajo del estudiante

<1 %

36

revistaalconpat.org

Fuente de Internet

<1 %

37

www.slideshare.net

Fuente de Internet

<1 %

38

repositorio.unp.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

39

www.studocu.com

Fuente de Internet

<1 %

40

civilgeeks.com

Fuente de Internet

<1 %

41

users.exa.unicen.edu.ar

Fuente de Internet

<1 %

42

alewitch1191.wordpress.com

Fuente de Internet

<1 %

43

www.imcyc.com

Fuente de Internet

<1 %

44

Submitted to Universidad Nacional de San  
Cristóbal de Huamanga

Trabajo del estudiante

<1 %

45

Submitted to Universidad Pontificia  
Bolivariana

Trabajo del estudiante

<1 %

46

repositorio.undac.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

47

repositorio.unh.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

48

repository.ucatolica.edu.co

Fuente de Internet

<1 %

49

qdoc.tips

Fuente de Internet

<1 %

50

text-id.123dok.com

Fuente de Internet

<1 %

51

www.cepa.gob.sv

Fuente de Internet

<1 %

52

Submitted to Universidad Andina Nestor  
Caceres Velasquez

Trabajo del estudiante

<1 %

53

trid.trb.org

Fuente de Internet

<1 %

54	<a href="http://www.researchgate.net">www.researchgate.net</a> Fuente de Internet	<1 %
55	Submitted to Universidad Tecnologica de los Andes Trabajo del estudiante	<1 %
56	<a href="http://repositorio.unprg.edu.pe:8080">repositorio.unprg.edu.pe:8080</a> Fuente de Internet	<1 %
57	Submitted to BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA BIBLIOTECA Trabajo del estudiante	<1 %
58	<a href="http://literatura.ciidiroaxaca.ipn.mx:8080">literatura.ciidiroaxaca.ipn.mx:8080</a> Fuente de Internet	<1 %
59	<a href="http://espacobonsai.blogspot.com">espacobonsai.blogspot.com</a> Fuente de Internet	<1 %
60	<a href="http://repositorio.unsm.edu.pe">repositorio.unsm.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
61	<a href="http://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a> Fuente de Internet	<1 %
62	"Proceedings of the International Conference of Sustainable Production and Use of Cement and Concrete", Springer Science and Business Media LLC, 2020 Publicación	<1 %
63	<a href="http://doaj.org">doaj.org</a> Fuente de Internet	<1 %