

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



**Análisis de la influencia de la sábila deshidratada en polvo sobre la
resistencia a la compresión del concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ para la
construcción de veredas**

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

AUTOR

Deybi Yhoseht Fuentes Segura

ASESOR

Justo David Pedraza Franco

<https://orcid.org/0000-0002-1027-2267>

Chiclayo, 2025

**Análisis de la influencia de la sábila deshidratada en polvo sobre la
resistencia a la compresión del concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ para la
construcción de veredas**

PRESENTADA POR
Deybi Yhoseht Fuentes Segura

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO CIVIL

APROBADA POR

Cesar Eduardo Cachay Lazo
PRESIDENTE

Cesar Augusto Ramírez Guanilo
SECRETARIO

Justo David Pedraza Franco
VOCAL

Dedicatoria

Dedico esta investigación a quienes han sido mi mayor inspiración y apoyo incondicional: de manera muy especial a mi madre, María Araminda, que con su amor, ejemplo y sus valores de perseverancia, responsabilidad, constancia y valentía me enseñó a no rendirme jamás, mostrándome con su fortaleza que los desafíos pueden ser superados; a mi hermano, Jhefersson Aldahir, por ser mi compañero de vida y aliento constante en cada paso, ejemplo de disciplina; a mi güelito y a mi mamita Paula, quienes con su sabiduría, cariño y esfuerzo sembraron en mí los principios necesarios para esta difícil etapa universitaria; y a mi padre, Tany, por haberse convertido en mi ángel que me bendice día a día para salir de las adversidades, quién me enseñó a ser un caballero, cuyo recuerdo y ejemplo permanecen siempre conmigo, dejándome un legado de fuerza y determinación.

Agradecimiento

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que han sido fundamentales en la realización de esta investigación. A mi asesor, Ing. Justo David Pedraza Franco, por su invaluable guía y apoyo en cada etapa de este proyecto; al Ing. Elmer Rolando Polo Briceño, por su disposición y el valioso tiempo que ha dedicado para orientar mis pasos en esta investigación; a mi madre, María Araminda, por su amor incondicional y su fortaleza, que han sido mi inspiración constante; a mis amigos y docentes de mi educación universitaria, quienes compartieron conmigo su conocimiento y ánimo; y a mi hermano Jhefersson Aldahir y a mis hermanas, por su apoyo y comprensión a lo largo de este camino. A todos ellos, mi profunda gratitud.

Tesis - Deybi Yhoseht Fuentes Segura

INFORME DE ORIGINALIDAD

21 %	21 %	7 %	8 %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	13 %
2	repositorio.utea.edu.pe Fuente de Internet	1 %
3	doku.pub Fuente de Internet	1 %
4	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	1 %
5	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	1 %
6	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	1 %
7	repository.unimilitar.edu.co Fuente de Internet	<1 %
8	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
9	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	<1 %

Índice

Resumen	14
Abstract	15
Introducción.....	16
Revisión de literatura.....	18
Materiales y métodos	29
Resultados y discusión	48
Conclusiones	102
Recomendaciones	105
Referencias.....	107
Anexos	109

Lista de tablas

Tabla 1. Asentamientos recomendables por el ACI 211	24
Tabla 2. Principios activos de la sábila (Aloe vera)	28
Tabla 3. Operacionalización de variables	31
Tabla 4. Muestras para analizar el comportamiento de la SDP frente al H ₂ O	41
Tabla 5. Análisis granulometría por tamizado del agregado fino	48
Tabla 6. Análisis granulometría por tamizado del agregado grueso	49
Tabla 7. Contenido de humedad del agregado fino.....	50
Tabla 8. Contenido de humedad del agregado grueso	50
Tabla 9. Peso unitario del agregado fino.....	50
Tabla 10. Peso unitario del agregado grueso.....	50
Tabla 11. Peso específico y absorción del agregado fino	51
Tabla 12. Peso específico y absorción del agregado grueso	51
Tabla 13. Resistencia a la compresión del concreto (CP - MS).....	64
Tabla 14. Resistencia a la compresión del concreto (0.5 % - MS)	65
Tabla 15. Resistencia a la compresión del concreto (5 % - MS)	66
Tabla 16. Resistencia a la compresión del concreto (10 % - MS)	67
Tabla 17. Resistencia a la compresión del concreto (CP - ICO).....	68
Tabla 18. Resistencia a la compresión del concreto (0.5 % - ICO)	69
Tabla 19. Resistencia a la compresión del concreto (5 % - ICO)	70
Tabla 20. Resistencia a la compresión del concreto (10 % - ICO)	71
Tabla 21. Resistencia a la compresión $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ - MS	72
Tabla 22. Resistencia a la compresión $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ - ICO	72
Tabla 23. Resistencia a la flexión del concreto (CP - MS)	73
Tabla 24. Resistencia a la flexión del concreto (0.5 % - MS).....	74
Tabla 25. Resistencia a la flexión del concreto (5 % - MS).....	74
Tabla 26. Resistencia a la flexión del concreto (10 % - MS).....	75

Tabla 27. Resistencia a la flexión del concreto (CP - ICO)	76
Tabla 28. Resistencia a la flexión del concreto (0.5 % - ICO).....	76
Tabla 29. Resistencia a la flexión del concreto (5 % - ICO).....	77
Tabla 30. Resistencia a la flexión del concreto (10 % - ICO).....	78
Tabla 31. Resistencia a la flexión del concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ - MS.....	78
Tabla 32. Resistencia a la flexión del concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ - ICO.....	79
Tabla 33. Resistencia a la tracción indirecta del concreto (CP - MS).....	80
Tabla 34. Resistencia a la tracción indirecta del concreto (0.5 % - MS)	81
Tabla 35. Resistencia a la tracción indirecta del concreto (5 % - MS)	81
Tabla 36. Resistencia a la tracción indirecta del concreto (10 % - MS)	82
Tabla 37. Resistencia a la tracción indirecta del concreto (CP - ICO).....	83
Tabla 38. Resistencia a la tracción indirecta del concreto (0.5 % - ICO)	83
Tabla 39. Resistencia a la tracción indirecta del concreto (5 % - ICO)	84
Tabla 40. Resistencia a la tracción indirecta del concreto (10 % - ICO)	85
Tabla 41. Resistencia a la tracción indirecta del concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ - MS	85
Tabla 42. Resistencia a la tracción indirecta del concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ - ICO	86
Tabla 43. Expansión del concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ - MS	87
Tabla 44. Expansión del concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ - ICO	88
Tabla 45. APU de un concreto 175 kg/cm^2 en veredas - MS.....	91
Tabla 46. APU de un concreto $175 \text{ kg/cm}^2 + 0.5 \%$ SDP en veredas - MS.....	91
Tabla 47. APU de un concreto $175 \text{ kg/cm}^2 + 5 \%$ SDP en veredas - MS.....	92
Tabla 48. APU de un concreto $175 \text{ kg/cm}^2 + 10 \%$ SDP en veredas - MS.....	92
Tabla 49. APU de un concreto 175 kg/cm^2 en veredas - ICO.....	93
Tabla 50. APU de un concreto $175 \text{ kg/cm}^2 + 0.5 \%$ SDP en veredas - ICO.....	93
Tabla 51. APU de un concreto $175 \text{ kg/cm}^2 + 5 \%$ SDP en veredas - ICO.....	94
Tabla 52. APU de un concreto $175 \text{ kg/cm}^2 + 10 \%$ SDP en veredas - ICO.....	94

Lista de ilustraciones

Ilustración 1. Plantas de Sábila	27
Ilustración 2. Hojas de plantas de Sábila (Aloe vera)	28
Ilustración 3. Diseño de investigación	30
Ilustración 4. Características de la sábila (Elaboración Propia).....	34
Ilustración 5. Plantas de sábila en Chiclayo y/o Chepén.....	36
Ilustración 6. Sábila sumergida en H ₂ O	36
Ilustración 7. Retiro de la pulpa de la sábila	36
Ilustración 8. Parénquima de sábila.....	37
Ilustración 9. Licuado del parénquima de la sábila	37
Ilustración 10. Parénquima de color verdoso	37
Ilustración 11. Deshidratación del parénquima de la sábila.....	38
Ilustración 12. Eliminación de exceso de líquido de la sábila en la estufa	38
Ilustración 13, Cáscara deshidratada de parénquima licuado de la sábila	39
Ilustración 14. Proceso de pulverizar la sábila deshidratada.....	39
Ilustración 15. Sábila Deshidrata en Polvo (SDP)	40
Ilustración 16. Muestra para ensayo de FTIR	42
Ilustración 17. Muestra para ensayo EDS	42
Ilustración 18. Ensayos del agregado fino	43
Ilustración 19. Ensayos del agregado grueso	44
Ilustración 20. Ensayo de asentamiento con el cono de Abrams	44
Ilustración 21. Elaboración de probetas cilíndricas (Concreto patrón).....	45
Ilustración 22. Elaboración de testigos de concreto (Adiciones de SDP).....	45
Ilustración 23. Pesado de las probetas de concreto en estado fresco	46
Ilustración 24. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto	46
Ilustración 25. Ensayo de resistencia a la tracción directa del concreto	47
Ilustración 26. Ensayo de resistencia a la flexión del concreto.....	47

Ilustración 27. Huertos con plantas de sábila en la Urb. Casa Blanca – JLO	89
Ilustración 28. Mapeo de huertos que tienen plantas de sábila	90
Ilustración 29. Espectrofotómetro de infrarrojo con Transformada de Fourier	96
Ilustración 30. Espectro FTIR del mucílago de sábila en polvo	96
Ilustración 31. Contemplación en el estereoscopio. Laboratorio de Microbiología - USAT... ..	97
Ilustración 32. Muestras en el estereoscopio (40 X). Elaboración propia.....	97

Lista de gráficos

Gráfico 1. Curva Granulométrica del agregado fino.....	48
Gráfico 2. Curva granulométrica del agregado grueso	49
Gráfico 3. Resistencia a la compresión del concreto (CP-MS).....	64
Gráfico 4. Resistencia a la compresión del concreto (0.5 % - MS)	65
Gráfico 5. Resistencia a la compresión del concreto (5 % - MS)	66
Gráfico 6. Resistencia a la compresión del concreto (10% - MS)	67
Gráfico 7. Resistencia a la compresión del concreto (CP - ICO).....	68
Gráfico 8. Resistencia a la compresión del concreto (0.5 % - ICO)	69
Gráfico 9. Resistencia a la compresión del concreto (5 % - ICO)	70
Gráfico 10. Resistencia a la compresión del concreto (10 % - ICO)	71
Gráfico 11. Resistencia a la compresión $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ - MS.....	72
Gráfico 12. Resistencia a la compresión $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ - ICO.....	72
Gráfico 13. Resistencia a la flexión del concreto (CP - MS).....	73
Gráfico 14. Resistencia a la flexión del concreto (0.5 % - MS).....	74
Gráfico 15. Resistencia a la flexión del concreto (5 % - MS).....	75
Gráfico 16. Resistencia a la flexión del concreto (10 % - MS).....	75
Gráfico 17. Resistencia a la flexión del concreto (CP - ICO).....	76
Gráfico 18. Resistencia a la flexión del concreto (0.5 % - ICO).....	77
Gráfico 19. Resistencia a la flexión del concreto (5 % - ICO).....	77
Gráfico 20. Resistencia a la flexión del concreto (10 % - ICO).....	78
Gráfico 21. Resistencia a la flexión del concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ - MS.....	79
Gráfico 22. Resistencia a la flexión del concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ - ICO.....	79
Gráfico 23. Resistencia a la tracción indirecta del concreto (CP - MS).....	80
Gráfico 24. Resistencia a la tracción indirecta del concreto (0.5 % - MS)	81
Gráfico 25. Resistencia a la tracción indirecta del concreto (5 % - MS)	82
Gráfico 26. Resistencia a la tracción indirecta del concreto (10 % - MS)	82

Gráfico 27. Resistencia a la tracción indirecta del concreto (CP – ICO).....	83
Gráfico 28. Resistencia a la tracción indirecta del concreto (0.5 % - ICO).....	84
Gráfico 29. Resistencia a la tracción indirecta del concreto (5 % - ICO).....	84
Gráfico 30. Resistencia a la tracción indirecta del concreto (10 % - ICO).....	85
Gráfico 31. Resistencia a la tracción indirecta del concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ - MS	86
Gráfico 32. Resistencia a la tracción indirecta del concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ - ICO	86
Gráfico 33. Expansión promedio del concreto - MS.....	87
Gráfico 34. Expansión promedio del concreto - ICO.....	88
Gráfico 35. Expansión del concreto frente a sulfatos.....	88
Gráfico 36. Análisis de costos unitarios por m^3 de un concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$	95

Lista de anexos

Anexo N° 1. Ficha Técnica de Sábila Deshidratada en Polvo	109
Anexo N° 2. Validación de ensayos de laboratorio	110
Anexo N° 3. Ensayo: Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino	111
Anexo N° 4. Ensayo: Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso	112
Anexo N° 5. Ensayo: Peso unitario del agregado fino	113
Anexo N° 6. Ensayo: Peso unitario del agregado grueso.....	114
Anexo N° 7. Ensayo: Peso específico y absorción del agregado fino.....	115
Anexo N° 8. Ensayo: Peso específico y absorción del agregado grueso	116
Anexo N° 9. Ensayo: Contenido de humedad del agregado fino.....	117
Anexo N° 10. Ensayo: Contenido de humedad del agregado grueso.....	118
Anexo N° 11. Diseño de mezcla de concreto - MS.....	119
Anexo N° 12. Ensayo: Resistencia a la compresión del concreto patrón - MS	124
Anexo N° 13. Ensayo: Resistencia a la compresión (CP + 0.5% SDP) - MS.....	125
Anexo N° 14. Ensayo: Resistencia a la compresión (CP + 5% SDP) - MS.....	126
Anexo N° 15. Ensayo: Resistencia a la compresión (CP + 10% SDP) - MS.....	127
Anexo N° 16. Ensayo: Resistencia a la flexión del concreto patrón - MS.....	128
Anexo N° 17. Ensayo: Resistencia a la flexión (CP + 0.5% SDP) - MS	129
Anexo N° 18. Ensayo: Resistencia a la flexión (CP + 5% SDP) - MS	130
Anexo N° 19. Ensayo: Resistencia a la flexión (CP + 10% SDP) - MS	131
Anexo N° 20. Ensayo: Resistencia a la tracción indirecta del concreto patrón - MS	132
Anexo N° 21. Ensayo: Resistencia a la tracción indirecta (CP + 0.5% SDP) - MS	133
Anexo N° 22. Ensayo: Resistencia a la tracción indirecta (CP + 5% SDP) - MS	134
Anexo N° 23. Ensayo: Resistencia a la tracción indirecta (CP + 10% SDP) - MS	135
Anexo N° 24. Diseño de mezcla de concreto - ICO.....	136
Anexo N° 25. Ensayo: Resistencia a la compresión del concreto patrón - ICO	141
Anexo N° 26. Ensayo: Resistencia a la compresión (CP + 0.5% SDP) - ICO.....	142

Anexo N° 27. Ensayo: Resistencia a la compresión (CP + 5% SDP) - ICO.....	143
Anexo N° 28. Ensayo: Resistencia a la compresión (CP + 10% SDP) - ICO.....	144
Anexo N° 29. Ensayo: Resistencia a la flexión del concreto patrón - ICO.....	145
Anexo N° 30. Ensayo: Resistencia a la flexión (CP + 0.5% SDP) - ICO.....	146
Anexo N° 31. Ensayo: Resistencia a la flexión (CP + 5% SDP) - ICO.....	147
Anexo N° 32. Ensayo: Resistencia a la flexión (CP + 10% SDP) - ICO.....	148
Anexo N° 33. Ensayo: Resistencia a la tracción indirecta del concreto patrón - ICO.....	149
Anexo N° 34. Ensayo: Resistencia a la tracción indirecta (CP + 0.5% SDP) - ICO.....	150
Anexo N° 35. Ensayo: Resistencia a la tracción indirecta (CP + 5% SDP) - ICO.....	151
Anexo N° 36. Ensayo: Resistencia a la tracción indirecta (CP + 10% SDP) - ICO.....	152
Anexo N° 37. Espectroscopía infrarroja por Transformada de Fourier (FTIR).....	153
Anexo N° 38. Ensayo: Cambio de longitud del concreto patrón - ICO.....	154
Anexo N° 39. Ensayo: Cambio de longitud del concreto (CP + 0.5% SDP) - ICO.....	155
Anexo N° 40. Ensayo: Cambio de longitud del concreto (CP + 5% SDP) - ICO.....	156
Anexo N° 41. Ensayo: Cambio de longitud del concreto (CP + 10% SDP) - ICO.....	157
Anexo N° 42. Ensayo: Cambio de longitud del concreto patrón - MS.....	158
Anexo N° 43. Ensayo: Cambio de longitud del concreto (CP + 0.5% SDP) - MS.....	159
Anexo N° 44. Ensayo: Cambio de longitud del concreto (CP + 5% SDP) - MS.....	160
Anexo N° 45. Ensayo: Cambio de longitud del concreto (CP + 10% SDP) - MS.....	161

Resumen

En busca de enriquecer las propiedades mecánicas del concreto se hacen uso de distintos aditivos, en este caso se ha incorporado la sábila deshidratada en polvo (SDP) como aditivo natural, en proporciones de 0.5 %, 5 % y 10 % respecto al peso del cemento contenido en el diseño de mezcla para un concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$, utilizando los cementos portland tipo MS e ICO. Para obtener este polímero natural en polvo, se ha utilizado solo el parénquima (pulpa) de la sábila, procediendo a licuar este gel para después retirar el exceso de agua contenida, después llevarlo a la estufa y finalmente pulverizar la cáscara seca de sábila ya deshidratada, obteniendo un polvo de $75 \mu\text{m}$ aproximadamente. Se demostró que la única proporción que tuvo resultados favorables fue la adición de 0.5 % de SDP, y al cuantificar lo resultados se obtuvo, al utilizar el cemento MS, una mejora de 8.67 % su resistencia a la compresión, un aumento de 2.68 % en la resistencia a la flexión y un 11.94 % en la resistencia a la tracción indirecta; y al utilizar el cemento ICO, una mejora de 8.98 % su resistencia a la compresión, un aumento de 4.72 % en la resistencia a la flexión y un 17.94 % en la resistencia a la tracción indirecta; además, se obtuvo una expansión frente a sulfatos, con una mejora del 5.88 % y un 4.76 %, utilizando el cemento MS e ICO, respectivamente; mientras que el uso del 5 % y 10 % de SDP, afecta negativamente la estructura interna y las propiedades mecánicas del concreto. Asimismo, el aditivo (SDP) al ser un polímero natural mejora la adherencia y los grupos funcionales pueden formar enlaces de hidrógeno que estabilizan la estructura polimérica y disminuye los espacios intersticiales, logrando reducir la porosidad del concreto.

Palabras clave: Sábila, resistencia, flexión, polímero.

Abstract

In search of enriching the mechanical properties of the concrete, different additives are used, in this case dehydrated aloe vera powder (SDP) has been incorporated as a natural additive, in proportions of 0.5 %, 5 % and 10 % with respect to the weight of the concrete. Cement contained in the mix design for a concrete $f'_c=175$ kg/cm², using portland cements type MS and ICO. To obtain this natural polymer in powder form, only the parenchyma (pulp) of the aloe vera has been used, proceeding to liquefy this gel and then remove the excess water contained, then take it to the stove and finally pulverize the dry dehydrated aloe vera shell, obtaining a powder of approximately 75 μ m. It was shown that the only proportion that had favorable results was the addition of 0.5 % of SDP, and when quantifying the results, when using the MS cement, an improvement of 8.67 % in its compressive strength was obtained, an increase of 2.68 % in flexural strength and 11.94 % in indirect tensile strength; and when using ICO cement, an 8.98 % improvement in its compressive strength, a 4.72 % increase in flexural strength and a 17.94 % increase in indirect tensile strength; In addition, an expansion against sulfates was obtained, with an improvement of 5.88 % and 4.76 %, using MS and ICO cement, respectively; while the use of 5 % and 10 % SDP negatively affects the internal structure and mechanical properties of the concrete. Likewise, the additive (SDP), being a natural polymer, improves adhesion and the functional groups can form hydrogen bonds that stabilize the polymer structure and reduce interstitial spaces, reducing the porosity of the concrete.

Keywords: Aloe vera, resistance, bending, polymer.

Introducción

Al implementarse y ser aplicado en la sociedad el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS), 11 de las Naciones Unidas fomenta el desarrollo de ciudades y pueblos sostenibles y con una gran capacidad de adaptación, en efecto, la industria mundial del sector de la construcción ha experimentado un crecimiento acelerado en la última década, especialmente en el Perú, donde van creciendo a una velocidad considerable [1]. Teniendo en cuenta, que el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), demostrados en los datos del año 2017 ha cuantificado un aumento del 8.92 % en la fabricación de viviendas. Asimismo, la materia que más predomina en estas edificaciones o construcciones es el concreto, ahora bien, se están llevando a cabo diversas investigaciones con el propósito de contribuir al desarrollo eficiente y beneficioso de nuevas tecnologías relacionadas con el concreto, buscando reducir los valores referenciales en la construcción de las futuras edificaciones y proyectos de gran envergadura.

En la búsqueda de mejorar las propiedades mecánicas del concreto utilizado en la construcción de veredas, se han explorado diversos aditivos y materiales complementarios. La sábila (Aloe vera) deshidratada en polvo es un polímero natural que ha mostrado potenciales beneficios en diversas aplicaciones debido a sus propiedades químicas y físicas. Sin embargo, la influencia específica de la sábila deshidratada en polvo sobre la resistencia a la compresión del concreto no ha sido suficientemente estudiada. Existe la necesidad de entender cómo este aditivo puede afectar la integridad estructural y las propiedades mecánicas del concreto, particularmente en mezclas diseñadas para resistencias específicas como $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$, comúnmente utilizado en la construcción de veredas. En ese sentido, ¿cómo afecta la incorporación de sábila deshidratada en polvo en la resistencia a la compresión del concreto con una resistencia especificada de $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ en la construcción de veredas?

Existen pocos estudios sobre el tema mencionado, uno de ellos es la investigación que se han llevado a cabo en México (Universidad Marista de Querétaro) donde evalúa la mezcla de concreto adicionando el aditivo natural de sábila estudiando los efectos producidos en la velocidad de la corrosión del acero estructural, y en los últimos años se han realizado algunos estudios en el Perú, donde se han obtenido resultados favorables y desfavorables con relación al uso de la sábila deshidratada en polvo en el concreto respecto al análisis sobre la resistencia de la compresión del concreto cuando tienes elevados porcentajes de adición de este compuesto natural [2]. Entonces, cómo es que esta adición va a comportarse y cómo es que va a actuar frente a las propiedades del concreto una resistencia especificada de $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$.

Por consiguiente, en la presente investigación se plantean objetivos que ayudarán a responder la interrogante planteada, en busca de nuevos conocimientos que sirvan para las futuras generaciones. Por ende, el objetivo general busca analizar la resistencia a la compresión adicionando porcentajes de sábila deshidratada en polvo en un concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ para la construcción de veredas, y al querer detallar más minuciosamente esta investigación se plantean los objetivos específicos, el primero es determinar el comportamiento de la resistencia a la compresión concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ adicionando 0.5%, 5% y 10% de sábila deshidratada en polvo, el segundo es determinar el comportamiento de la resistencia a la tracción y flexión del concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ adicionando 0.5%, 5% y 10% de sábila deshidratada en polvo, el tercero es determinar el comportamiento de durabilidad con sulfatos del concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ adicionando 0.5%, 5% y 10% de sábila deshidratada en polvo, el cuarto es comparar el análisis económico del concreto patrón con el concreto adicionando proporciones de 0.5%, 5% y 10% de sábila deshidratada en polvo y el último es determinar la composición química de la sábila deshidratada en polvo, que se logrará con el ensayo de espectroscopía infrarroja por Transformada de Fourier (FTIR), los cuales nos permitirán analizar el comportamiento que va a tener con este aditivo natural.

Es importante mencionar que la sábila es una planta que no requiere grandes cantidades de agua, siendo un elemento necesario para áreas que se ven afectadas por las sequías; además, su cultivo resulta económicamente beneficioso para los agricultores [3]. En la actualidad, no existen compañías que estén llevando a cabo la industrialización del uso de la sábila como adición natural en el concreto, es decir, en este proyecto de investigación resulta ser sugestivo.

Revisión de literatura

Antecedentes

A nivel internacional se consideran estudios como:

En el artículo [4] se construyeron bloques de mortero utilizando adiciones botánicas deshidratadas (Nopal y Aloe Vera) de origen vegetal. Un total de 84 bloques de mortero se fabricaron con y sin estas adiciones naturales, y se realizaron pruebas a intervalos de 30, 90, 180 y 900 días para evaluar cualquier degradación potencial de los aditivos con el tiempo. Se utilizaron bloques de mortero sin estas adiciones como grupo de control. Teniendo como resultados mejora significativa en las mezclas de concreto con nopal y aloe vera deshidratada, que a los 30 días su resistencia disminuyó en 7.1 kg/cm^2 , pero al pasar los 90 días, los resultados dieron un giro de 180° , su resistencia aumentó en 33 kg/cm^2 , sin embargo, al dejar pasar de 180 a 900 días y evaluar su resistencia, este aumentó en 11 kg/cm^2 , es decir, los resultados fueron vas favorables al evaluar la resistencia a los 30 días.

[5] En este estudio, se utilizó el cactus deshidratado y el Aloe vera como aditivos naturales. Estos aditivos se mezclaron en diferentes concentraciones relativas al peso del cemento (0.10%, 0.25%, 0.5% y 1.0%). A partir de esta investigación, los resultados obtenidos sugieren que agregar Nopal o Aloe vera en porcentajes entre el 1% y el 2% puede ser beneficioso para aumentar las características de durabilidad en ambientes alcalinos. Ahora bien, revisando los resultados de la resistencia a la compresión, al ser evaluados a los 30 días de la fabricación se obtuvo una ligera mejora con un 1% de Nopal. Además, es de suma importancia destacar que los resultados que se obtuvieron en las mezclas de Nopal y Aloe vera no presentaron diferencias significativas, y los promedios oscilaron entre 252 y 290 kg/cm^2 .

A nivel nacional se consideran estudios como:

En la tesis [6] se investiga el efecto de las concentraciones de Aloe vera en un concreto estructural en términos de resistencia a la compresión, infiltración, absorción capilar, tiempo de fraguado y asentamiento. Con el fin de obtener porcentaje óptimo analizado en el estado fresco y endurecido del concreto. Además, los costos, los cuales han sido comparados en este estudio, los cuales muestran la comparación del aditivo Sika respecto el aditivo natural Aloe vera, se nota claramente que los costos con un aditivo natural son menores que los que se construyen con aditivos industriales. Los porcentajes de Aloe vera utilizados en esta investigación fueron del 1%, 2%, 3%, 4%, 5% y 6% con relación a su volumen, y se empleó la técnica de licuado

para incorporar este aditivo natural. Los resultados de la mayoría de los ensayos realizados indicaron que el uso de un 5% o 6% de Aloe vera como adición no mejora las propiedades del concreto debido a la adición en altos porcentajes, mientras que, en concentraciones menores, sí mejor ligeramente la resistencia.

En el artículo científico [7] nos menciona que se fabricaron nanobiocompuestos utilizando el método de moldeo por compresión a partir de una combinación de fibras de kenaf y aloe vera, ácido poliláctico (PLA) y arcilla de montmorillonita (MMT). Se investigaron los efectos de la hibridación de las fibras y la adición de arcilla MMT en las propiedades de absorción de agua, y de biodegradabilidad de los nanobiocompuestos. Antes de la fabricación, las fibras de kenaf y aloe vera fueron tratadas con una solución de hidróxido de sodio al 6%. Este estudio concluyó que el nanobiocompuesto híbrido PLA/MMT con 1% en peso de MMT mostró mayores propiedades de resistencia respecto a la tracción, respecto a la flexión, y ni que hablar del impacto a la abrasión.

A nivel local se consideran estudios como:

En la tesis [8] desarrollaron una investigación denominada: “Análisis comparativo de las principales propiedades mecánicas de un concreto: patrón, con aditivo natural (azúcar) y con aditivo chemaplast”, en la Universidad Privada Antenor Orrego, de Trujillo. El propósito del estudio fue comparar las propiedades mecánicas de distintas formulaciones de concreto, para lo cual se desarrollaron tres tipos de mezcla: un concreto patrón, un concreto con aditivo natural a base de azúcar y un concreto con aditivo Chemaplast. Se realizaron evaluaciones en estado fresco y, en estado endurecido, se determinó la resistencia a la compresión a los 3, 7, 14 y 28 días. Para el análisis, se empleó un concreto patrón y dos concretos modificados: uno con adición de azúcar blanca en dosificaciones del 0.075%, 0.10% y 0.15% en relación al peso del cemento, y otro con Chemaplast en proporciones del 0.85%, 1.13% y 1.41% sobre el peso del cemento. Los hallazgos indicaron que la adición de un 0.075% de azúcar mejoró la trabajabilidad de la mezcla, mientras que un 0.15% de azúcar retardó el tiempo de fraguado inicial y aumentó la resistencia en un 221%. Por su parte, la adición de Chemaplast al 1.41% retrasó el fraguado inicial en un 233%. Como conclusión, se observó que el uso de azúcar favorece el desarrollo de la resistencia a edades avanzadas, mientras que el Chemaplast mostró una tendencia inversa en los resultados de resistencia.

En la tesis de pregrado [9] desarrollaron una investigación denominada: “Diseño de concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ adicionando gel de aloe vera para mejorar la resistencia a la compresión, Tarapoto 2019”, en Lima. La investigación tuvo como finalidad evaluar la resistencia a la compresión del concreto elaborado en Tarapoto al incorporar gel de aloe vera como sustituto parcial. Se utilizaron porcentajes de aloe vera del 1%, 2%, 4% y 6%, con los cuales se diseñaron mezclas específicas para analizar las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido. Para el ensayo de resistencia a la compresión, se moldearon 45 cilindros de concreto, distribuidos en 9 probetas de concreto patrón y 36 probetas con distintas adiciones de aloe vera, 9 por cada nivel de dosificación. Los resultados obtenidos mostraron que el asentamiento del concreto disminuye a medida que aumenta el porcentaje de aloe vera; en cuanto a la resistencia a la compresión, se observó un incremento progresivo con las dosificaciones de 1% y 2%, mientras que al emplear 4% y 6%, los valores de resistencia comenzaron a reducirse.

Bases teóricas

CONCRETO

Es una sustancia semejante a la roca, se produce al combinar de manera precisa cemento, arena, grava u otro material similar y agua. Una vez mezclados, estos componentes se solidifican en moldes con la forma y tamaño deseados. La estructura del material se compone de partículas finas y gruesas. El cemento y el agua interactúan químicamente para unir las partículas del agregado y formar una masa sólida [1].

De acuerdo con el Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto [10], existen principalmente cuatro propiedades del concreto, que son la trabajabilidad, la cohesión, la resistencia y la durabilidad. Además, este presenta tres estados distintos con relación a sus características, los cuales son el estado plástico, el estado de fraguado y el estado endurecido.

Tipos de concreto:

➤ Concreto Convencional:

Este tipo de concreto es ampliamente utilizado en la construcción de edificaciones de menor envergadura que no necesitan una alta resistencia a la tracción. Sin embargo, no se recomienda su uso en estructuras que estén expuestas a tensiones significativas, vibraciones, cargas de viento o movimientos tectónicos, ya que carece de refuerzo adecuado.

➤ **Concreto Estructural:**

Es una mezcla de excelente calidad que cumple con los estándares nacionales de construcción (según la Norma E0.60 Concreto Armado) con una resistencia mínima de $f'c=175$ kg/cm². Se destaca por su elevada resistencia tanto a la compresión como a la tracción, así como por su capacidad para resistir impactos causados por las cargas de viento y vibraciones.

➤ **Concreto Arquitectónico:**

Concreto elaborado para que se diseñe sin las vibraciones en cualquier tipo de elemento.

➤ **Concreto Permeable:**

Conocido como concreto poroso o concreto drenante, es un tipo especial de concreto diseñado en el que mediante su drenaje deja pasar el agua externa hacia su estructura, especialmente diseñado para el uso en exteriores y calles que permite el paso del agua pluvial al subsuelo.

➤ **Concreto Edades Tempranas:**

Contiene materiales que permiten en su diseño un desencofrado rápido, que puede alcanzar su $f'c$ total de tres a catorce días, según los porcentajes de los agregados.

➤ **Concreto Autocompactable:**

Puede colocarse sobre cualquier tipo de elemento sin necesidad de vibradores ni compactadores.

➤ **Concreto Ligero:**

Es un tipo de diseño utilizado en elementos no primarios, los cuales, al ser ligeros reducen las cargas muertas, evitando que la estructura pese demasiado y tengo poca carga los cimientos.

➤ **Concreto Alta Resistencia:**

Diseñado para lograr resistencias a la compresión que van desde 500 a 1000 kg/cm². Este tipo de concreto se utiliza en edificios de gran altura, puentes, presas, entre otros. Además, sus propiedades mejoradas permiten la reducción en el tamaño de las secciones estructurales.

➤ **Concreto no Estructural:**

Diseñado para elaborar elementos con materiales resistentes y $f'c$ mínima de 150 kg/cm².

Resistencia a la compresión del concreto

La capacidad del concreto para soportar cargas sin fallar, conocida como resistencia a la compresión, es una de sus propiedades mecánicas más importantes y relevantes y se expresa generalmente en kg/cm^2 , MPa o psi, que describe la capacidad para sostener una carga distribuida sobre cada unidad de área.

Los diseñadores de edificios suelen determinar la f'_c como parte de los cálculos y la planificación, ya que esto sirve como base para dimensionar y reforzar varios elementos estructurales. Si la f'_c lograda durante la construcción es inferior al valor especificado de f'_c , la firmeza de la estructura puede verse comprometida.

Para prevenir esta potencial reducción, recuerde que las diferencias en la preparación de lotes, el envío, la colocación, la compactación y el curado pueden hacer que la misma mezcla de concreto tenga diferentes indicadores de f'_c . En la práctica, resulta inviable económicamente establecer una resistencia mínima que coincida exactamente con la resistencia de diseño, ya que estadísticamente siempre es posible obtener algunos valores más bajos.

Para poder calcular la f'_c en el mismo lugar de los proyectos, la norma ASTM C31 nos presenta procedimientos necesarios para sus cálculos. Además, las probetas cilíndricas de concreto se calculan a través del ensayo según la NTP 339.034 basado en la ASTM C39.

Para el cálculo para determinar la resistencia a la compresión se muestra en:

$$R_c = \frac{P}{A}$$

Donde:

R_c = Resistencia a la compresión (Kg/cm^2)

P = Carga de rotura del espécimen (Kg)

A = Área del espécimen ensayado (cm^2)

Resistencia a la flexotracción del concreto

Según la ITINTEC 339.124, la resistencia a la flexotracción determina la resistencia a tracción por flexión distribuyendo en el centro de luz libre una carga lineal uniformemente hasta producir la rotura. El cálculo de la resistencia a la flexotracción se determina en

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

Donde:

R= Módulo de ruptura (MPa)

P= Carga máxima aplicada

L= Longitud de separación de apoyos

b= Ancho promedio del espécimen en la fractura

d= Espesor promedio del espécimen en la fractura

Deterioro del concreto

La degradación de las estructuras de concreto está estrechamente relacionada con su capacidad de mantener su rendimiento a lo largo del tiempo, conocido como durabilidad. La propiedad de durabilidad se refiere a su capacidad para soportar los efectos del entorno en el que se encuentran o están expuestos, en el que intervienen diversos factores naturales.

Impermeabilidad del concreto

La impermeabilidad del concreto estará basada en la porosidad del mismo, el cual se encarga de que el agua o gases provenientes del exterior no pasen por los poros a la parte interna del concreto ya endurecido, es decir, se convierte en un concreto de alta resistencia, a tal punto de decir que sería casi irrompible.

Infiltración del concreto

La infiltración del concreto vendría a ser el paso del agua a parte interior de los suelos, de una manera irregular, que se desplazará por toda el área del suelo.

Absorción capilar del concreto

Se trata medir la ganancia de masa de una muestra formada por una rebanada de concreto que ha estado por un lado en contacto con agua.

Fraguado del concreto

Los tiempos de fraguado muestran si la pasta de cemento está experimentando adecuadamente sus procesos de hidratación. El yeso del cemento controla el tiempo de fraguado, pero otros elementos, como la finura del cemento, la relación agua/cemento y los aditivos utilizados, afectan al tiempo que tarda en fraguar el cemento. Es importante que el

inicio del fraguado no ocurra demasiado pronto ni que el final del fraguado se produzca demasiado tarde. Estos tiempos de fraguado son un indicativo de si está experimentando las reacciones de hidratación. De acuerdo con la normativa NTP 334.090 - ASTM C595, se establece que el tiempo mínimo de fraguado inicial es de 45 minutos y el tiempo máximo de fraguado final es de 420 minutos, es decir, 7 horas.

Asentamiento del concreto

El asentamiento del concreto es una medida de consistencia que describe la fluidez de la mezcla, y muestra si está más seco o está más líquido. También se conoce como consistencia y se evalúa mediante una prueba llamada cono de Abrams, la cual se realiza tanto en el campo como en el laboratorio. Este ensayo es un instrumento esencial en el control de calidad del concreto fresco, ya que ofrece información útil sobre la homogeneidad de las mezclas. Las variaciones del asentamiento sugieren posibles cambios en las características físicas de los áridos, como la granulometría, el contenido de aire y la temperatura. A continuación, se muestra los asentamientos recomendables por el ACI 211:

Tabla 1. Asentamientos recomendables por el ACI 211

ASENTAMIENTO PARA DIVERSOS TIPOS DE ESTRUCTURAS		
Tipo De Estructuras	Asentamiento (Pulg)	
	Máximo	Mínimo
Zapatas y muros de cimentación reforzados	3"	1"
Cimentaciones simples y calzaduras	3"	1"
Vigas y muros armados	4"	1"
Columnas	4"	1"
Muros, pavimentos y losas	3"	1"
Concreto ciclópeo	2"	1"

CEMENTO

Cemento Portland

Los cementos Portland son cementos hidráulicos, lo que significa que el agua provoca una reacción química y un endurecimiento. Cuando la piedra caliza, la arcilla, la roca de cemento y el mineral de hierro se combinan y se calientan a temperaturas de entre 1.200 y 1.500 °C, la sustancia resultante, conocida como "clinker", se tritura hasta obtener un polvo fino. Para regular el tiempo de fraguado, se utiliza yeso.

Tipos y aplicaciones de Cemento Portland

- ❖ TIPO I: De uso general.
- ❖ TIPO II: Moderada resistencia a los sulfatos.
- ❖ TIPO III: Alta resistencia inicial.
- ❖ TIPO IV: Calor bajo de hidratación.
- ❖ TIPO V: Alta resistencia a los sulfatos.

Cemento Portland tipo ICO

El cemento Portland tipo ICO es un concreto que se desarrolla para su uso en todo tipo de estructuras y construcciones. El cemento Portland se crea mediante la pulverización conjunta de clinker Portland, piedra caliza y/o elementos inertes hasta un máximo del 30%, con súper trabajabilidad. Su composición contiene las proporciones adecuadas de clinker, yeso y adiciones especiales (caliza); materias primas, que cumplen con los más estrictos controles de calidad para obtener un excelente producto final, el cual cumple con las exigencias especificadas según NTP 334.090 y ASTM C-595.

Cemento Portland tipo MS

El cemento Portland tipo MS es un cemento Portland especificado por desempeño, que reduce las alteraciones que pueden presentarse en el concreto, sujeto al ataque de sulfatos disueltos en agua y en suelos. El cemento Portland tipo MS posee moderada resistencia a los sulfatos, protege al concreto del salitre. Además, con su diseño con moderado calor de hidratación, lo hace ideal para climas cálidos. Las características del cemento Portland tipo MS, están establecidas en la norma NTP 334.082:2016 y su Modificación Técnica NTP 334.082:2016/MT 1:2018.

AGREGADOS

El agregado es un material granular compuesto por arena, grava, piedra triturada o escoria, usado para el diseño de concreto. Estos agregados son sacados de canteras, los cuales son elementos limitados que son utilizados en su estado natural o triturado, de acuerdo con el uso que se le va a dar y en qué tipo de construcción se va a utilizar. Por lo general, los agregados representan entre el 60% y el 75% del volumen del concreto y tienen un impacto significativo en las características del concreto tanto en su estado fresco como endurecido, así como en las proporciones de la mezcla y en su costo eficiente.

Características de los agregados:

Los agregados deben cumplir con diversas granulometrías estandarizadas, teniendo a la arena y la piedra que deben cumplir las siguientes características:

- ❖ Arena: ASTM C33.
- ❖ Piedra: ASTM C33, con los siguientes husos granulométricos:
 - HUSO 57: tamaño máximo nominal 1"
 - HUSO 67: tamaño máximo nominal 3/4"
 - HUSO 7: tamaño máximo nominal 1/2"
 - HUSO 357: tamaño máximo nominal 2"
 - HUSO 467: tamaño máximo nominal 1 1/2"

AGUA

El agua es un componente fundamental y vital de la vida humana. También se utiliza en proyectos de construcción como parte del fluido de excavación y cimentación, como medio de refrigeración de maquinaria y como medio de limpieza. También se manifiesta con frecuencia tras tormentas de lluvia y filtraciones de aguas residuales. Las sales disueltas en el agua de mar son corrosivas para el concreto. La temperatura y la humedad están relacionadas con la degradación del concreto. Todos los procesos químicos se aceleran con el aumento de la temperatura, como es bien sabido.

Las prácticas realizadas fuera de nuestro país, con edificaciones de concreto armado ha demostrado que las zonas costeras con climas subtropicales y subtropicales tienen temperaturas más altas y una mayor humedad relativa, lo que aumenta el deterioro del concreto en comparación con los climas fríos o templados. Por lo tanto, prevenir el deterioro mediante un diseño estructural apropiados es un problema mayor en las áreas tropicales.

Las Unidades Prácticas de Salinidad (PSU) se utilizan para cuantificar la salinidad media de los océanos superficiales. A título ilustrativo, 35 PSU contienen exactamente 35 gramos de sal por litro de solución. Estos factores, como la proximidad a una masa de agua o una ubicación en la que las estructuras están sujetas a fenómenos naturales, hacen necesario investigar la cuestión del deterioro del concreto.

SÁBILA

La sábila, llamada Aloe vera, es una planta que pertenece a la especie de suculenta de la familia Liliaceae. Existen aproximadamente cuatrocientas noventa especies de sábila y crece de una manera rápida en los diferentes partes del mundo, dependiente de las temperaturas de los lugares. La sábila tiene su origen en África, para ser específicos en la península de Arabia, conocida como una sustancia brillante pero amarga, y algunas especies son espinosas.

[11] Nos menciona que se empleaba en fitoterapia como crema antifúngica y antioxidante en el antiguo Egipto. Las tres descripciones de Aloe vera - Aloe vera de Linneo, Aloe barbadensis de Miller y Aloe vulgaris de Lamarck proceden de la misma planta. El Aloe vera es una especie de planta suculenta que puede alcanzar una altura de 50 a 70 cm sin incluir la longitud de las hojas terminales, o más de 20 cm de altura (sólo el tallo).

Mientras que [12] sostiene que la altura típica del Aloe Barbadensis oscila entre 60 y 90 cm. Sus hojas, de 40-50 cm de largo, 6-10 cm de ancho en la base y adornadas con espigas, miden entre 6 y 10 cm de largo.

[13] nos menciona que la disposición en roseta de sus hojas alargadas y gruesas hace que crezca erguida la mayor parte del tiempo, y el tallo queda oculto por las hojas. Los dientes que rodean los bordes de las hojas son de color verde claro o pálido. Aunque las plantas inmaduras tienen hojas de color verde claro con muchos puntos blancos, como se ilustra en la imagen inferior, las hojas suelen tener un tono verde grisáceo.

Características taxonómicas:

- **Reino:** Plantae
- **División:** Magnoliophyta
- **Clase:** Liliopsida
- **Orden:** Liliales
- **Familia:** Liliaceae
- **Género:** Aloe
- **Especie:** Aloe barbadensis Miller
- **Nombre común:** Aloe vera



Ilustración 1. Plantas de Sábila

Características de la sábila

El Aloe vera es una planta perdurable, resistente a la sequía, resiste de 3 a 6 meses sin agua, debido a su capacidad para almacenar agua en sus hojas carnosas. Cada planta tiene normalmente 12 a 16 hojas las cuales llegan a pesar hasta 1,5 kg cuando están maduros, además contienen en sus hojas dientes de sierra que están ubicados a lo largo de sus márgenes.

La reproducción del aloe vera se realiza o bien con las semillas, las cuales son favorecidas por la polinización natural realizada por los pájaros y los insectos o bien se reproducen por los renuevos (clonos) que brotan alrededor de su pie, y tienen la característica de que cuando son cortadas antes de la raíz, vuelven a crecer.



Ilustración 2. Hojas de plantas de Sábila (Aloe vera)

Principios activos y sus propiedades

Se tiene un aproximado de 75 principios activos de potenciales, alguno de los cuales se pueden observar a continuación:

Tabla 2. Principios activos de la sábila (Aloe vera)

Antraquinonas	Sacáridos	Vitaminas	Aminoácidos no esenciales	Componentes inorgánicos	Enzimas	Aminoácidos esenciales
Aloína	Celulosa	B1 tiamina	Histidina	Calcio	Cidoxigenasa	Lisina
Barbaloina	Glucosa	B2 riboflavina	Arginina	Sodio	Oxidasa	Treonina
Isobarbaloina	Manosa	B6 piridoxina	Hidroxiprolina	Cloro	Amilasa	Valina
Antranol	Lramosa	Ácido fólico	Ácido aspártico	Manganeso	Catalasa	Leucina
Ácido aloético	Aldopentosa	Vit C	Ácido glutámico	Zinc	Lipasa	Isoleucina
Ester del ácido ciamínico		Vit A	Prolina	Cromo	Fosfatasa	Fenilalanina
Aloe emodina		Vit E	Glicina	Cobre	alcalina	Metionina
Emodina		Colina	Alanina	Magnesio		
			Tirosina			

Fuente: Ferraro, 2009

Materiales y métodos

Tipo de investigación

De acuerdo a los datos a analizar, la presente es una investigación *CUANTITATIVA*, ya que se va a realizar ensayos de resistencia a la compresión del concreto, obteniendo los datos de la fuerza aplicada en kg/cm^2 sobre las probetas cilíndricas, y después poder procesarlas, es decir, se lleva a cabo en los casos que es importante que un investigador tenga conclusiones estadísticas para recopilar información procesable.

Diseño de la investigación

Según la finalidad, es una investigación *EXPERIMENTAL*, porque se analizará el efecto de la manipulación en porcentajes de sábila deshidrata en polvo sobre la resistencia a la compresión del concreto, es decir, utilizan la manipulación y las pruebas controladas para comprender los procesos causales.

En el presente estudio, los investigadores pueden manipular otros atributos del estudio para fortalecer la capacidad de estudio y así poder determinar o establecer causalidad y asegurar su calidad. Por lo que, se ha visto por conveniente, según los estudios de expertos, realizar un diseño no probabilístico, dónde se tiene cuatro grupos de investigación: 1 grupo de control y 3 grupos experimentales, en los cuales se van a analizar las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ para la construcción de veredas agregando extractos de sábila con 0.5%, 5% y 10%, respecto al peso del cemento calculado en el diseño mezcla, basados en muestreo por conveniencia de los distintos estudios y análisis de juicio del expertos mencionados anteriormente, tomando el porcentaje más favorable y el más desfavorable, adicionando uno más, que es aproximadamente el promedio de ambos, en relación a la concentraciones de la sábila deshidrata en polvo adicionados en la mezcla de concreto.

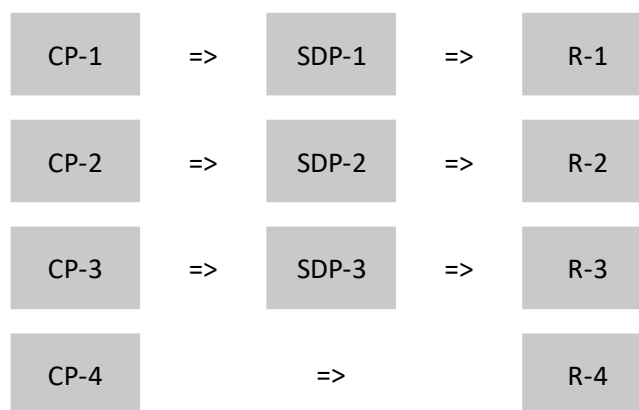


Ilustración 3. Diseño de investigación

Donde:

CP-1, CP-2, CP-3: Grupo experimental.

CP-4: Grupo de control (Mezcla de concreto tradicional - Concreto patrón).

SDP-1: Mezcla de concreto más 0.5 % de sábila deshidratada en polvo.

SDP-2: Mezcla de concreto más 5 % de sábila deshidratada en polvo.

SDP-3: Mezcla de concreto más 10 % de sábila deshidratada en polvo.

R1, R1, R3, R4: Resultados experimentales.

Hipótesis

La adición de sábila deshidratada en polvo al concreto con $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ incrementará la resistencia a la compresión del material.

Variables

Variable independiente

Cantidad de sábila deshidratada en polvo: Esta es la variable que se manipula para observar su efecto sobre la resistencia a la compresión del concreto. Se puede medir en porcentaje del peso total de la mezcla de concreto.

Variable dependiente

Resistencia a la compresión del concreto: Esta es la variable que se mide para determinar el efecto de la sábila deshidratada en polvo. Se expresa en kg/cm^2 .

Operacionalización de variables

Tabla 3. Operacionalización de variables

Variable	Dimensión	Indicadores	Instrumento
Sábila deshidratada en polvo	Producto obtenido de la deshidratación de las hojas de la planta de sábila (Aloe vera), que se transforma en polvo para su uso en diversas aplicaciones.	Ensayo de Espectroscopía infrarroja de Transformada de Fourier (FTIR)	Espectrofotómetro de infrarrojo con Transformada de Fourier (FTIR), Thermo Scientific
	Cantidad de sábila deshidratada en polvo añadida a la mezcla de concreto, medida en porcentajes respecto al peso del cemento (0.5 %, 5 % y 10 %).		
Resistencia a la compresión del concreto	Capacidad del concreto para soportar fuerzas de compresión, indicativa de su durabilidad y capacidad estructural.	Ensayo de resistencia a la compresión del concreto	NTP 339.0.34
		Ensayo de asentamiento con el cono de Abrams	NTP 399.035
	Fuerza máxima que soporta un cilindro de concreto (con dimensiones estándar) antes de fallar bajo una carga de compresión, medida en kg/cm ² .	Ensayo de resistencia a la flexión del concreto	NTP 399.613
		Ensayo de resistencia a la tracción indirecta del concreto	NTC 722 (ASTM 496)
	Ensayo de cambio de longitud del concreto	ASTM C 157	

Población, muestra y muestreo

Población

La población de la presente investigación son todas las probetas cilíndricas necesarias para calcular la resistencia a la compresión del concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ utilizado generalmente para la construcción de veredas, donde la cantidad será calculada más adelante, según las muestras necesarias para cada ensayo, basándonos en las normas vigentes.

Muestra

Se van a elaborar probetas cilíndricas en el cual la mezcla de concreto tradicional será adicionado extracto de sábila, relacionando el número de muestras con la NTP 339.034 que nos muestra el método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en probetas cilíndricas. Normalmente se deberán realizar tres o más probetas cilíndricas por cada prueba y ensayo establecido en la NTP 339.604 donde nos menciona que el número de muestras dependerá de la cantidad de pruebas y ensayos que se realicen en dicha investigación. Teniendo un total de 200 unidades de muestras de probetas cilíndricas de concreto y 48 vigas de concreto que se deberán elaborar para la investigación.

Muestreo

Debido a los factores que se tomarán en cuenta en cuanto a los tiempos de ejecución y los costos del presupuesto requerido para esta investigación, el muestreo para la presente investigación es de tipo no probabilístico, donde los elementos de elección dependen de los propósitos de la investigación o sus causas relacionadas con la misma. Dentro de la cual se realizará un muestreo no probabilístico por conveniencia, en el cual el investigador elige los miembros solo por su proximidad, sin ser una muestra representativa, debido a que existe una gran población para ser evaluadas, es decir, planteo que se analice la influencia que específica de la sábila deshidratada en polvo sobre la resistencia a la compresión del concreto, adicionando 0.5 %, 5 % y 10% de esta muestra, como aditivo y entender cómo puede afectar la integridad estructural y sus propiedades mecánicas.

Si bien es cierto, [6] menciona que al adicionar hojas de sábila pero con cáscara en proporciones de 1 %, 2 %, 3 %, 4 %, 5 % y 6 % con relación a su volumen, y se empleó la técnica de licuado para incorporar este aditivo natural. Los resultados de la mayoría de los ensayos realizados indicaron que el uso de un 5 % y 6 % de Aloe vera como adición decrecen,

mientras que en un 1% y 2% mejora su durabilidad y la resistencia a la compresión del concreto. Además, las demás investigaciones presentadas anteriormente muestran estudios del uso de la sábila, ya sea como aditivo de curado, como análisis de aloe vera y otra adición más, también como análisis de las hojas de la sábila, pero con cáscara, es decir, es muy poco el estudio que se ha dado a esta adición, por lo que se plantea analizar el comportamiento que va a tener solo con la pulpa (parénquima) encontrada en las hojas de la sábila (Aloe vera).

Criterios de selección

Las plantas de Aloe vera serán obtenidas de los huertos de las diversas familias del distrito de José Leonardo Ortiz, provincia de Chiclayo. Asimismo, será preparada la sábila para la adición de extractos, en 0.5 %, 5 % y 10 % respecto al cemento en el diseño de mezcla de concreto para su futuro análisis. Según lo estipulado en la NTP 339.084 se fabricarán 3 especímenes de probetas cilíndricas por cada ensayo de muestra patrón, 3 especímenes de probetas cilíndricas por cada edad (7 días, 14 días, 21 días, 28 días) y 3 especímenes de probetas cilíndricas por cada adición de extracto de sábila deshidratada en polvo (0.5 %, 5 %, 10 %), que serán realizadas con dos tipos de cemento: Portland Pacasmayo tipo ICO y MS, dando un total de 200 probetas cilíndricas y 48 vigas de concreto que serán elaboradas con la finalidad de analizar la $f'c$ del concreto que cumplan con lo establecido en la NTP 399.604. Finalmente, las probetas cilíndricas serán de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura y las vigas tendrán unas dimensiones de 75 x 75 x 285 mm.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Observación

Se ha podido registrar todos los datos necesarios para hacer posible los ensayos requeridos en esta presente investigación, según las normas correspondientes, en la que se van a realizar procedimientos requeridos por las normas según el caso que amerite, con el fin de conocer y evaluar el comportamiento del concreto convencional con adición de extractos deshidratados de sábila en polvo.

Análisis documental

Para poder hacer posible la presente investigación se ha procedido a buscar toda la información posible respecto al tema que se está realizando, en la que incluye investigaciones ya realizadas las cuales nos van a permitir tener noción de lo que se requiere lograr.

Metodología de la investigación

En primera instancia, se debe saber la importancia y las características que tiene esta gran planta, puesto que es muy beneficiosa para fines medicinales. Asimismo, sabremos que composición y que características tiene, lo cuales se van a poder evaluar microscópicamente a través de un ensayo químico, y así obtener su composición molecular de la sábila deshidrata en polvo, el cual se obtendrá en un arduo proceso.

Proceso de sintetización y secado de la sábila

Para poder tener un mejor análisis del extracto de sábila que se va a adicionar al diseño de mezcla del concreto, primero se debe realizar el proceso de pulverización de la sábila y después determinar la cantidad de sábila que se va a utilizar en las diferentes probetas cilíndricas y vigas que se van a realizar para obtener los resultados en los diferentes ensayos de laboratorio. En la siguiente ilustración se puede observar las características de la sábila y la base del por qué se utiliza este polímero como aditivo natural en el concreto:



Ilustración 4. Características de la sábila (Elaboración Propia)

Las células del mesófilo del gel, es de geometría hexagonal e isodiamétrica, que tiene un valor promedio de $422 + 34 \mu\text{m}$ de diámetro.

Una vez sabiendo de que está compuesta la sábila y el cimiento de esta investigación, se procede a mencionar el proceso que pasará para obtener la sábila pulverizada:

A. Obtención de la sábila

- ❖ Se elimina la tierra que la sábila posee en la parte de la raíz, y cortamos las hojas de la raíz, para proceder a lavarlas correctamente y con abundante agua, y tenerla limpia para el respectivo proceso.
- ❖ Se corta hoja por hoja de la sábila y se deja reposar aproximadamente 10 minutos en unos depósitos para dejar salir el aloína alojado principalmente en los nodos de unión.
- ❖ Luego se limpia la base de la sábila y se pone en una superficie que este limpia, y con ayuda de un cuchillo se cortan los extremos, anulando así las espinas que contienen.
- ❖ Después se cortarán las hojas, de ambas caras con un espesor que varía según el tamaño de las hojas de la planta de sábila, para sacar el extracto de sábila.
- ❖ Finalmente se separa la cáscara y el gel de la sábila se lo coloca en bolsas herméticas plásticas y se las depositan en una superficie limpia.

B. Licuado del gel de la sábila

- ❖ Después de haber sacado las capas de las hojas de ambas caras, se agrega el gel de sábila al baso de la licuadora, el cual deberá ocupar la tercera parte.
- ❖ Se licuará durante un tiempo aproximado de 1 minutos (no se agrega agua).
- ❖ Finalmente vertimos el extracto licuado de sábila sobre depósitos o frascos de medición.

C. Deshidratación de la sábila

- ❖ Luego se procede a colocar el gel licuado a la estufa a una temperatura de $110 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$.
- ❖ Se debe ir verificando cada cierto tiempo de cómo va el proceso de deshidratación.
- ❖ Una vez que se logra evaporar el exceso de líquido, se obtiene una cáscara seca.

D. Pulverización de la sábila

- ❖ Cuando se logre haber deshidratado el de la sábila, es decir, haber evaporado el excedo que líquido que contenía, se procede a pulverizar esa cáscara.
- ❖ Luego se tamiza por la malla N° 200, el polvo obtenido y lo que no pasa, se sigue realizando el proceso de pulverización.
- ❖ Cuando el polvo de sábila pase los 75 μm , ya se tendrá el polímero natural pulverizado para ser usado como aditivo en el concreto.

Proceso de pulverización de la sábila

1. Recolección de planta de sábila (Aloe vera):



Ilustración 5. Plantas de sábila en Chiclayo y/o Chepén

2. Cortas las puntas y filos (Espinas) de la planta y dejar sumergida en H₂O por 12 horas para eliminar la Aloína (Impurezas - 28 %) que tiene la planta:



Ilustración 6. Sábila sumergida en H₂O

3. Retirar con cuidado la pulpa de cada una de las hojas de la sábila:



Ilustración 7. Retiro de la pulpa de la sábila

4. Se obtiene el parénquima (pulpa) de la sábila:



Ilustración 8. Parénquima de sábila

5. El parénquima obtenido de la sábila, se procede a licuar aproximadamente por unos un minuto (No se adiciona agua):



Ilustración 9. Licuado del parénquima de la sábila

6. Se deja reposar hasta que baje la espuma generada al momento del licuado hasta obtener el parénquima licuado, sustancia de color verdoso:

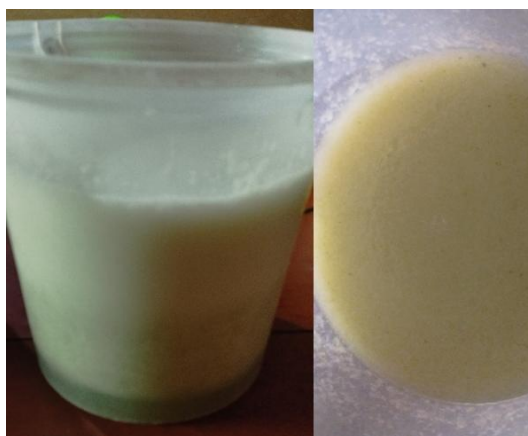


Ilustración 10. Parénquima de color verdoso

- Este parénquima licuado se lleva a hervir a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ para eliminar el exceso de líquido que contenga (Deshidratación), donde se observa el cambio de coloración, de una sustancia de color verde claro a una sustancia de color guinda:



Ilustración 11. Deshidratación del parénquima de la sábila

- Una vez que se obtenga una mezcla bien viscosa, ya deshidratada, se proceder a colocar a la estufa a una temperatura de $110 \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, el cual se irá verificando para que cuando se obtenga una sustancia más compacta se disminuya a $60\text{ }^{\circ}\text{C}$:



Ilustración 12. Eliminación de exceso de líquido de la sábila en la estufa

9. Se obtiene una cáscara seca de sábila deshidratada:

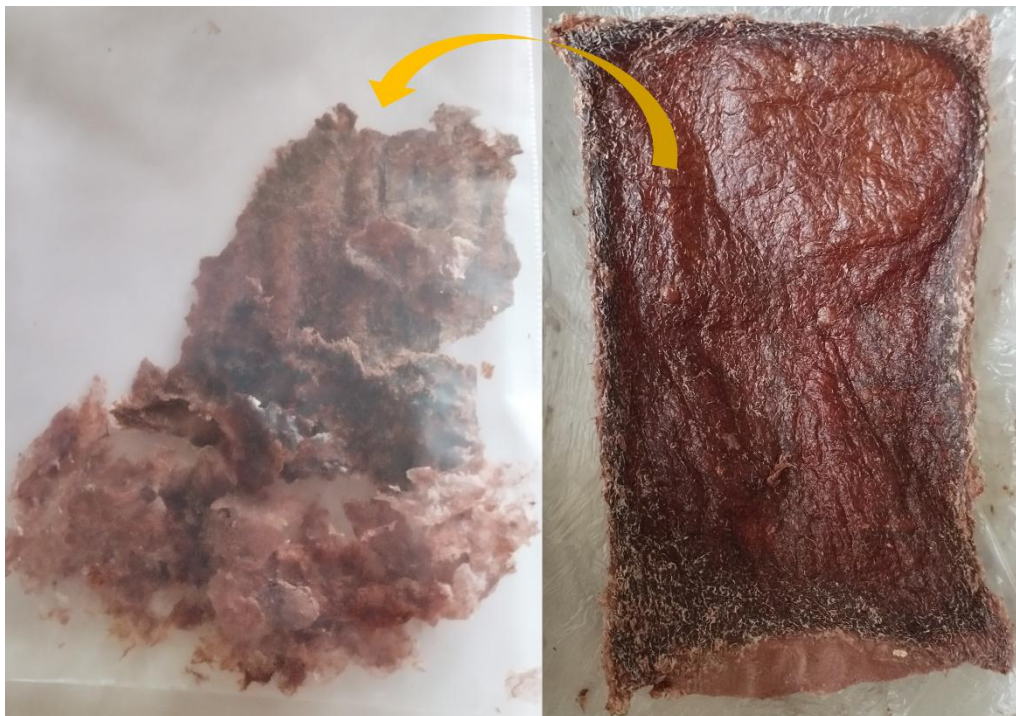


Ilustración 13, Cáscara deshidratada de parénquima licuado de la sábila

10. Una vez deshidratada la sábila, obteniendo una cáscara seca y libre de líquidos, se realiza el proceso de pulverización:



Ilustración 14. Proceso de pulverizar la sábila deshidratada

11. Finalmente se obtiene la sábila deshidrata en polvo que pasa por la malla N° 200:



Ilustración 15. Sábila Deshidrata en Polvo (SDP)

Comportamiento de la sábila deshidrata en polvo (SDP) en contacto con el agua

Después de realizar el proceso de pulverización de la sábila deshidratada se procede a analizar y evaluar el comportamiento que tiene dicha muestra al entrar en contacto con gotas de agua, para ello, se ha procedido a realizar pesajes en gramos de las muestras, tomados los pesos de las muestras al azar, mostrados a continuación:

Tabla 4. Muestras para analizar el comportamiento de la SDP frente al H₂O

Muestra	SDP	H ₂ O
M-01	0.25 g	4 gotas
M-02	0.28 g	5 gotas
M-03	0.32 g	6 gotas
M-04	0.54 g	9 gotas
M-05	0.70 g	12 gotas

Una vez agregada las gotas de H₂O a cada recipiente conteniendo los respectivos pesos en gramos de sábila deshidrata en polvo (SDP), se puede observar que tiene una textura viscosa que se queda pegado en los dedos y pretendiendo mejorar la permeabilidad del concreto a evaluar, se observa que sus partículas tienden a aumentar de tamaño al entrar en contacto con el H₂O, es decir, con ello se pretende mejorar la adherencia del concreto.



Obteniéndose los resultados esperados de la reacción de la sábila deshidratada en polvo, frente al contacto al agua potable, estimando tener buenos resultados en la incorporación en el diseño de mezcla del concreto.

Muestras de sábila deshidrata en polvo para ensayo químico

Una vez obtenido la sábila deshidratada en polvo, se ha procedido a pesar 15 gramos de esta muestra (pasa la malla N° 200), la cual ha sido llevada a laboratorio para saber su composición química, a través del ensayo de espectroscopía infrarroja por Transformada de Fourier (FTIR), el cual permitirá analizar la composición y permita determinar el estado químico de los elementos de la sábila deshidratada en polvo.

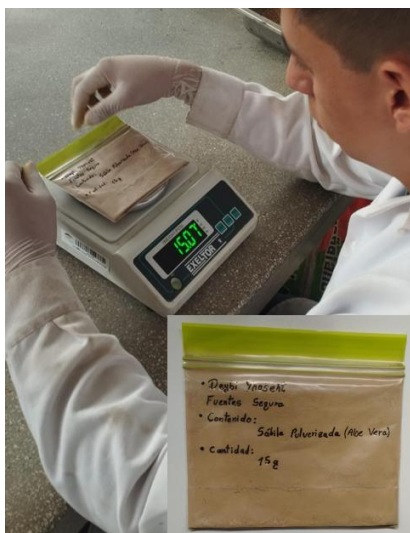


Ilustración 16. Muestra para ensayo de FTIR

También se ha pesado 10 gramos, puesto que se desea analizar la muestra con el ensayo de dispersión de energía de rayos X (EDS), ya que es una técnica de análisis no destructiva donde la radiación utilizada son los rayos X característicos que emiten la muestra de sábila deshidratada en polvo como resultado del bombardeo de electrones.

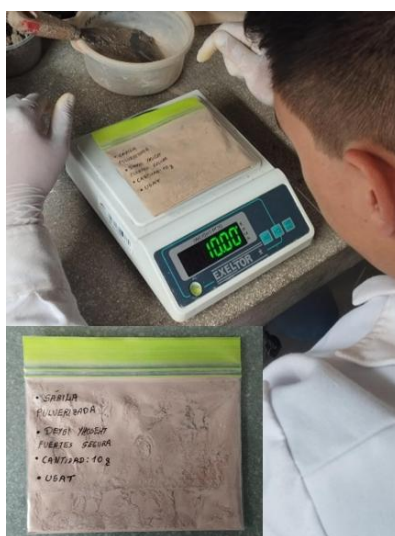


Ilustración 17. Muestra para ensayo EDS

Ensayos a los agregados: fino y grueso

❖ Ensayos de granulometría, humedad, peso específico y absorción del agregado fino

Los presentes ensayos permiten distribuir por tamaño las partículas de diferentes tamaños utilizando diferentes tamices ordenados según su abertura y lo indicado en la normativa. Luego de ordenar los tamices se coloca la muestra del agregado fino y grueso sobre el tamiz superior para proceder a agitar manualmente. Posteriormente, se debe pesar la cantidad de muestra retenida en cada tamiz para obtener los datos necesarios para elaborar la curva granulométrica, asimismo, se realizará el ensayo de peso específico y absorción.



Ilustración 18. Ensayos del agregado fino

❖ Ensayos de granulometría, humedad, peso específico y absorción del agregado grueso:

En primer lugar, se pasará por los tamices según las mallas correspondientes, luego se realizará el tamizado del agregado por el tamiz N°8 para separar y trabajar con el agregado retenido en este tamiz. En segundo lugar, se sumergirá el agregado grueso natural en agua durante 24 horas, después se debe retirar del agua para dejarlo secar hasta que la muestra se encuentre superficialmente seca y una vez lista la muestra debe ser pesada. En tercer lugar, se sumerge la canastilla en el agua para determinar el peso sumergido; asimismo, se debe

vaciar la muestra del agregado en la canastilla sumergida y determinar el peso. Finalmente hay que retirar la muestra de la cesta sumergida y dejarla en el horno durante 24 horas para determinar el peso final de la muestra seca.



Ilustración 19. Ensayos del agregado grueso

❖ **Elaboración del ensayo de asentamiento con el cono de Abrams**

Para medir la consistencia del concreto fresco mediante un molde troncocónico que se llena en tres capas, compactadas con 25 golpes de una varilla metálica cada una.



Ilustración 20. Ensayo de asentamiento con el cono de Abrams

❖ Elaboración de probetas cilíndricas del concreto



Ilustración 21. Elaboración de probetas cilíndricas (Concreto patrón)



Ilustración 22. Elaboración de testigos de concreto (Adiciones de SDP)



Ilustración 23. Pesado de las probetas de concreto en estado fresco

Se realizaron los ensayos de los especímenes de concreto, curadas a los 7, 14, 21 y 28 días, las cuáles fueron ensayar probetas cilíndricas de concreto para el ensayo de resistencia a la compresión del concreto.



Ilustración 24. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto

También se realizaron los ensayos de tracción indirecta del concreto, como se muestra en la siguiente ilustración:



Ilustración 25. Ensayo de resistencia a la tracción directa del concreto

Además, se realizaron los ensayos de flexión del concreto, buscando que tenga una ruptura ideal en el centro de la viga, sin embargo, debe estar dentro del segundo tercio de la longitud de la viga, como se muestra en la siguiente ilustración:



Ilustración 26. Ensayo de resistencia a la flexión del concreto

Resultados y discusión

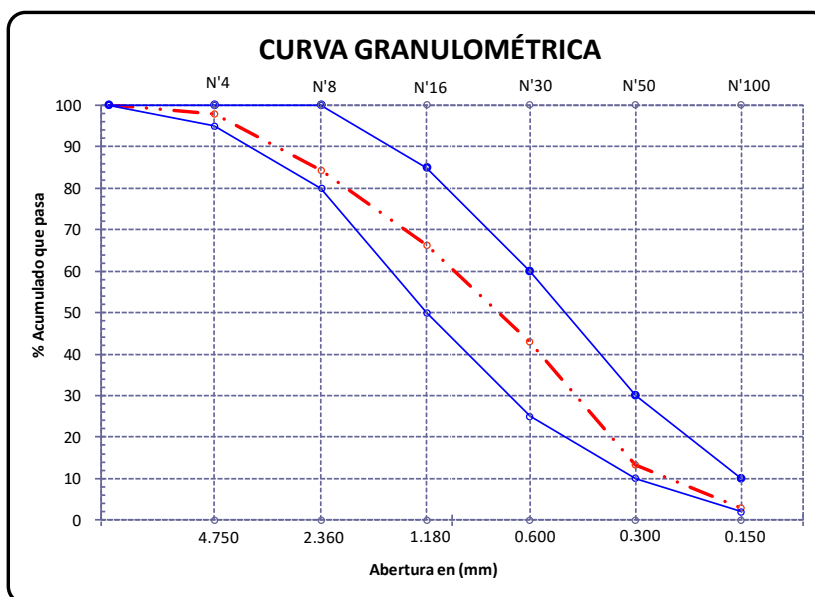
❖ Análisis granulometría por tamizado del agregado fino:

El agregado fino proviene de la cantera La Victoria - Pátapo, los resultados indican que si podemos trabajar con ese agregado ya que el módulo de fineza es 2.92 y se encuentra dentro de los parámetros que es 2.3 a 3.1. En cuanto a la curva granulométrica, se determina que el porcentaje de acumulación se encuentra dentro de los parámetros establecidos por la normativa.

Tabla 5. Análisis granulometría por tamizado del agregado fino

Malla		Peso	(%)	(%) Acum.	(%) Acum.	Especificaciones:	
Pulg.	(mm.)	Ret.	Ret.	Ret.	Que Pasa	ASTM C-33	
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
Nº 04	4.750	10.34	2.07	2.07	97.93	95	100
Nº 08	2.360	67.59	13.56	15.63	84.37	80	100
Nº 16	1.180	89.92	18.04	33.67	66.33	50	85
Nº 30	0.600	116.83	23.44	57.11	42.89	25	60
Nº 50	0.300	146.97	29.48	86.59	13.41	10	30
Nº 100	0.150	52.30	10.49	97.08	2.92	2	10
Fondo		14.55	2.92	100.00	0.00		
Módulo de Fineza				2.922			
Abertura de malla de referencia				9.500			

Gráfico 1. Curva Granulométrica del agregado fino



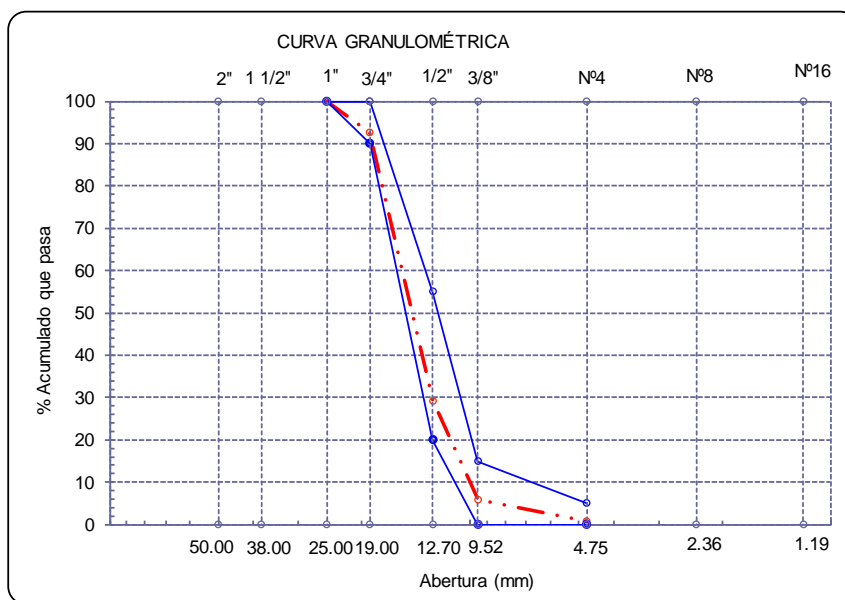
❖ Análisis granulometría por tamizado del agregado grueso:

El agregado grueso proviene de la cantera Tres Tomas - Ferreñafe, los resultados muestran que el agregado es apto para su uso, ya que el TM es de 1" y el TMN es de 3/4". Asimismo, al analizar la curva granulométrica se confirma que todos los valores del % de acumulación que pasa se encuentran dentro de las especificaciones establecidas por la normativa.

Tabla 6. Análisis granulometría por tamizado del agregado grueso

Malla		Peso Ret.	(%) Ret.	(%) Acum. Ret.	(%) Acum. Que Pasa	Especificaciones	
Pulg.	(mm.)					USO 56	
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
1 1/2"	38.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
3/4"	19.00	356.36	7.24	7.24	92.76	90	100
1/2"	12.70	3125.88	63.54	70.78	29.22	20	55
3/8"	9.52	1149.40	23.36	94.14	5.86	0	15
Nº 04	4.75	244.29	4.97	99.11	0.89	0	5
Nº 08	2.36	42.07	0.86	99.96	0.04	0	0
Nº 16	1.19	0.00	0.00	99.96	0.04	0	0
Fondo		1.74	0.04	100.00	0.00		
Tamaño Máximo			1"	25 mm			
Tamaño Máximo Nominal			3/4"	19 mm			

Gráfico 2. Curva granulométrica del agregado grueso



❖ **Ensayo de humedad del agregado fino:***Tabla 7. Contenido de humedad del agregado fino*

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	500.00	500.00
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	498.58	498.41
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.00	0.00
D.- Contenido de humedad	(%)	0.28	0.32
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.30	

❖ **Ensayo de humedad del agregado grueso:***Tabla 8. Contenido de humedad del agregado grueso*

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	5000.00	5000.00
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	4920.92	4918.56
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.00	0.00
D.- Contenido de humedad	(%)	1.61	1.66
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	1.63	

❖ **Ensayo de peso unitario del agregado fino:***Tabla 9. Peso unitario del agregado fino*

A.- PESO UNITARIO SUELTO			
1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	8710	8730
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.00	0.00
3.- Peso del material		8710	8730
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.005	0.005
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1589	1593
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1586	
B.- PESO UNITARIO COMPACTADO			
1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	8990	9000
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.00	0.00
3.- Peso del material		8990	9000
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.005	0.005
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1640	1642
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1636	

❖ **Ensayo de peso unitario del agregado grueso:***Tabla 10. Peso unitario del agregado grueso*

A.- PESO UNITARIO SUELTO			
1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	7830	7810
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.00	0.00
3.- Peso del material		7830	7810
4.- Constante o Volumen	(m ³)	0.005	0.005
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1429	1425
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1404	
B.- PESO UNITARIO COMPACTADO			
1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	8690	8670
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.00	0.00
3.- Peso del material		8690	8670
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.005	0.005
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1586	1582
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1559	

❖ **Ensayo de peso específico y absorción del agregado fino:***Tabla 11. Peso específico y absorción del agregado fino***I.- Datos**

1.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + Peso del Agua	(g)	1014.70	1000.90
2.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco	(g)	706.55	692.32
3.- Peso del Agua	(g)	308.15	308.58
4.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasco	(g)	705.97	689.62
5.- Peso del Frasco	(g)	206.55	192.32
6.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	499.42	497.30
7.- Volumen del frasco	(g)	500.00	500.00

II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.60
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.61
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.62
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	0.33

❖ **Ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso:***Tabla 12. Peso específico y absorción del agregado grueso***I.- Datos**

1.- Peso de la muestra secada al horno	(g)	5000	5000
2.- Peso de la muestra superficialmente seca	(g)	5050	5040
3.- Peso de la muestra dentro del agua + peso del canastilla	(g)	4056	4044
4.- Peso de la canastilla	(g)	880	880
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(g)	3176	3164

II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.67
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.69
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.73
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	0.90

❖ **Diseño de mezcla de concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ – MS (Método ACI 211):**

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO - MS

☼ Resistencia	$f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$	
☼ Cemento Portland	Tipo: MS	Densidad: 2.98 g/m³

I. DATOS DE LOS AGREGADOS

ENSAYO		A. FINO	A GRUESO	UNIDAD
Tamaño Máximo Nominal	TMN	---	3/4"	"
Módulo de Fineza	MF	2.9	---	-
Masa Unitaria Compactada	MUC	1636	1559	kg/m ³
Masa Unitaria Suelta	MUS	1586	1404	kg/m ³
Peso Específico de Masa	Pe	2601	2667	kg/m ³
Absorción	Abs	0.33	0.90	%
Contenido de Humedad	H	0.30	1.63	%

I. PROCEDIMIENTO DE DOSIFICACIÓN

☼ Elección del asentamiento

Asentamiento (cm)	Asentamiento (pulg)	Consistencia (Tipo de concreto)	Grado de Trabajabilidad	Tipo de estructura
7.5 cm	3 "	Media	Medio	Veredas

☼ Estimación del tamaño máximo nominal

Tamaño Máximo Nominal:

$$TMN = 3/4"$$

☼ Estimación del contenido de aire

Porcentaje del contenido de aire:

$$A = 2.00 \%$$

Volumen cantidad aproximada de aire atrapado:

$$V_A = 0.020 \text{ m}^3 \quad *$$

☼ **Estimación de la cantidad de agua de mezclado (a)**

Cantidad de agua de mezclado:

$$a = 205 \text{ kg/m}^3$$

Volumen de cantidad de agua de mezclado:

$$V_a = 0.205 \text{ m}^3 \quad *$$

☼ **Cálculo de resistencia promedio**

Resistencia promedio:

$$f'_{cr} = 245 \text{ kg/cm}^2$$

☼ **Elección de la relación agua/cemento (a/c)**

Relación agua/cemento:

$$r = 0.628$$

☼ **Cálculo del contenido de cemento**

Cantidad de cemento:

$$c = 326.43 \text{ kg/m}^3$$

Volumen de cemento por metro cúbico:

$$V_c = 0.110 \text{ m}^3 \quad *$$

☼ **Verificación de las especificaciones granulométricas**

Tamíz pulgadas	% Pasa			
	Límite inferior	Granulometría a comparar	Límite superior	Verificación
Grava				
2"	100	100.00	100	OK
1 1/2"	100	100.00	100	OK
1"	100	100.00	100	OK
3/4"	90	92.76	100	OK
1/2"	20	29.22	55	OK
3/8"	0	5.86	15	OK
Nº 04	0	0.89	5	OK
Arena				
3/8"	100	100.00	100	OK
Nº 04	95	97.93	100	OK
Nº 08	80	84.37	100	OK
Nº 16	50	66.33	85	OK
Nº 30	25	42.89	60	OK
Nº 50	10	13.41	30	OK
Nº 100	2	2.92	10	OK

☼ Estimación del contenido de grava

Volumen de gravilla por unidad de volumen de concreto:

$$b/b_o = 0.56$$

Volumen de partículas de agregado grueso por metro cúbico de agregado grueso:

$$b_o = MUC / Pe \quad b_o = 0.629$$

Volumen de grava por metro cúbico de concreto (b):

$$b = 0.352 \text{ m}^3 \quad *$$

☼ Estimación del contenido de arena

Volumen de arena por metro cúbico de concreto (VA):

$$VA = 0.313 \text{ m}^3 \quad *$$

☼ Cantidades para 1 m³ de la mezcla

Material	Peso (W ₁) kg/m ³	Densidad (D ₁) kg/m ³	Volumen (V ₁) m ³ /m ³
Cemento	326	2980	0.110
Aire	0.02	1.20	0.020
Agua	205	1000	0.205
Grava	940	2667	0.352
Arena	814	2601	0.313
Total	2285 kg/m³		1.00 m³

Asentamiento obtenido: Slump = 8.5 cm

☼ Pesos húmedos de los agregados

Peso humedo de la grava:

$$Mhg = 955 \text{ kg/m}^3$$

Agua en exceso o en defecto para la grava:

$$\begin{aligned} H.g &= 0.016 \\ Abs.g &= 0.009 \\ Ag &= 6.87 \text{ kg} \end{aligned} \quad H.g > Abs.g \quad \text{Exceso de agua}$$

Peso humedo de la arena:

$$Mha = 817 \text{ kg/m}^3$$

Agua en exceso o en defecto para la arena:

$$H.f = 0.0030$$

$$Abs.f = 0.0033$$

$$Af = -0.22 \text{ kg}$$

$$H.f < Abs.f \quad \text{Falta de agua}$$

Agua total en exceso (A):

$$A = Ag + Af$$

$$A = 6.65 \text{ kg}$$

Cantidad de agua de mezclado será:

$$a' = 198 \text{ kg/m}^3$$

☞ Cantidades para 1 m³ del ajuste a la mezcla de prueba

Material	Ajuste por humedad
Cemento	326 kg/m ³
Aire	0.02 kg/m ³
Agua	198 kg/m ³
Grava	955 kg/m ³
Arena	817 kg/m ³
Total	2296 kg/m³

☞ Ajuste de agua de mezclado:

Cantidad en peso de los ingredientes:

Agua (añadida)	3.97 kg
Cemento	6.53 kg
Grava (humedad)	19.10 kg
Arena (humedad)	16.33 kg
Peso dosificado (W)	45.93 kg

Peso unitario del concreto fresco:

Peso de la muestra + peso del molde	23460
Peso del molde	10040
Volumen o Constante del molde	0.005
Peso unitario del concreto fresco	2531 kg/m³

Peso unitario del concreto fresco:

$$Y = 0.0181 \text{ m}^3$$

Contenido neto de agua de mezclado de la mezcla de prueba:

$$a'' = 4.10 \text{ kg}$$

Contenido neto de agua de mezclado requerido para un metro cúbico de concreto:

$$a'' = 226 \text{ kg/m}^3$$

Esta cantidad se debe restar en 2 kg por cada cm de defecto en el slump:

$$\text{Slump} = 7.5 \text{ cm} \quad \text{Disminuir} = -1 \text{ cm}$$

Cantidad total de agua de mezclado por metro cúbico:

$$a = 224 \text{ kg/m}^3 \quad *$$

☞ Ajuste de la cantidad de cemento

Cantidad de cemento por metro cúbico:

$$c = 357 \text{ kg/m}^3 \quad *$$

☞ Ajuste de la cantidad de grava

Cantidad de grava por metro cúbico:

$$\text{Grava}_h = 1053 \text{ kg/m}^3 \quad (\text{húmeda})$$

$$\text{Grava}_s = 1036 \text{ kg/m}^3 \quad (\text{seco})$$

$$\text{Grava} = 1045 \text{ kg/m}^3 \quad *$$

(sss)

☞ Ajuste de la cantidad de arena

$$\text{Peso volumétrico del concreto} = 2531 \text{ kg}$$

$$\text{Peso del cemento} = 357 \text{ kg}$$

$$\text{Peso del agua} = 224 \text{ l}$$

$$\text{Peso de la grava (sss)} = 1045 \text{ kg}$$

$$\text{Cantidad de arena :} \quad \text{Arena} = 906 \text{ kg (sss)}$$

Cantidad de arena por metro cúbico:

$$\text{Arena} = 903 \text{ kg/m}^3 \quad *$$

☞ Dosificación del Diseño de Mezcla 175 kg/cm^2 - MS

Pesos de la mezcla por metro cúbico de concreto:

$$\text{Cemento} = 357 \quad \text{kg/m}^3$$

$$\text{Agua} = 224 \quad \text{l/m}^3$$

$$\text{Ag. Grueso} = 1045 \quad \text{kg/m}^3$$

$$\text{Ag. Fino} = 903 \quad \text{kg/m}^3$$

Contenido de PUSH:

Ag. Grueso	=	1427.00	kg/m ³
Ag. Fino	=	1591.23	kg/m ³

Proporciones en peso:

Cemento		Ag. Fino		Ag. Grueso		Agua
1.00	:	2.532	:	2.931	:	0.63

Pesos por tanda:

Cemento	=	42.50	kg/bls
Agua	=	26.69	l/bls
Ag. Grueso	=	124.55	kg/bls
Ag. Fino	=	107.59	kg/bls

Dosificación en volumen:

Cemento	=	1.00	pie ³ /bls
Agua	=	26.69	l/bls
Ag. Grueso	=	3.08	pie ³ /bls
Ag. Fino	=	2.39	pie ³ /bls

	Cemento		Ag. Fino		Ag. Grueso		Agua
Peso:	1.00	:	2.53	:	2.93	:	26.69
Volumen:	1.00	:	2.39	:	3.08	:	26.69

❖ **Diseño de mezcla de concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ – ICO (Método ACI 211):**

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO - ICO

☼ **Resistencia**

$f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$

☼ **Cemento Portland**

Tipo: **ICO**

Densidad: **2.96 g/m³**

I. DATOS DE LOS AGREGADOS

ENSAYO		A. FINO	A GRUESO	UNIDAD
Tamaño Máximo Nominal	TMN	---	3/4"	"
Módulo de Fineza	MF	2.9	---	-
Masa Unitaria Compactada	MUC	1636	1559	kg/m ³
Masa Unitaria Suelta	MUS	1586	1404	kg/m ³
Peso Específico de Masa	Pe	2601	2667	kg/m ³
Absorción	Abs	0.33	0.90	%
Contenido de Humedad	H	0.30	1.63	%

I. PROCEDIMIENTO DE DOSIFICACIÓN

☼ **Elección del asentamiento**

Asentamiento (cm)	Asentamiento (pulg)	Consistencia (Tipo de concreto)	Grado de Trabajabilidad	Tipo de estructura
7.5 cm	3 "	Media	Medio	Veredas

☼ **Estimación del tamaño máximo nominal**

Tamaño Máximo Nominal:

$$TMN = 3/4"$$

☼ **Estimación del contenido de aire**

Porcentaje del contenido de aire:

$$A = 2.00 \%$$

Volumen cantidad aproximada de aire atrapado:

$$V_A = 0.020 \text{ m}^3 \quad *$$

☞ **Estimación de la cantidad de agua de mezclado (a)**

Cantidad de agua de mezclado:

$$a = 205 \text{ kg/m}^3$$

Volumen de cantidad de agua de mezclado:

$$V_a = 0.205 \text{ m}^3 \quad *$$

☞ **Cálculo de resistencia promedio**

Resistencia promedio:

$$f'_{cr} = 245 \text{ kg/cm}^2$$

☞ **Elección de la relación agua/cemento (a/c)**

Relación agua/cemento:

$$r = 0.628$$

☞ **Cálculo del contenido de cemento**

Cantidad de cemento:

$$c = 326.43 \text{ kg/m}^3$$

Volumen de cemento por metro cúbico:

$$V_c = 0.110 \text{ m}^3 \quad *$$

☞ **Verificación de las especificaciones granulométricas**

Tamíz pulgadas	% Pasa			Verificación
	Límite inferior	Granulometría a comparar	Límite superior	
Grava				
2"	100	100.00	100	OK
1 1/2"	100	100.00	100	OK
1"	100	100.00	100	OK
3/4"	90	92.76	100	OK
1/2"	20	29.22	55	OK
3/8"	0	5.86	15	OK
Nº 04	0	0.89	5	OK
Arena				
3/8"	100	100.00	100	OK
Nº 04	95	97.93	100	OK
Nº 08	80	84.37	100	OK
Nº 16	50	66.33	85	OK
Nº 30	25	42.89	60	OK
Nº 50	10	13.41	30	OK
Nº 100	2	2.92	10	OK

☼ Estimación del contenido de grava

Volumen de gravilla por unidad de volumen de concreto:

$$b/b_o = 0.56$$

Volumen de partículas de agregado grueso por metro cúbico de agregado grueso:

$$b_o = MUC / Pe \quad b_o = 0.629$$

Volumen de grava por metro cúbico de concreto (b):

$$b = 0.352 \text{ m}^3 \quad *$$

☼ Estimación del contenido de arena

Volumen de arena por metro cúbico de concreto (VA):

$$VA = 0.312 \text{ m}^3 \quad *$$

☼ Cantidades para 1 m³ de la mezcla

Material	Peso (W ₁) kg/m ³	Densidad (D ₁) kg/m ³	Volumen (V ₁) m ³ /m ³
Cemento	326	2960	0.110
Aire	0.02	1.20	0.020
Agua	205	1000	0.205
Grava	940	2667	0.352
Arena	812	2601	0.312
Total	2283 kg/m³		1.00 m³

Asentamiento obtenido: Slump = 8 cm

☼ Pesos húmedos de los agregados

Peso humedo de la grava:

$$Mhg = 955 \text{ kg/m}^3$$

Agua en exceso o en defecto para la grava:

$$H.g = 0.016$$

$$Abs.g = 0.009$$

$$Ag = 6.87 \text{ kg}$$

$$H.g > Abs.g \quad \text{Exceso de agua}$$

Peso humedo de la arena:

$$Mha = 815 \text{ kg/m}^3$$

Agua en exceso o en defecto para la arena:

$$H.f = 0.0030 \qquad Abs.f = 0.0033$$

$$Af = -0.22 \text{ kg} \qquad H.f < Abs.f \quad \text{Falta de agua}$$

Agua total en exceso (A):

$$A = Ag + Af \qquad A = 6.65 \text{ kg}$$

Cantidad de agua de mezclado será:

$$a' = 198 \text{ kg/m}^3$$

☞ Cantidades para 1 m³ del ajuste a la mezcla de prueba

Material	Ajuste por humedad
Cemento	326 kg/m ³
Aire	0 kg/m ³
Agua	198 kg/m ³
Grava	955 kg/m ³
Arena	815 kg/m ³
Total	2295 kg/m³

☞ Ajuste de agua de mezclado:

Cantidad en peso de los ingredientes:

Agua (añadida)	3.97 kg
Cemento	6.53 kg
Grava (humedad)	19.10 kg
Arena (humedad)	16.29 kg
Peso dosificado (W)	45.89 kg

Peso unitario del concreto fresco:

Peso de la muestra + peso del molde	23450
Peso del molde	10040
Volumen o Constante del molde	0.005
Peso unitario del concreto fresco	2530 kg/m³

Peso unitario del concreto fresco:

$$Y = 0.0181 \text{ m}^3$$

Contenido neto de agua de mezclado de la mezcla de prueba:

$$a'' = 4.10 \text{ kg}$$

Contenido neto de agua de mezclado requerido para un metro cúbico de concreto:

$$a'' = 226 \text{ kg/m}^3$$

Esta cantidad se debe restar en 2 kg por cada cm de defecto en el slump:

$$\text{Slump} = 7.5 \text{ cm} \quad \text{Disminuir} = -0.5 \text{ cm}$$

Cantidad total de agua de mezclado por metro cúbico:

$$a = 225 \text{ kg/m}^3 \quad *$$

☞ Ajuste de la cantidad de cemento

Cantidad de cemento por metro cúbico:

$$c = 358 \text{ kg/m}^3 \quad *$$

☞ Ajuste de la cantidad de grava

Cantidad de grava por metro cúbico:

$$\text{Grava}_h = 1053 \text{ kg/m}^3 \quad (\text{húmeda})$$

$$\text{Grava}_s = 1036 \text{ kg/m}^3 \quad (\text{seco})$$

$$\text{Grava} = 1045 \text{ kg/m}^3 \quad *$$

(sss)

☞ Ajuste de la cantidad de arena

$$\text{Peso volumétrico del concreto} = 2530 \text{ kg}$$

$$\text{Peso del cemento} = 358 \text{ kg}$$

$$\text{Peso del agua} = 225 \text{ l}$$

$$\text{Peso de la grava (sss)} = 1045 \text{ kg}$$

$$\text{Cantidad de arena :} \quad \text{Arena} = 901 \text{ kg (sss)}$$

Cantidad de arena por metro cúbico:

$$\text{Arena} = 898 \text{ kg/m}^3 \quad *$$

☞ Dosificación del Diseño de Mezcla 175 kg/cm^2 - ICO

Pesos de la mezcla por metro cúbico de concreto:

$$\text{Agua} = 225 \quad \text{l/m}^3$$

$$\text{Cemento} = 358 \quad \text{kg/m}^3$$

$$\text{Grava} = 1045 \quad \text{kg/m}^3$$

$$\text{Arena} = 898 \quad \text{kg/m}^3$$

Contenido de PUSH:

Ag. Grueso	=	1427.00	kg/m ³
Ag. Fino	=	1591.23	kg/m ³

Proporciones en peso:

Cemento		Ag. Fino		Ag. Grueso		Agua
1.00	:	3.992	:	4.646	:	1.59

Pesos por tanda:

Cemento	=	42.50	kg/bls
Agua	=	67.68	l/bls
Ag. Grueso	=	197.45	kg/bls
Ag. Fino	=	169.67	kg/bls

Dosificación en volumen:

Cemento	=	1.00	pie ³ /bls
Agua	=	67.68	l/bls
Ag. Grueso	=	4.89	pie ³ /bls
Ag. Fino	=	3.77	pie ³ /bls

	Cemento		Ag. Fino		Ag. Grueso		Agua
Peso:	1.00	:	3.99	:	4.65	:	67.68
Volumen:	1.00	:	3.77	:	4.89	:	67.68

Resultados

1. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto

La resistencia a la compresión (RC) del concreto diseñado para $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$, utilizando cemento ICO y cemento MS, muestran diferencias significativas en función de la adición en 0.5 %, 5 % y 10 % de sábila deshidratada en polvo, teniendo los siguientes resultados:

Tabla 13. Resistencia a la compresión del concreto (CP - MS)

Muestra N°	Identificación de Espcimen	Edad (Días)	Diámetro (d) (cm)	Altura (h) (cm)	Carga (P) (Kgf)	f'c (Kgf/cm ²)	f'c _{promedio} (Kgf/cm ²)
1	Concreto patrón 175 Kg/cm ² (MS)	1	15	30	8847.0	50.06	50.06
2	Concreto patrón 175 Kg/cm ² (MS)	3	15	30	18400.0	104.12	98.33
3	Concreto patrón 175 Kg/cm ² (MS)	3	15	30	15650.0	88.56	
4	Concreto patrón 175 Kg/cm ² (MS)	3	15	30	18080.0	102.31	
5	Concreto patrón 175 Kg/cm ² (MS)	7	15	30	26489.2	149.90	150.73
6	Concreto patrón 175 Kg/cm ² (MS)	7	15	30	26686.9	151.02	
7	Concreto patrón 175 Kg/cm ² (MS)	7	15	30	26730.0	151.26	
8	Concreto patrón 175 Kg/cm ² (MS)	14	15	30	28210.7	159.64	160.61
9	Concreto patrón 175 Kg/cm ² (MS)	14	15	30	28510.0	161.33	
10	Concreto patrón 175 Kg/cm ² (MS)	14	15	30	28426.9	160.86	
11	Concreto patrón 175 Kg/cm ² (MS)	21	15	30	30479.9	172.48	172.52
12	Concreto patrón 175 Kg/cm ² (MS)	21	15	30	30721.5	173.85	
13	Concreto patrón 175 Kg/cm ² (MS)	21	15	30	30259.0	171.23	
14	Concreto patrón 175 Kg/cm ² (MS)	28	15	30	33316.4	188.53	187.82
15	Concreto patrón 175 Kg/cm ² (MS)	28	15	30	32904.8	186.20	
16	Concreto patrón 175 Kg/cm ² (MS)	28	15	30	33350.0	188.72	

Gráfico 3. Resistencia a la compresión del concreto (CP-MS)

Concreto patrón 175 Kg/cm ² (MS)	
Edad (Días)	f'c (Kg/cm ²)
0	0
1	50
3	98
7	151
14	161
21	173
28	188

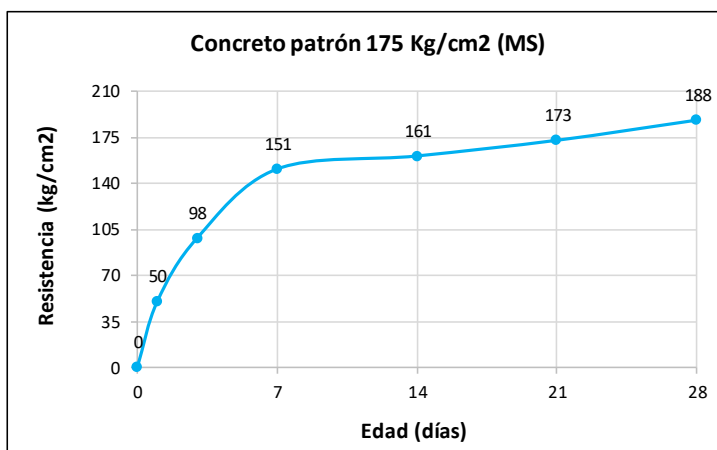


Tabla 14. Resistencia a la compresión del concreto (0.5 % - MS)

Muestra N°	Identificación de Espcimen	Edad (Días)	Diámetro (d) (cm)	Altura (h) (cm)	Carga (P) (Kgf)	f _c (Kgf/cm ²)	f _c _{promedio} (Kgf/cm ²)
1	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (0.5%)	7	15	30	27456.4	155.37	154.89
2	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (0.5%)	7	15	30	27774.2	157.17	
3	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (0.5%)	7	15	30	26883.1	152.13	
4	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (0.5%)	14	15	30	29307.6	165.85	164.97
5	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (0.5%)	14	15	30	29156.9	164.99	
6	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (0.5%)	14	15	30	28994	164.07	
7	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (0.5%)	21	15	30	30867.2	174.67	174.44
8	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (0.5%)	21	15	30	30902.4	174.87	
9	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (0.5%)	21	15	30	30706.1	173.76	
10	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (0.5%)	28	15	30	38375	217.16	204.66
11	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (0.5%)	28	15	30	34917.7	197.59	
12	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (0.5%)	28	15	30	35207.2	199.23	

Gráfico 4. Resistencia a la compresión del concreto (0.5 % - MS)

Concreto 175 Kg/cm ² + 0.5 % SDP - MS	
Edad (Días)	f _c (Kg/cm ²)
0	0
7	155
14	165
21	174
28	205

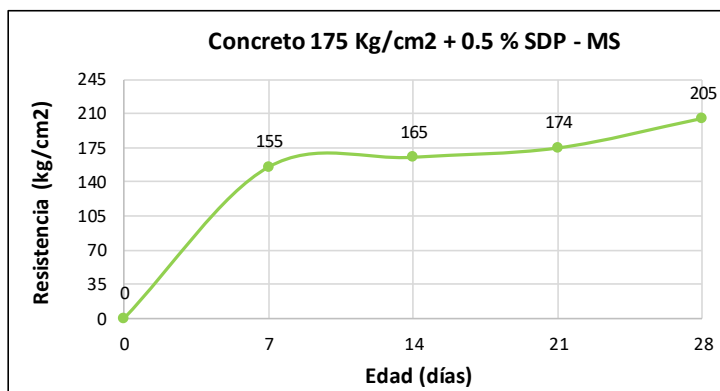


Tabla 15. Resistencia a la compresión del concreto (5 % - MS)

Muestra N°	Identificación de Espcimen	Edad (Días)	Diámetro (d) (cm)	Altura (h) (cm)	Carga (P) (Kgf)	f _c (Kgf/cm ²)	f _c _{promedio} (Kgf/cm ²)
1	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (5%)	7	15	30	25002.3	141.48	143.76
2	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (5%)	7	15	30	25952.1	146.86	
3	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (5%)	7	15	30	25261.6	142.95	
4	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (5%)	14	15	30	28316	160.24	160.78
5	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (5%)	14	15	30	28409.6	160.77	
6	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (5%)	14	15	30	28508.7	161.33	
7	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (5%)	21	15	30	30124	170.47	169.99
8	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (5%)	21	15	30	30098.9	170.32	
9	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (5%)	21	15	30	29893.6	169.16	
10	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (5%)	28	15	30	32461.8	183.70	183.50
11	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (5%)	28	15	30	32330.8	182.95	
12	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (5%)	28	15	30	32490	183.86	

Gráfico 5. Resistencia a la compresión del concreto (5 % - MS)

Concreto 175 Kg/cm ² + 5 % SDP - MS	
Edad (Días)	f _c (Kg/cm ²)
0	0
7	144
14	161
21	170
28	184

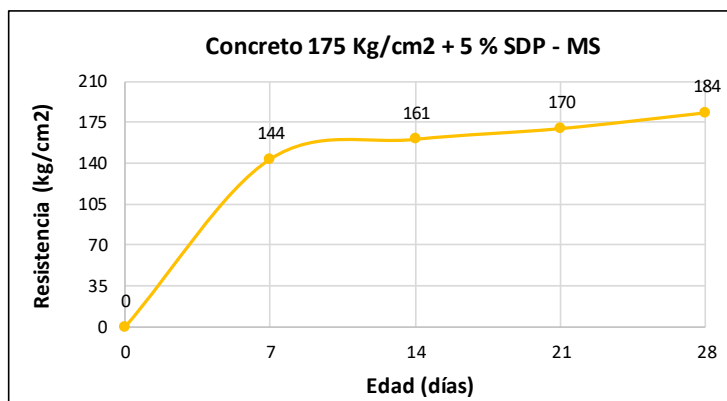


Tabla 16. Resistencia a la compresión del concreto (10 % - MS)

Muestra N°	Identificación de Espcimen	Edad (Días)	Diámetro (d) (cm)	Altura (h) (cm)	Carga (P) (Kgf)	f _c (Kgf/cm ²)	f _c _{promedio} (Kgf/cm ²)
1	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (10%)	7	15	30	24532.4	138.82	130.98
2	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (10%)	7	15	30	22921	129.71	
3	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (10%)	7	15	30	21985.7	124.41	
4	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (10%)	14	15	30	28093.1	158.97	159.41
5	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (10%)	14	15	30	28120.6	159.13	
6	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (10%)	14	15	30	28295	160.12	
7	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (10%)	21	15	30	29480.4	166.82	166.72
8	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (10%)	21	15	30	29506.7	166.97	
9	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (10%)	21	15	30	29398	166.36	
10	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (10%)	28	15	30	32108.7	181.70	179.38
11	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (10%)	28	15	30	31617.5	178.92	
12	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (10%)	28	15	30	31370.3	177.52	

Gráfico 6. Resistencia a la compresión del concreto (10% - MS)

Concreto 175 Kg/cm ² + 10 % SDP - MS	
Edad (Días)	f _c (Kg/cm ²)
0	0
7	131
14	159
21	167
28	179

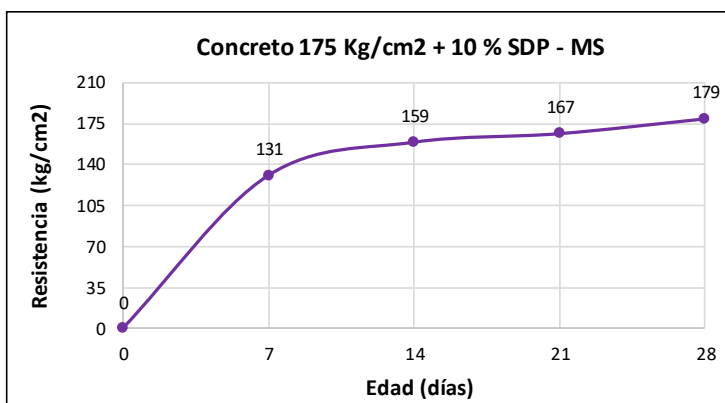


Tabla 17. Resistencia a la compresión del concreto (CP - ICO)

Muestra N°	Identificación de Espécimen	Edad (Días)	Diámetro (d) (cm)	Altura (h) (cm)	Carga (P) (Kgf)	f _c (Kgf/cm ²)	f _c promedio (Kgf/cm ²)
1	Concreto patrón 175 Kg/cm ² (ICO)	1	10	20	3434.0	43.72	90.01
2	Concreto patrón 175 Kg/cm ² (ICO)	3	10	20	6647.0	84.63	
3	Concreto patrón 175 Kg/cm ² (ICO)	3	10	20	7802.8	99.35	
4	Concreto patrón 175 Kg/cm ² (ICO)	3	10	20	6758.5	86.05	126.49
5	Concreto patrón 175 Kg/cm ² (ICO)	7	15	30	22692.2	128.41	
6	Concreto patrón 175 Kg/cm ² (ICO)	7	15	30	22180.0	125.51	
7	Concreto patrón 175 Kg/cm ² (ICO)	7	15	30	22185.3	125.54	158.89
8	Concreto patrón 175 Kg/cm ² (ICO)	14	15	30	27956.2	158.20	
9	Concreto patrón 175 Kg/cm ² (ICO)	14	15	30	27983.0	158.35	
10	Concreto patrón 175 Kg/cm ² (ICO)	14	15	30	28294.8	160.12	168.24
11	Concreto patrón 175 Kg/cm ² (ICO)	21	15	30	29610.7	167.56	
12	Concreto patrón 175 Kg/cm ² (ICO)	21	15	30	29856.4	168.95	
13	Concreto patrón 175 Kg/cm ² (ICO)	21	15	30	29725.1	168.21	194.58
14	Concreto patrón 175 Kg/cm ² (ICO)	28	10	20	15624.1	198.93	
15	Concreto patrón 175 Kg/cm ² (ICO)	28	10	20	15124.0	192.56	
16	Concreto patrón 175 Kg/cm ² (ICO)	28	10	20	15098.5	192.24	

Gráfico 7. Resistencia a la compresión del concreto (CP - ICO)

Concreto patrón 175 Kg/cm ² (ICO)	
Edad (Días)	f _c (Kg/cm ²)
0	0
1	44
3	90
7	126
14	159
21	168
28	195

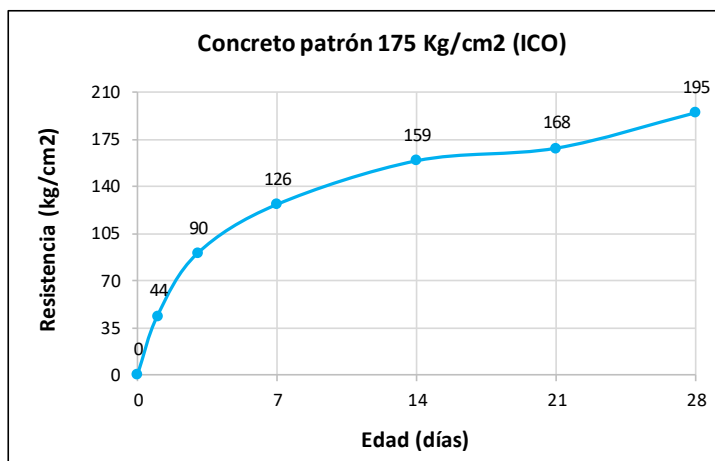


Tabla 18. Resistencia a la compresión del concreto (0.5 % - ICO)

Muestra N°	Identificación de Espcimen	Edad (Días)	Diámetro (d) (cm)	Altura (h) (cm)	Carga (P) (Kgf)	f _c (Kgf/cm ²)	f _c _{promedio} (Kgf/cm ²)
1	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (0.5%)	7	15	30	22965.9	129.96	136.26
2	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (0.5%)	7	15	30	24594.8	139.18	
3	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (0.5%)	7	15	30	24677.6	139.65	
4	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (0.5%)	14	15	30	27944.8	158.14	160.95
5	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (0.5%)	14	15	30	28459.2	161.05	
6	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (0.5%)	14	15	30	28925.2	163.68	
7	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (0.5%)	21	15	30	30390.0	171.97	171.30
8	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (0.5%)	21	15	30	30124.6	170.47	
9	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (0.5%)	21	15	30	30298.0	171.45	
10	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (0.5%)	28	10	20	17356.8	220.99	212.05
11	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (0.5%)	28	10	20	16884.4	214.98	
12	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (0.5%)	28	10	20	15721.2	200.17	

Gráfico 8. Resistencia a la compresión del concreto (0.5 % - ICO)

Concreto 175 Kg/cm ² + 0.5 % SDP - ICO	
Edad (Días)	f _c (Kg/cm ²)
0	0
7	136
14	161
21	171
28	212

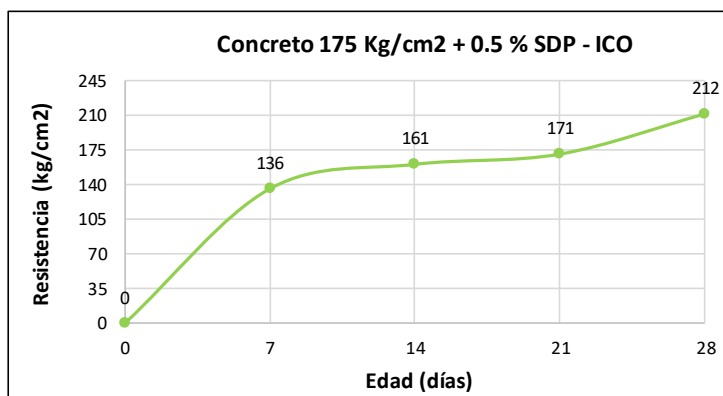


Tabla 19. Resistencia a la compresión del concreto (5 % - ICO)

Muestra N°	Identificación de Espcimen	Edad (Días)	Diámetro (d) (cm)	Altura (h) (cm)	Carga (P) (Kgf)	f _c (Kgf/cm ²)	f _c _{promedio} (Kgf/cm ²)
1	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (5%)	7	15	30	21290.0	120.48	122.44
2	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (5%)	7	15	30	21920.0	124.04	
3	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (5%)	7	15	30	21702.0	122.81	
4	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (5%)	14	15	30	27945.6	158.14	158.34
5	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (5%)	14	15	30	28051.0	158.74	
6	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (5%)	14	15	30	27948.9	158.16	
7	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (5%)	21	15	30	29416.5	166.46	166.67
8	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (5%)	21	15	30	29446.2	166.63	
9	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (5%)	21	15	30	29498.5	166.93	
10	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (5%)	28	10	20	14040.6	178.77	183.53
11	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (5%)	28	10	20	14236.4	181.26	
12	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (5%)	28	10	20	14966.9	190.56	

Gráfico 9. Resistencia a la compresión del concreto (5 % - ICO)

Concreto 175 Kg/cm ² + 5 % SDP - ICO	
Edad (Días)	f _c (Kg/cm ²)
0	0
7	122
14	158
21	167
28	184

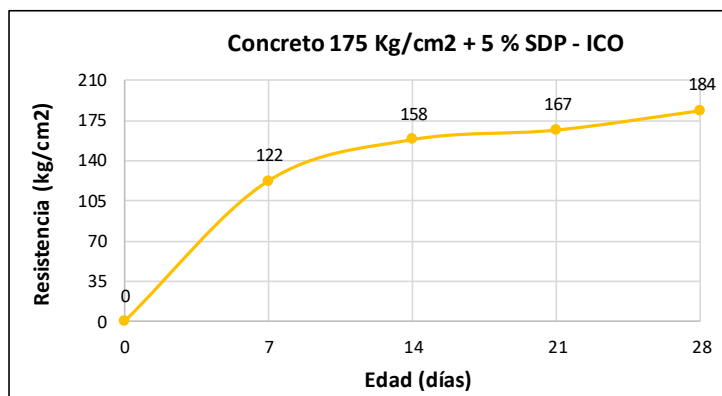
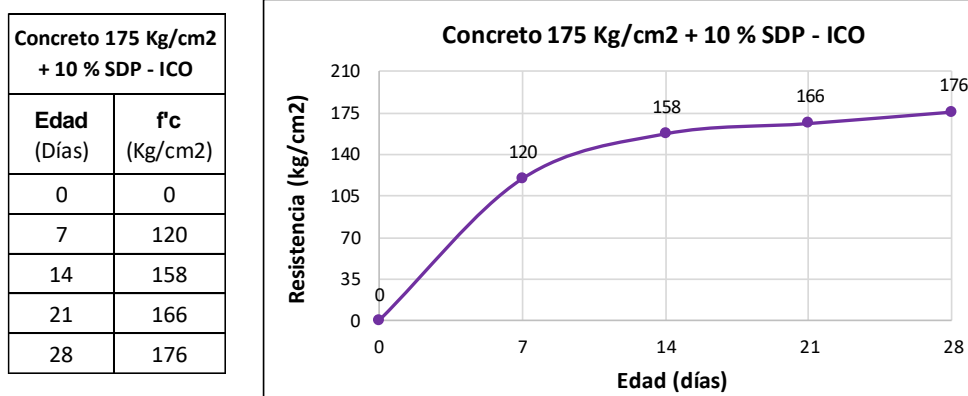


Tabla 20. Resistencia a la compresión del concreto (10 % - ICO)

Muestra N°	Identificación de Espécimen	Edad (Días)	Diámetro (d) (cm)	Altura (h) (cm)	Carga (P) (Kgf)	f _c (Kgf/cm ²)	f _c promedio (Kgf/cm ²)
1	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (10%)	7	15	30	21293.2	120.49	119.71
2	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (10%)	7	15	30	21045.0	119.09	
3	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (10%)	7	15	30	21125.6	119.55	
4	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (10%)	14	15	30	27889.5	157.82	157.66
5	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (10%)	14	15	30	27842.9	157.56	
6	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (10%)	14	15	30	27849.0	157.59	
7	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (10%)	21	15	30	29398.2	166.36	166.35
8	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (10%)	21	15	30	29389.9	166.31	
9	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (10%)	21	15	30	29399.0	166.36	
10	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (10%)	28	15	30	31317.6	177.22	176.02
11	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (10%)	28	15	30	31029.0	175.59	
12	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (10%)	28	15	30	30971.3	175.26	

Gráfico 10. Resistencia a la compresión del concreto (10 % - ICO)



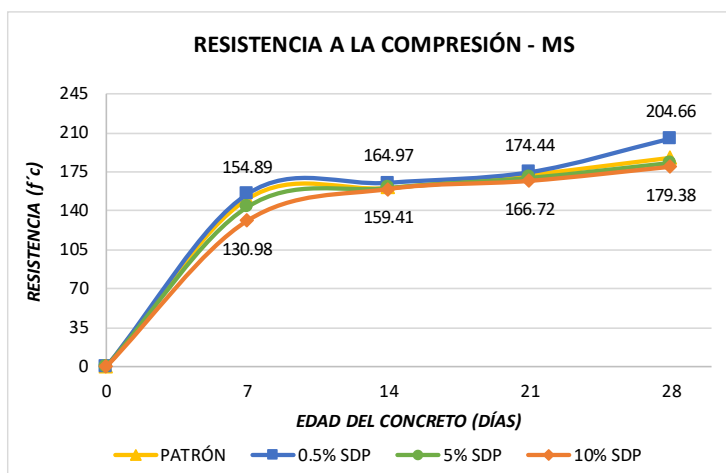
Los resultados de la RC indican que la incorporación de sábila deshidratada en polvo en valores bajos, específicamente al 0.5 %, contribuye a mejorar sus características estructurales. Sin embargo, al aumentar el porcentaje de SDP a niveles del 5 % y 10 %, se observa una tendencia a la disminución de la resistencia, respecto al valor referencial del concreto patrón, lo cual sugiere que a cantidades elevadas de este aditivo natural pueden afectar negativamente la cohesión de la matriz cementante, que altera la integridad estructural del concreto, como se muestra en las siguientes gráficas:

Resistencia a la compresión del concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ – MS

Tabla 21. Resistencia a la compresión $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ - MS

Resistencia a la compresión - MS				
Edad (Días)	PATRÓN	0.5% SDP	5% SDP	10% SDP
0	0.00	0.00	0.00	0.00
7	150.73	154.89	143.76	130.98
14	160.61	164.97	160.78	159.41
21	172.52	174.44	169.99	166.72
28	187.82	204.66	183.50	179.38

Gráfico 11. Resistencia a la compresión $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ - MS

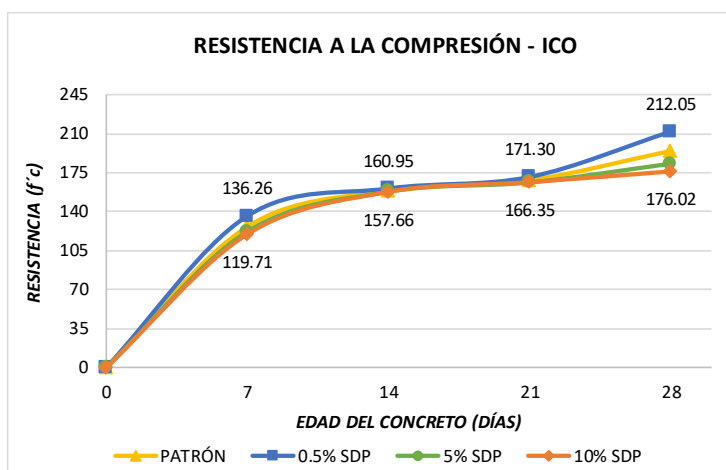


Resistencia a la compresión del concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ – ICO

Tabla 22. Resistencia a la compresión $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ - ICO

Resistencia a la compresión - ICO				
Edad (Días)	PATRÓN	0.5% SDP	5% SDP	10% SDP
0	0.00	0.00	0.00	0.00
7	126.49	136.26	122.44	119.71
14	158.89	160.95	158.34	157.66
21	168.24	171.30	166.67	166.35
28	194.58	212.05	183.53	176.02

Gráfico 12. Resistencia a la compresión $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ - ICO



2. Ensayo de resistencia a la flexión por tracción del concreto

Los resultados del ensayo de resistencia a la flexión del concreto con $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ demuestran el impacto que tiene la inclusión de sábila deshidratada en polvo en la resistencia estructural del material. Al explorar la capacidad de la sábila como un aditivo natural, se encontró que las diferentes concentraciones de sábila generan variaciones en la respuesta del concreto frente a esfuerzos de flexión, proporcionando datos que ofrecen una nueva perspectiva sobre el potencial de este polímero para mejorar las propiedades mecánicas del concreto. En este contexto, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 23. Resistencia a la flexión del concreto (CP - MS)

Muestra N°	Identificación	Días	Ancho de la viga (b) (mm)	Altura de la viga (d) (mm)	Luz entre apoyos (L) (mm)	Carga (P) (N)	f_r (MPa)	f_r (Kg/cm ²)	f_r promedio (Kg/cm ²)
1	Concreto patrón 175 Kg/cm ²	7	150	150	475	48157.29	2.157	22.00	21.87
2	Concreto patrón 175 Kg/cm ²	7	150	150	475	47588.31	2.132	21.74	
3	Concreto patrón 175 Kg/cm ²	14	150	150	475	55848.33	2.502	25.51	25.64
4	Concreto patrón 175 Kg/cm ²	14	150	150	475	56417.31	2.527	25.77	
5	Concreto patrón 175 Kg/cm ²	28	150	150	475	72083.88	3.229	32.93	32.45
6	Concreto patrón 175 Kg/cm ²	28	150	150	475	69984.54	3.135	31.97	

Gráfico 13. Resistencia a la flexión del concreto (CP - MS)

Ensayo de resistencia a la flexión - MS	
Edad (Días)	f_r (Kg/cm ²)
0	0.0
7	21.9
14	25.6
28	32.5

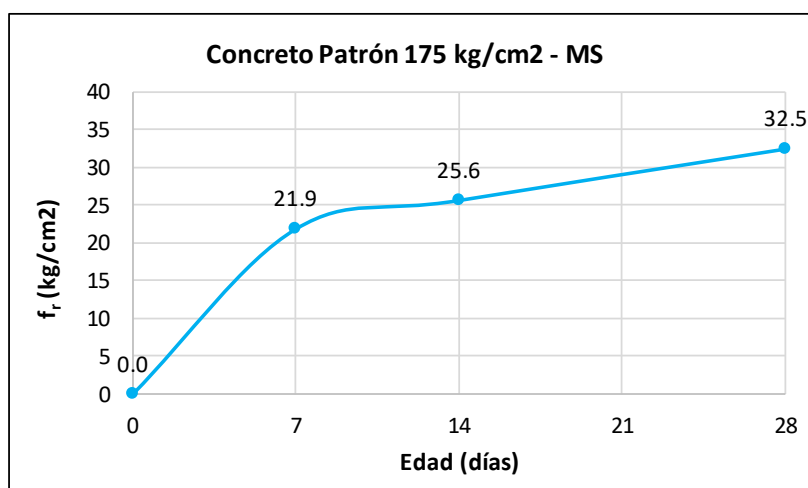


Tabla 24. Resistencia a la flexión del concreto (0.5 % - MS)

Muestra N°	Identificación	Días	Ancho de la viga (b) (mm)	Altura de la viga (d) (mm)	Luz entre apoyos (L) (mm)	Carga (P) (N)	f_r (MPa)	f_r (Kg/cm ²)	f_r promedio (Kg/cm ²)
1	Concreto 175 Kg/cm ² + 0.5 % SDP - MS	7	150	150	475	49756.32	2.229	22.73	22.58
2	Concreto 175 Kg/cm ² + 0.5 % SDP - MS	7	150	150	475	49089.24	2.199	22.43	
3	Concreto 175 Kg/cm ² + 0.5 % SDP - MS	14	150	150	475	59605.56	2.670	27.23	26.81
4	Concreto 175 Kg/cm ² + 0.5 % SDP - MS	14	150	150	475	57771.09	2.588	26.39	
5	Concreto 175 Kg/cm ² + 0.5 % SDP - MS	28	150	150	475	73025.64	3.271	33.36	33.32
6	Concreto 175 Kg/cm ² + 0.5 % SDP - MS	28	150	150	475	72858.87	3.264	33.28	

Gráfico 14. Resistencia a la flexión del concreto (0.5 % - MS)

Concreto 175 kg/cm ² + 0.5 % SDP - MS	
Edad (Días)	f_r (Kg/cm ²)
0	0.0
7	22.6
14	26.8
28	33.3

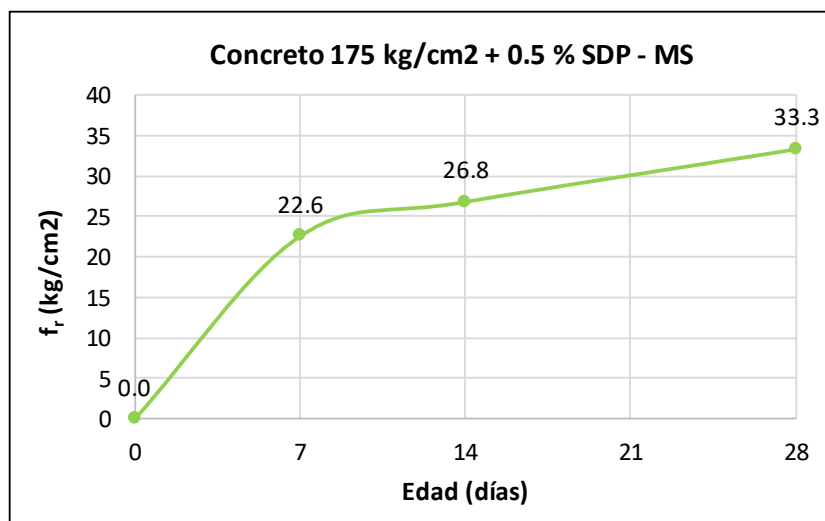


Tabla 25. Resistencia a la flexión del concreto (5 % - MS)

Muestra N°	Identificación	Días	Ancho de la viga (b) (mm)	Altura de la viga (d) (mm)	Luz entre apoyos (L) (mm)	Carga (P) (N)	f_r (MPa)	f_r (Kg/cm ²)	f_r promedio (Kg/cm ²)
1	Concreto 175 Kg/cm ² + 5 % SDP - MS	7	150	150	475	45753.84	2.050	20.90	20.73
2	Concreto 175 Kg/cm ² + 5 % SDP - MS	7	150	150	475	44998.47	2.016	20.56	
3	Concreto 175 Kg/cm ² + 5 % SDP - MS	14	150	150	475	53807.85	2.411	24.58	24.72
4	Concreto 175 Kg/cm ² + 5 % SDP - MS	14	150	150	475	54425.88	2.438	24.86	
5	Concreto 175 Kg/cm ² + 5 % SDP - MS	28	150	150	475	69297.84	3.104	31.66	31.56
6	Concreto 175 Kg/cm ² + 5 % SDP - MS	28	150	150	475	68856.39	3.085	31.46	

Gráfico 15. Resistencia a la flexión del concreto (5 % - MS)

Concreto 175 kg/cm ² + 5 % SDP - MS	
Edad (Días)	f _r (Kg/cm ²)
0	0.0
7	20.7
14	24.7
28	31.6

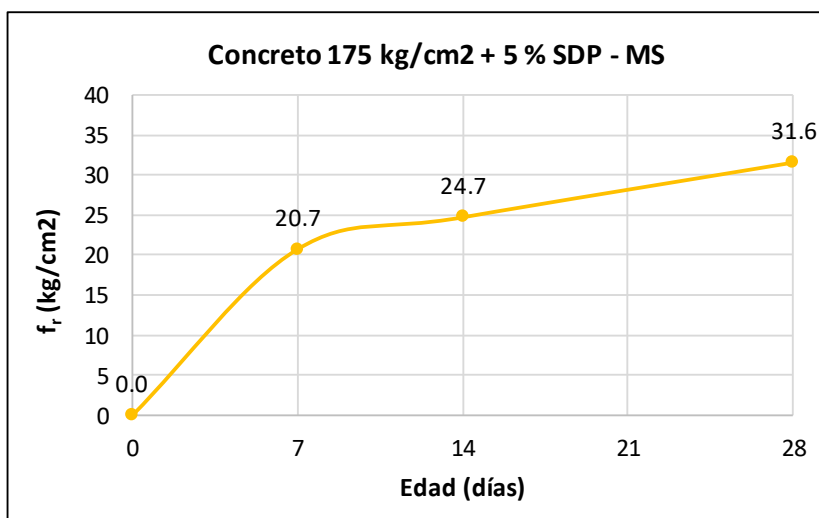


Tabla 26. Resistencia a la flexión del concreto (10 % - MS)

Muestra N°	Identificación	Días	Ancho de la viga (b) (mm)	Altura de la viga (d) (mm)	Luz entre apoyos (L) (mm)	Carga (P) (N)	f _r (MPa)	f _r (Kg/cm ²)	f _r promedio (Kg/cm ²)
1	Concreto 175 Kg/cm ² + 10 % SDP - MS	7	150	150	475	42398.82	1.899	19.37	19.53
2	Concreto 175 Kg/cm ² + 10 % SDP - MS	7	150	150	475	43124.76	1.932	19.70	
3	Concreto 175 Kg/cm ² + 10 % SDP - MS	14	150	150	475	51100.29	2.289	23.34	23.16
4	Concreto 175 Kg/cm ² + 10 % SDP - MS	14	150	150	475	50295.87	2.253	22.98	
5	Concreto 175 Kg/cm ² + 10 % SDP - MS	28	150	150	475	66835.53	2.994	30.53	30.50
6	Concreto 175 Kg/cm ² + 10 % SDP - MS	28	150	150	475	66708.00	2.988	30.47	

Gráfico 16. Resistencia a la flexión del concreto (10 % - MS)

Concreto 175 kg/cm ² + 10 % SDP - MS	
Edad (Días)	f _r (Kg/cm ²)
0	0.0
7	19.5
14	23.2
28	30.5

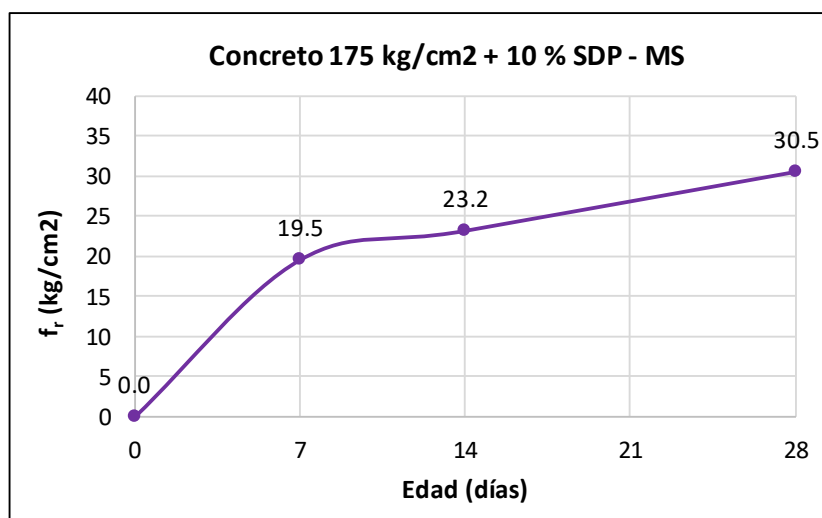


Tabla 27. Resistencia a la flexión del concreto (CP - ICO)

Muestra N°	Identificación	Días	Ancho de la viga (b) (mm)	Altura de la viga (d) (mm)	Luz entre apoyos (L) (mm)	Carga (P) (N)	f_r (MPa)	f_r (Kg/cm ²)	f_r promedio (Kg/cm ²)
1	Concreto patrón 175 Kg/cm ²	7	150	150	475	48353.49	2.166	22.09	22.05
2	Concreto patrón 175 Kg/cm ²	7	150	150	475	48167.10	2.158	22.00	
3	Concreto patrón 175 Kg/cm ²	14	150	150	475	57672.99	2.584	26.35	26.39
4	Concreto patrón 175 Kg/cm ²	14	150	150	475	57879.00	2.593	26.44	
5	Concreto patrón 175 Kg/cm ²	28	150	150	475	73879.11	3.310	33.75	33.87
6	Concreto patrón 175 Kg/cm ²	28	150	150	475	74418.66	3.334	34.00	

Gráfico 17. Resistencia a la flexión del concreto (CP - ICO)

Ensayo de resistencia a la flexión - ICO	
Edad (Días)	f_r (Kg/cm ²)
0	0.0
7	22.0
14	26.4
28	33.9

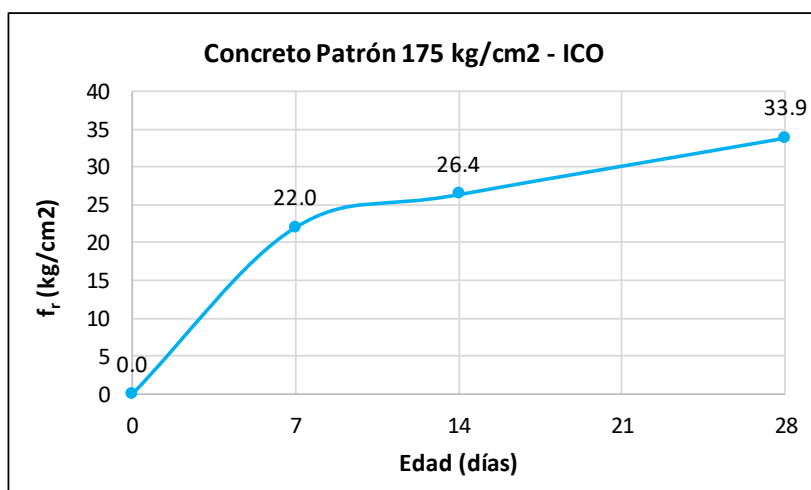


Tabla 28. Resistencia a la flexión del concreto (0.5 % - ICO)

Muestra N°	Identificación	Días	Ancho de la viga (b) (mm)	Altura de la viga (d) (mm)	Luz entre apoyos (L) (mm)	Carga (P) (N)	f_r (MPa)	f_r (Kg/cm ²)	f_r promedio (Kg/cm ²)
1	Concreto 175 Kg/cm ² + 0.5 % SDP - ICO	7	150	150	475	54523.98	2.443	24.91	24.93
2	Concreto 175 Kg/cm ² + 0.5 % SDP - ICO	7	150	150	475	54622.08	2.447	24.95	
3	Concreto 175 Kg/cm ² + 0.5 % SDP - ICO	14	150	150	475	61596.99	2.759	28.14	28.09
4	Concreto 175 Kg/cm ² + 0.5 % SDP - ICO	14	150	150	475	61390.98	2.750	28.05	
5	Concreto 175 Kg/cm ² + 0.5 % SDP - ICO	28	150	150	475	77675.58	3.480	35.48	35.47
6	Concreto 175 Kg/cm ² + 0.5 % SDP - ICO	28	150	150	475	77606.91	3.477	35.45	

Gráfico 18. Resistencia a la flexión del concreto (0.5 % - ICO)

Concreto 175 kg/cm ² + 0.5 % SDP - ICO	
Edad (Días)	f _r (Kg/cm ²)
0	0.0
7	24.9
14	28.1
28	35.5

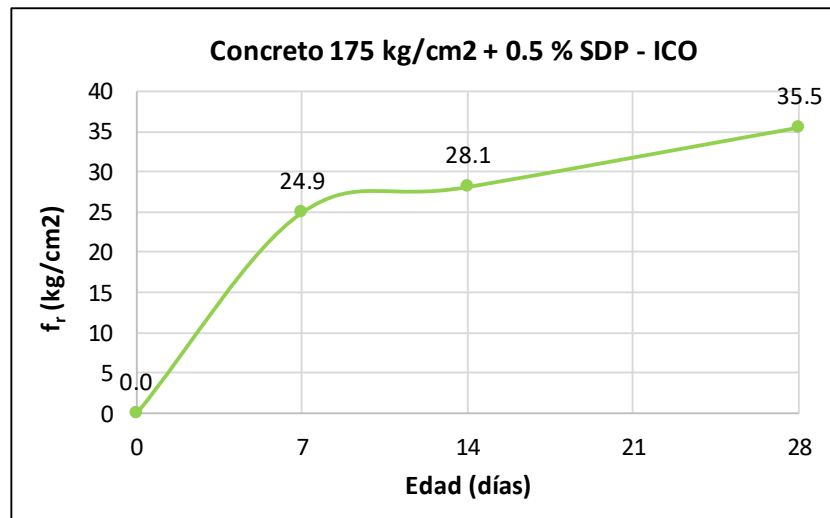


Tabla 29. Resistencia a la flexión del concreto (5 % - ICO)

Muestra N°	Identificación	Días	Ancho de la viga (b) (mm)	Altura de la viga (d) (mm)	Luz entre apoyos (L) (mm)	Carga (P) (N)	f _r (MPa)	f _r (Kg/cm ²)	f _r promedio (Kg/cm ²)
1	Concreto 175 Kg/cm ² + 5 % SDP - MS	7	150	150	475	46636.74	2.089	21.30	21.39
2	Concreto 175 Kg/cm ² + 5 % SDP - MS	7	150	150	475	47009.52	2.106	21.48	
3	Concreto 175 Kg/cm ² + 5 % SDP - MS	14	150	150	475	56211.30	2.518	25.68	25.60
4	Concreto 175 Kg/cm ² + 5 % SDP - MS	14	150	150	475	55867.95	2.503	25.52	
5	Concreto 175 Kg/cm ² + 5 % SDP - MS	28	150	150	475	69915.87	3.132	31.94	32.01
6	Concreto 175 Kg/cm ² + 5 % SDP - MS	28	150	150	475	70239.60	3.147	32.09	

Gráfico 19. Resistencia a la flexión del concreto (5 % - ICO)

Concreto 175 kg/cm ² + 5 % SDP - ICO	
Edad (Días)	f _r (Kg/cm ²)
0	0.0
7	21.4
14	25.6
28	32.0

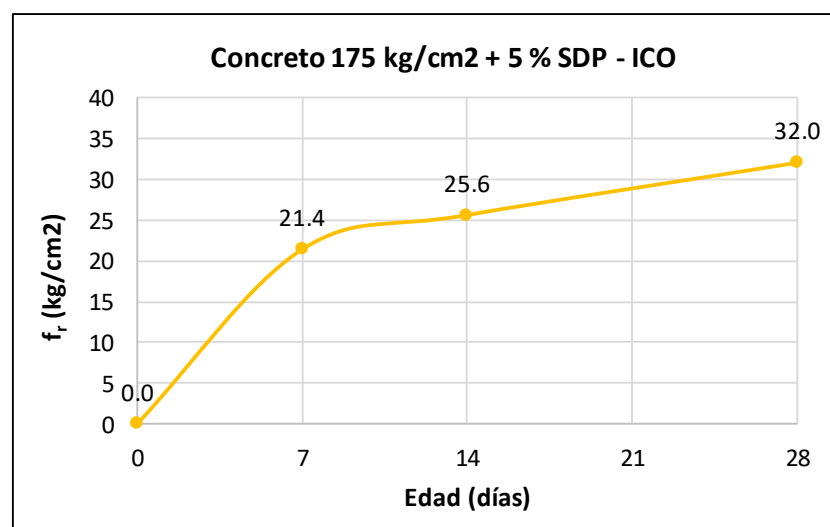
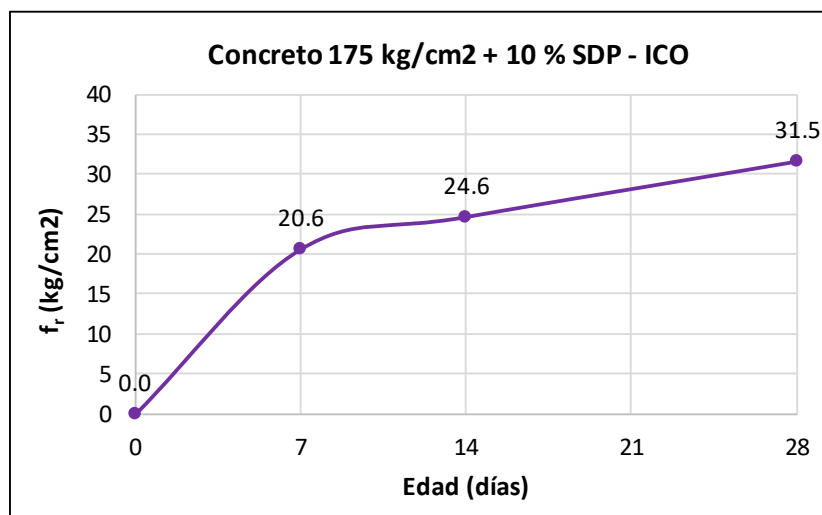


Tabla 30. Resistencia a la flexión del concreto (10 % - ICO)

Muestra N°	Identificación	Días	Ancho de la viga (b) (mm)	Altura de la viga (d) (mm)	Luz entre apoyos (L) (mm)	Carga (P) (N)	f_r (MPa)	f_r (Kg/cm ²)	f_r promedio (Kg/cm ²)
1	Concreto 175 Kg/cm ² + 10 % SDP - MS	7	150	150	475	44870.94	2.010	20.50	20.56
2	Concreto 175 Kg/cm ² + 10 % SDP - MS	7	150	150	475	45126.00	2.022	20.61	
3	Concreto 175 Kg/cm ² + 10 % SDP - MS	14	150	150	475	53641.08	2.403	24.50	24.58
4	Concreto 175 Kg/cm ² + 10 % SDP - MS	14	150	150	475	53955.00	2.417	24.65	
5	Concreto 175 Kg/cm ² + 10 % SDP - MS	28	150	150	475	69003.54	3.091	31.52	31.49
6	Concreto 175 Kg/cm ² + 10 % SDP - MS	28	150	150	475	68856.39	3.085	31.46	

Gráfico 20. Resistencia a la flexión del concreto (10 % - ICO)

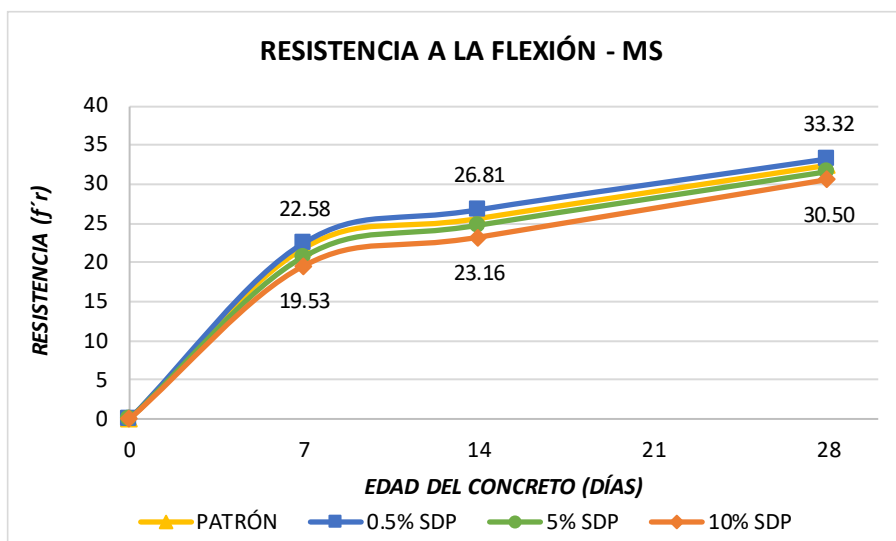
Concreto 175 kg/cm ² + 10 % SDP - ICO	
Edad (Días)	f_r (Kg/cm ²)
0	0.0
7	20.6
14	24.6
28	31.5



Resistencia a la flexión del concreto $f'_c=175$ kg/cm² – MS

Tabla 31. Resistencia a la flexión del concreto $f'_c=175$ kg/cm² - MS

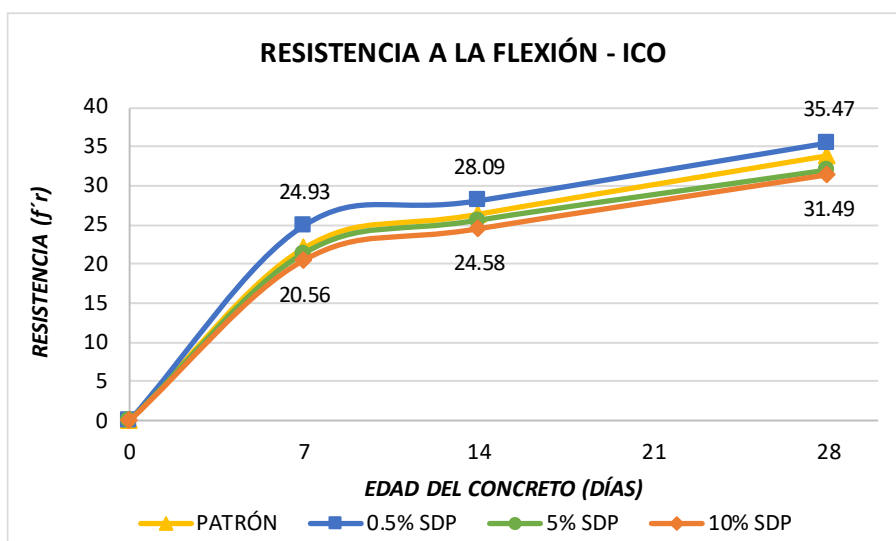
Resistencia a la flexión - MS				
Edad (Días)	PATRÓN	0.5% SDP	5% SDP	10% SDP
0	0.00	0.00	0.00	0.00
7	21.87	22.58	20.73	19.53
14	25.64	26.81	24.72	23.16
28	32.45	33.32	31.56	30.50

Gráfico 21. Resistencia a la flexión del concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ - MS

Resistencia a la flexión del concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ – ICO

Tabla 32. Resistencia a la flexión del concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ - ICO

Resistencia a la flexión - ICO				
Edad (Días)	PATRÓN	0.5% SDP	5% SDP	10% SDP
0	0.00	0.00	0.00	0.00
7	22.05	24.93	21.39	20.56
14	26.39	28.09	25.60	24.58
28	33.87	35.47	32.01	31.49

Gráfico 22. Resistencia a la flexión del concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ - ICO

Además, se realizó el ensayo de resistencia a la tracción indirecta (RTI) del concreto con un f'_c de 175 kg/cm², los datos obtenidos muestran una mejora en las propiedades mecánicas al incorporar sábila deshidratada en proporciones específicas, destacando una tendencia hacia una mayor cohesión y uniformidad del concreto. A diferencia de aditivos convencionales, la sábila parece ofrecer una alternativa natural que optimiza la distribución de tensiones internas, lo cual podría estar relacionado con sus compuestos bioactivos que actúan a nivel microestructural. Este comportamiento sugiere que la inclusión de la SDP no solo incrementa la resistencia a la tracción, sino que también abre posibilidades para el desarrollo de mezclas sostenibles con polímeros, alineándose con tendencias actuales en la ingeniería de materiales, cuyos datos alcanzados se muestran a continuación:

Tabla 33. Resistencia a la tracción indirecta del concreto (CP - MS)

Muestra N°	Identificación	Días	Diámetro (d) (mm)	Altura (h) (mm)	Carga (P) (N)	f_{ct} (Kg/cm ²)	f_{ct} promedio (Kg/cm ²)
1	Concreto patrón 175 Kg/cm ²	7	150	300	114130	16.464	16.48
2	Concreto patrón 175 Kg/cm ²	7	150	300	114370	16.499	
3	Concreto patrón 175 Kg/cm ²	14	150	300	151342	21.833	21.87
4	Concreto patrón 175 Kg/cm ²	14	150	300	151838	21.904	
5	Concreto patrón 175 Kg/cm ²	28	150	300	185036	26.693	26.71
6	Concreto patrón 175 Kg/cm ²	28	150	300	185282	26.729	

Gráfico 23. Resistencia a la tracción indirecta del concreto (CP - MS)

Ensayo de resistencia a la tracción indirecta - MS	
Edad (Días)	f_{ct} (Kg/cm ²)
0	0
7	16.5
14	21.9
28	26.7

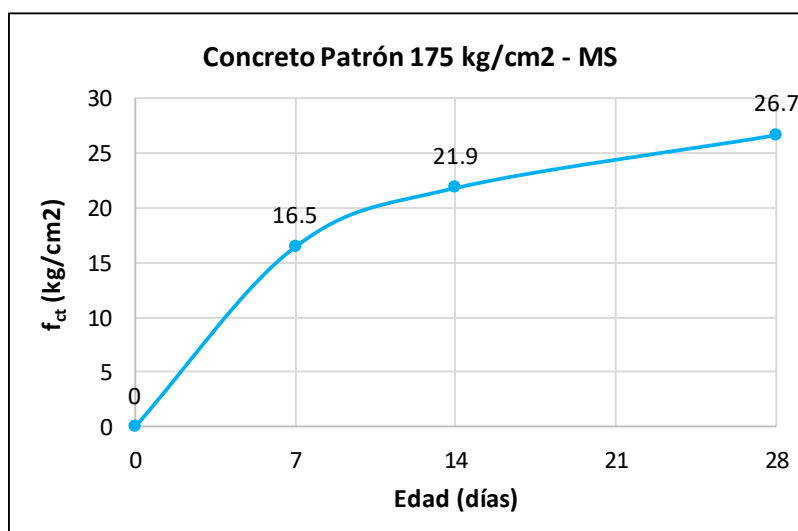


Tabla 34. Resistencia a la tracción indirecta del concreto (0.5 % - MS)

Muestra N°	Identificación	Días	Diámetro (d) (mm)	Altura (h) (mm)	Carga (P) (N)	f_{ct} (Kg/cm ²)	f_{ct} promedio (Kg/cm ²)
1	Concreto 175 Kg/cm ² + 0.5 % SDP - MS	7	150	300	138520	19.983	19.98
2	Concreto 175 Kg/cm ² + 0.5 % SDP - MS	7	150	300	138490	19.979	
3	Concreto 175 Kg/cm ² + 0.5 % SDP - MS	21	150	300	172372	24.867	24.84
4	Concreto 175 Kg/cm ² + 0.5 % SDP - MS	21	150	300	172048	24.820	
5	Concreto 175 Kg/cm ² + 0.5 % SDP - MS	28	150	300	207582	29.946	29.90
6	Concreto 175 Kg/cm ² + 0.5 % SDP - MS	28	150	300	206940	29.853	

Gráfico 24. Resistencia a la tracción indirecta del concreto (0.5 % - MS)

Concreto 175 kg/cm ² + 0.5 % SDP - MS	
Edad (Días)	f_{ct} (Kg/cm ²)
0	0
7	20.0
14	24.8
28	29.9

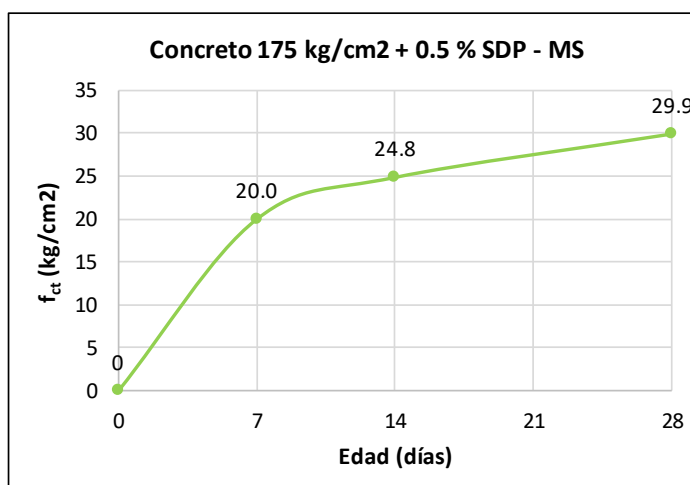


Tabla 35. Resistencia a la tracción indirecta del concreto (5 % - MS)

Muestra N°	Identificación	Días	Diámetro (d) (mm)	Altura (h) (mm)	Carga (P) (N)	f_{ct} (Kg/cm ²)	f_{ct} promedio (Kg/cm ²)
1	Concreto 175 Kg/cm ² + 5 % SDP - MS	7	150	300	120810	17.428	17.42
2	Concreto 175 Kg/cm ² + 5 % SDP - MS	7	150	300	120720	17.415	
3	Concreto 175 Kg/cm ² + 5 % SDP - MS	21	150	300	155332	22.408	22.39
4	Concreto 175 Kg/cm ² + 5 % SDP - MS	21	150	300	155143	22.381	
5	Concreto 175 Kg/cm ² + 5 % SDP - MS	28	150	300	195113	28.147	28.12
6	Concreto 175 Kg/cm ² + 5 % SDP - MS	28	150	300	194760	28.096	

Gráfico 25. Resistencia a la tracción indirecta del concreto (5 % - MS)

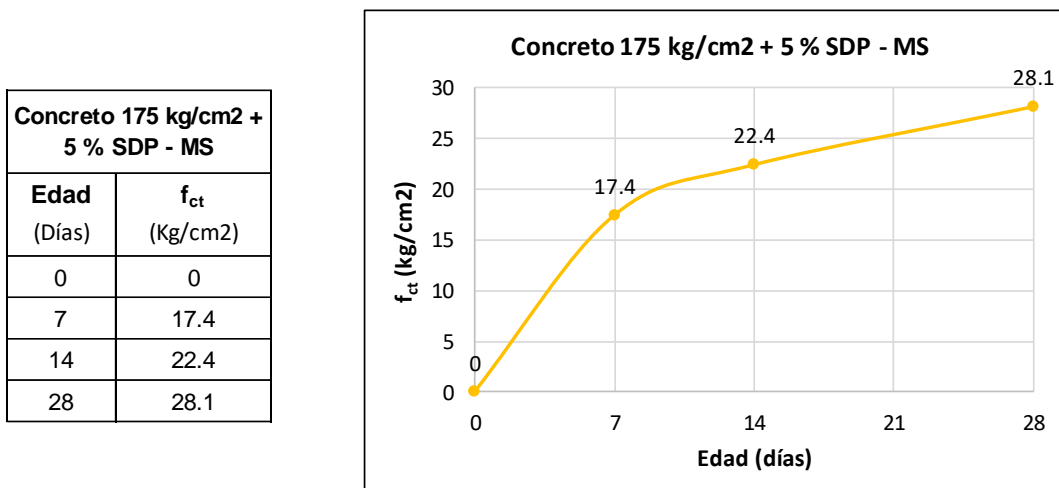


Tabla 36. Resistencia a la tracción indirecta del concreto (10 % - MS)

Muestra N°	Identificación	Días	Diámetro (d) (mm)	Altura (h) (mm)	Carga (P) (N)	f _{ct} (Kg/cm ²)	f _{ct} promedio (Kg/cm ²)
1	Concreto 175 Kg/cm ² + 10 % SDP - MS	7	150	300	106840	15.413	15.39
2	Concreto 175 Kg/cm ² + 10 % SDP - MS	7	150	300	106480	15.361	
3	Concreto 175 Kg/cm ² + 10 % SDP - MS	21	150	300	140783	20.309	20.45
4	Concreto 175 Kg/cm ² + 10 % SDP - MS	21	150	300	142765	20.595	
5	Concreto 175 Kg/cm ² + 10 % SDP - MS	28	150	300	179577	25.906	25.76
6	Concreto 175 Kg/cm ² + 10 % SDP - MS	28	150	300	177520	25.609	

Gráfico 26. Resistencia a la tracción indirecta del concreto (10 % - MS)

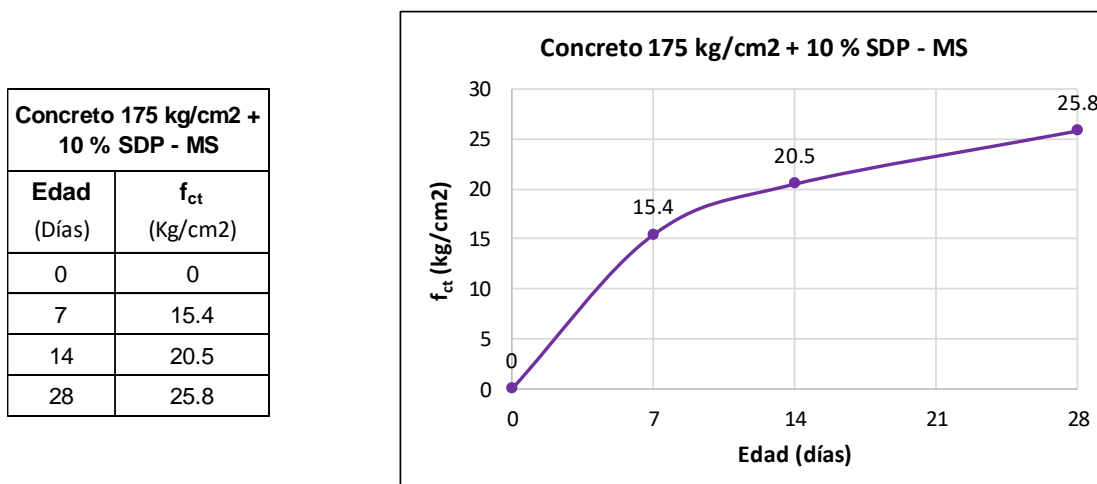


Tabla 37. Resistencia a la tracción indirecta del concreto (CP - ICO)

Muestra N°	Identificación	Días	Diámetro (d) (mm)	Altura (h) (mm)	Carga (P) (N)	f_{ct} (Kg/cm ²)	f_{ct} promedio (Kg/cm ²)
1	Concreto patrón 175 Kg/cm ²	7	150	300	108000	15.580	15.13
2	Concreto patrón 175 Kg/cm ²	7	150	300	101700	14.671	
3	Concreto patrón 175 Kg/cm ²	14	150	300	139173	20.077	20.28
4	Concreto patrón 175 Kg/cm ²	14	150	300	141947	20.477	
5	Concreto patrón 175 Kg/cm ²	28	150	300	176300	25.433	25.01
6	Concreto patrón 175 Kg/cm ²	28	150	300	170500	24.596	

Gráfico 27. Resistencia a la tracción indirecta del concreto (CP – ICO)

Ensayo de resistencia a la tracción indirecta - ICO	
Edad (Días)	f_{ct} (Kg/cm ²)
0	0
7	15.1
14	20.3
28	25.0

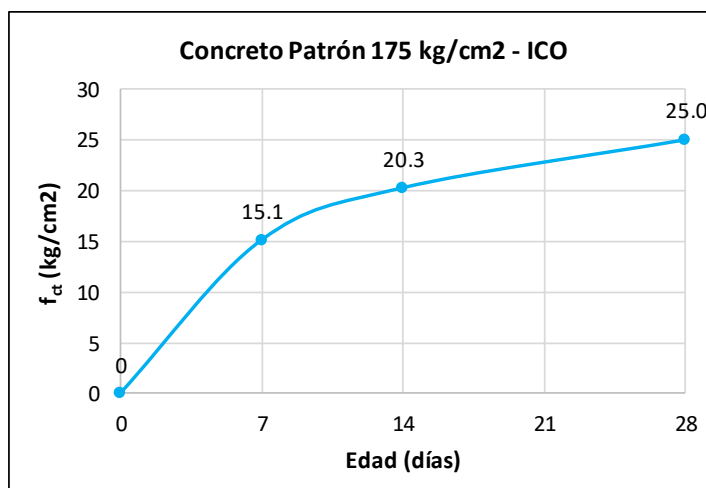


Tabla 38. Resistencia a la tracción indirecta del concreto (0.5 % - ICO)

Muestra N°	Identificación	Días	Diámetro (d) (mm)	Altura (h) (mm)	Carga (P) (N)	f_{ct} (Kg/cm ²)	f_{ct} promedio (Kg/cm ²)
1	Concreto 175 Kg/cm ² + 0.5 % SDP - ICO	7	150	300	126450	18.242	18.25
2	Concreto 175 Kg/cm ² + 0.5 % SDP - ICO	7	150	300	126520	18.252	
3	Concreto 175 Kg/cm ² + 0.5 % SDP - ICO	21	150	300	162835	23.491	23.49
4	Concreto 175 Kg/cm ² + 0.5 % SDP - ICO	21	150	300	162796	23.485	
5	Concreto 175 Kg/cm ² + 0.5 % SDP - ICO	28	150	300	204160	29.452	29.47
6	Concreto 175 Kg/cm ² + 0.5 % SDP - ICO	28	150	300	204370	29.483	

Gráfico 28. Resistencia a la tracción indirecta del concreto (0.5 % - ICO)

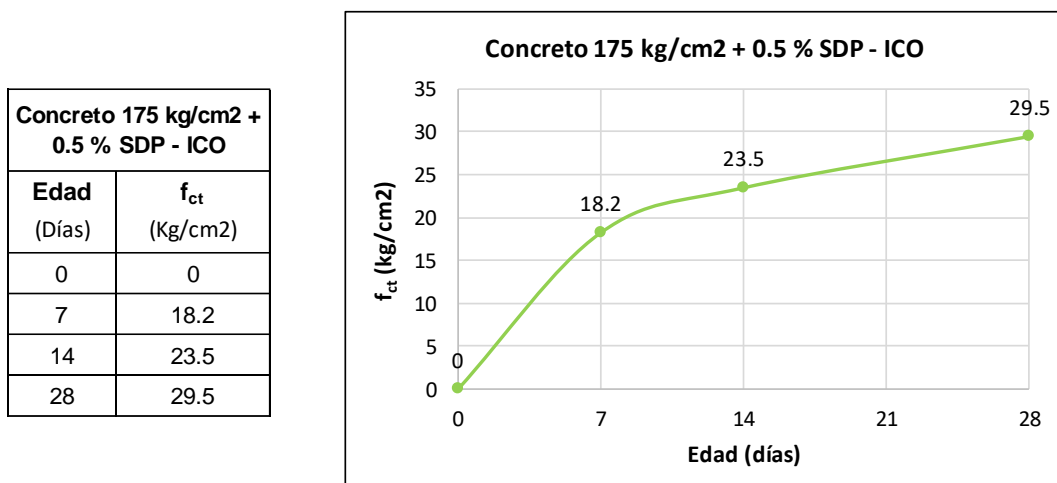


Tabla 39. Resistencia a la tracción indirecta del concreto (5 % - ICO)

Muestra N°	Identificación	Días	Diámetro (d) (mm)	Altura (h) (mm)	Carga (P) (N)	f _{ct} (Kg/cm ²)	f _{ct} promedio (Kg/cm ²)
1	Concreto 175 Kg/cm ² + 5 % SDP - ICO	7	150	300	117160	16.902	16.87
2	Concreto 175 Kg/cm ² + 5 % SDP - ICO	7	150	300	116720	16.838	
3	Concreto 175 Kg/cm ² + 5 % SDP - ICO	21	150	300	151586	21.868	21.93
4	Concreto 175 Kg/cm ² + 5 % SDP - ICO	21	150	300	152464	21.995	
5	Concreto 175 Kg/cm ² + 5 % SDP - ICO	28	150	300	189900	27.395	27.39
6	Concreto 175 Kg/cm ² + 5 % SDP - ICO	28	150	300	189800	27.381	

Gráfico 29. Resistencia a la tracción indirecta del concreto (5 % - ICO)

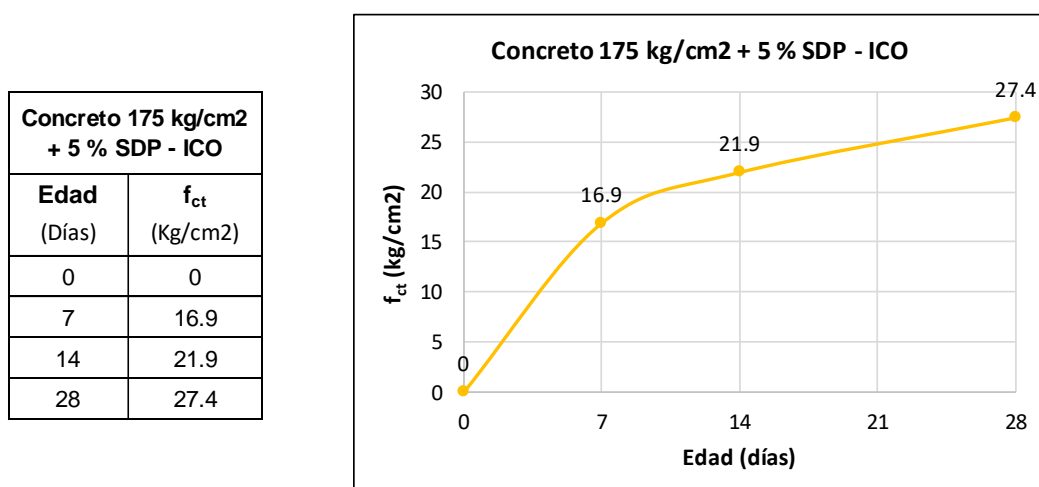
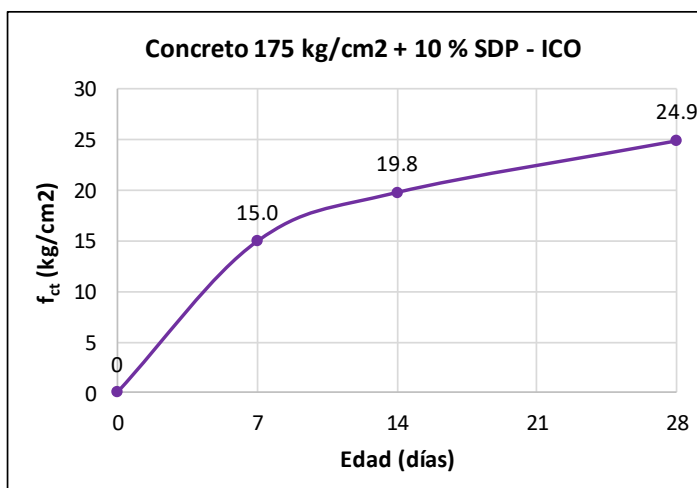


Tabla 40. Resistencia a la tracción indirecta del concreto (10 % - ICO)

Muestra N°	Identificación	Días	Diámetro (d) (mm)	Altura (h) (mm)	Carga (P) (N)	f_{ct} (Kg/cm ²)	f_{ct} promedio (Kg/cm ²)
1	Concreto 175 Kg/cm ² + 10 % SDP - ICO	7	150	300	103680	14.957	14.96
2	Concreto 175 Kg/cm ² + 10 % SDP - ICO	7	150	300	103740	14.966	
3	Concreto 175 Kg/cm ² + 10 % SDP - ICO	21	150	300	137332	19.812	19.80
4	Concreto 175 Kg/cm ² + 10 % SDP - ICO	21	150	300	137176	19.789	
5	Concreto 175 Kg/cm ² + 10 % SDP - ICO	28	150	300	172650	24.907	24.92
6	Concreto 175 Kg/cm ² + 10 % SDP - ICO	28	150	300	172800	24.928	

Gráfico 30. Resistencia a la tracción indirecta del concreto (10 % - ICO)

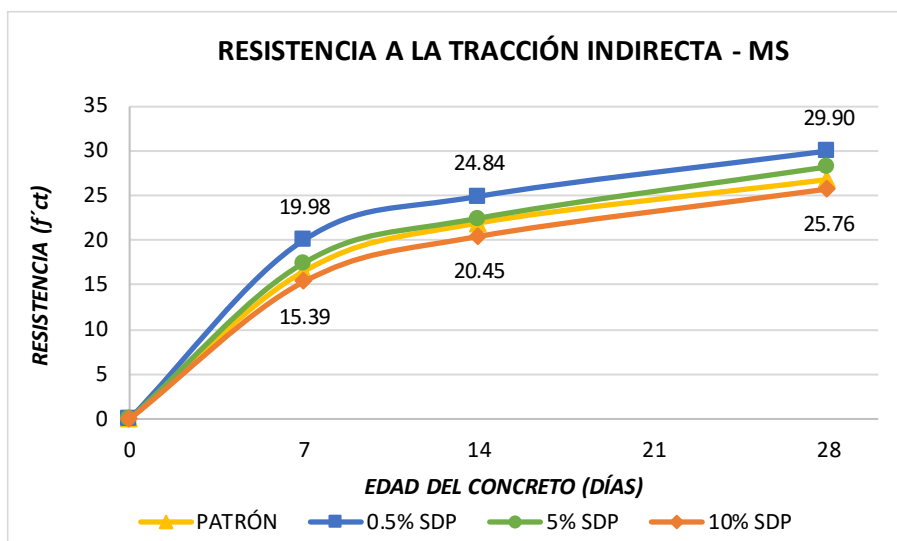
Concreto 175 kg/cm ² + 10 % SDP - ICO	
Edad (Días)	f_{ct} (Kg/cm ²)
0	0
7	15.0
14	19.8
28	24.9



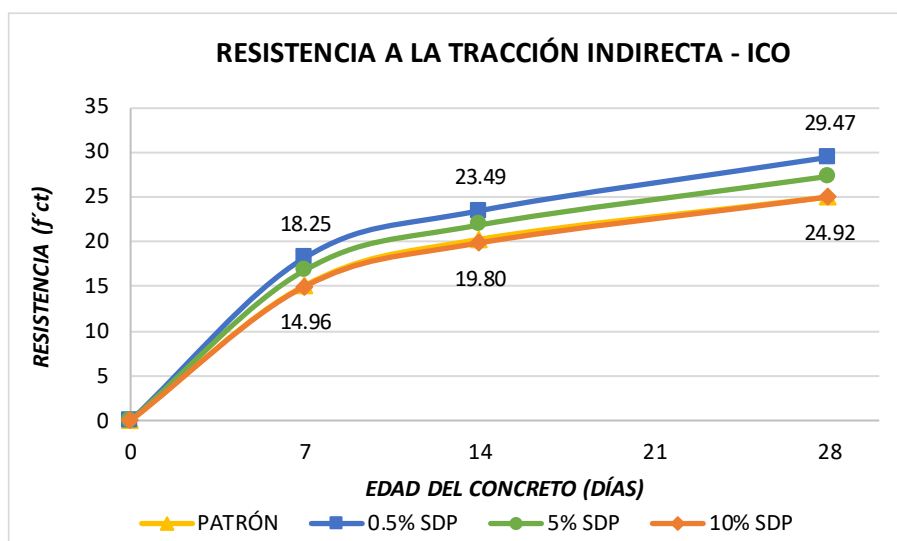
Resistencia a la tracción indirecta del concreto $f'_c=175 \text{ kg/cm}^2$ – MS

Tabla 41. Resistencia a la tracción indirecta del concreto $f'_c=175 \text{ kg/cm}^2$ - MS

Resistencia a la tracción indirecta - MS				
Edad (Días)	PATRÓN	0.5% SDP	5% SDP	10% SDP
0	0.00	0.00	0.00	0.00
7	16.48	19.98	17.42	15.39
14	21.87	24.84	22.39	20.45
28	26.71	29.90	28.12	25.76

Gráfico 31. Resistencia a la tracción indirecta del concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ - MSResistencia a la tracción indirecta del concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ – ICOTabla 42. Resistencia a la tracción indirecta del concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ - ICO

Resistencia a la tracción indirecta - ICO				
Edad (Días)	PATRÓN	0.5% SDP	5% SDP	10% SDP
0	0.00	0.00	0.00	0.00
7	15.13	18.25	16.87	14.96
14	20.28	23.49	21.93	19.80
28	25.01	29.47	27.39	24.92

Gráfico 32. Resistencia a la tracción indirecta del concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ - ICO

3. Resistencia a la durabilidad frente a sulfatos

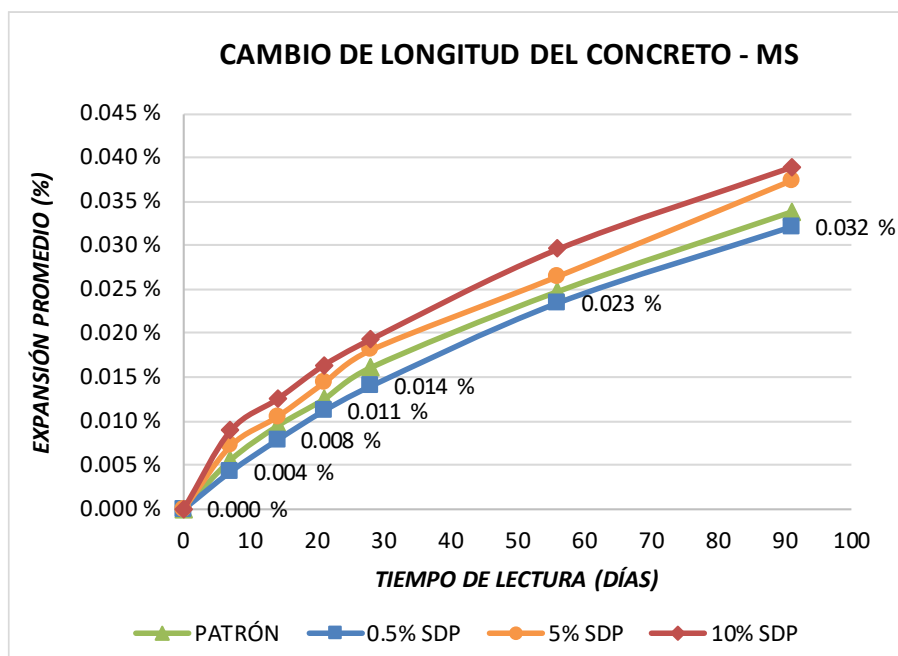
Para saber la durabilidad que tiene un concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ patrón y con adiciones en tres proporciones de aloe vera pulverizada, usado mayormente en veredas, se debe analizar el cambio de longitud de las probetas, después de la exposición a la solución de sulfatos. Por lo que se ha registrado, tanto para los que contienen cemento MS como para las muestras hechas con cemento tipo ICO, las mediciones iniciales de longitud de cada muestra antes de su inversión en la solución de sulfatos y luego realizar mediciones periódicas a intervalos establecidos en la norma ASTM C 157, obteniéndose los siguientes resultados:

Cambio de longitud de concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ – MS

Tabla 43. Expansión del concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ - MS

Expansión promedio - MS				
Tiempo de lectura (días)	PATRÓN	0.5% SDP	5% SDP	10% SDP
0	0.000 %	0.000 %	0.000 %	0.000 %
7	0.006 %	0.004 %	0.007 %	0.009 %
14	0.009 %	0.008 %	0.011 %	0.013 %
21	0.013 %	0.011 %	0.014 %	0.016 %
28	0.016 %	0.014 %	0.018 %	0.019 %
56	0.025 %	0.023 %	0.027 %	0.030 %
91	0.034 %	0.032 %	0.037 %	0.039 %

Gráfico 33. Expansión promedio del concreto - MS

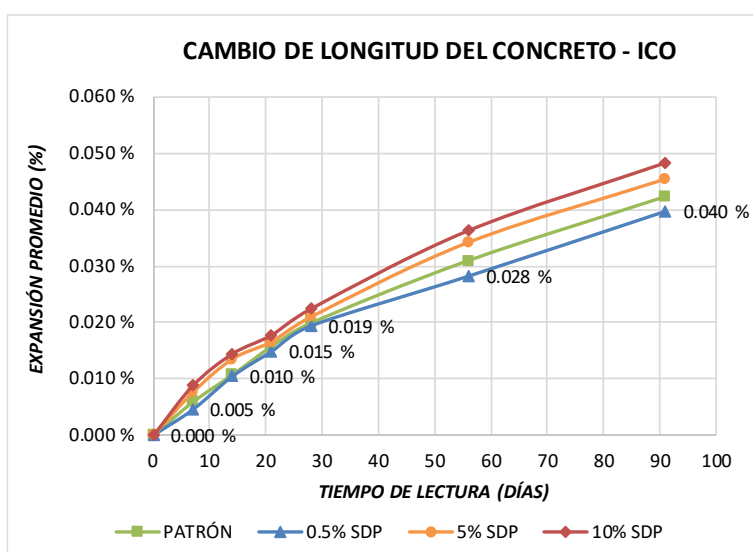


Cambio de longitud de concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ – ICO

Tabla 44. Expansión del concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ - ICO

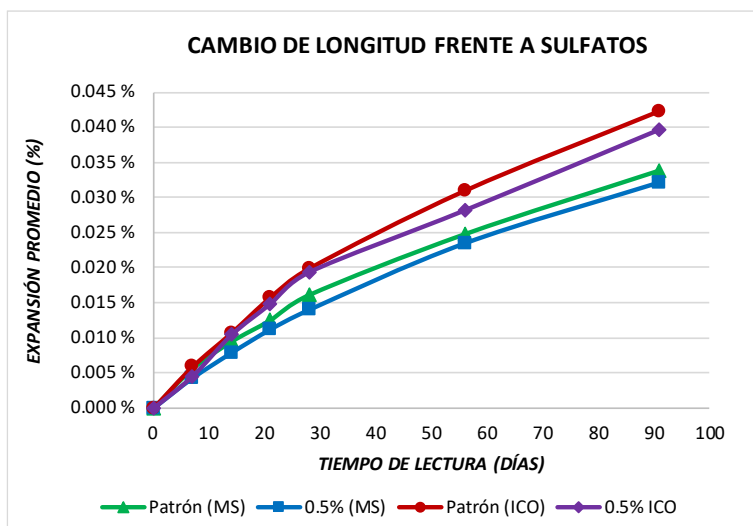
Expansión promedio - ICO				
Tiempo de lectura (días)	PATRÓN	0.5% SDP	5% SDP	10% SDP
0	0.000 %	0.000 %	0.000 %	0.000 %
7	0.006 %	0.005 %	0.008 %	0.009 %
14	0.011 %	0.010 %	0.013 %	0.014 %
21	0.016 %	0.015 %	0.017 %	0.018 %
28	0.020 %	0.019 %	0.021 %	0.022 %
56	0.031 %	0.028 %	0.034 %	0.036 %
91	0.042 %	0.040 %	0.045 %	0.048 %

Gráfico 34. Expansión promedio del concreto - ICO



Se puede observar en ambas gráficas, el que tuvo mayores resultados de resistencia de durabilidad frente sulfatos es con la adición más baja de SDP, por lo que se realizó un análisis comparativo entre ambos tipos de cemento y la adición de 0.5 % de SDP:

Gráfico 35. Expansión del concreto frente a sulfatos



4. Análisis económico

La sábila o aloe vera, es una planta ampliamente cultivada en los huertos domésticos debido a su adaptabilidad y sus numerosas aplicaciones medicinales y cosméticas. Su cultivo es favorecido por su resistencia a condiciones climáticas adversas, particularmente en entornos cálidos y secos, lo que permite su integración en jardines residenciales con un mínimo de mantenimiento. Además, sus propiedades regenerativas y su capacidad para proporcionar alivio tópico en casos de quemaduras o irritaciones cutáneas, así como su uso en la hidratación de la piel, consolidan su valor dentro del contexto de la horticultura doméstica. Ahora sometida a una nueva investigación en el rubro de la construcción, por lo que se ha realizado un mapeo de las viviendas que tienen en su huerto plantas de sábila, la cual es el ingrediente principal en este apartado, teniendo los siguientes puntos:



Ilustración 27. Huertos con plantas de sábila en la Urb. Casa Blanca – JLO

Siendo el lugar donde tengo mi residencia en la ciudad de Chiclayo, vi por conveniente mapear los huertos que tengan plantas de sábila, en la Urb. Casa Blanca del distrito de José Leonardo Ortiz, teniendo resultados impactantes, encontrando 104 huertos que tienen al

menos una planta de Aloe vera, pero muchas de las personas no le prestan atención a este vegetal y las tienen mal cuidadas. A continuación, mostraré algunas imágenes tomadas de diversos puntos de esta urbanización:



Ilustración 28. Mapeo de huertos que tienen plantas de sábila

Asimismo, se realizó un análisis económico mediante costos unitarios por metro cúbico, para determinar la diferencia de costos entre un concreto tradicional para veredas y un concreto añadiendo un aditivo natural con las dosificaciones de 0.5 %, 5% y 10 % de sábila deshidratada en polvo (SDP), en dos tipos de diseño de mezcla, utilizando el cemento Portland tipo MS y el tipo ICO, obteniendo los siguientes resultados:

Análisis de precios unitarios de un concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ en veredas – MS

Tabla 45. APU de un concreto 175 kg/cm^2 en veredas - MS

DESCRIPCIÓN	UND	METRADO					PU
CONCRETO $F'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ en Veredas - MS	m^3	1.00					393.87
			Rendimt.	20.00	Metrado	1.00	
Mano de Obra			Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
OPERARIO			hh	2.00	0.800	23.80	19.04
OFICIAL			hh	2.00	0.800	18.84	15.07
PEON			hh	8.00	3.200	16.73	53.54
							87.65
Materiales			Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
PIEDRA CHANCADA 3/4"			m^3		0.392	67.00	26.26
ARENA GRUESA			m^3		0.347	44.00	15.27
CEMENTO MOCHICA - TIPO MS			bls		8.392	30.20	253.44
AGUA PUESTA EN OBRA			m^3		0.224	5.00	1.12
							296.09
Equipos y Herramientas			Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
HERRAMIENTAS			%		3.00%	87.65	2.63
VIBRADOR 1"			hm	0.75	0.300	10.00	3.00
MEZCLADORA 11P3			hm	0.75	0.300	15.00	4.50
							10.13

Tabla 46. APU de un concreto $175 \text{ kg/cm}^2 + 0.5 \% \text{ SDP}$ en veredas - MS

DESCRIPCIÓN	UND	METRADO					PU
CONCRETO $F'c = 175 \text{ kg/cm}^2 + 0.5 \% \text{ SDP}$ en Veredas - MS	m^3	1.00					412.05
			Rendimt.	20.00	Metrado	1.00	
Mano de Obra			Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
OPERARIO			hh	2.00	0.800	23.80	19.04
OFICIAL			hh	2.00	0.800	18.84	15.07
PEON			hh	8.00	3.200	16.73	53.54
							87.65
Materiales			Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
PIEDRA CHANCADA 3/4"			m^3		0.392	67.00	26.26
ARENA GRUESA			m^3		0.347	44.00	15.27
CEMENTO MOCHICA - TIPO MS			bls		8.392	30.20	253.44
AGUA PUESTA EN OBRA			m^3		0.224	5.00	1.12
ADITIVO - SÁBILA EN POLVO			kg		1.783	10.20	18.19
							314.28
Equipos y Herramientas			Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
HERRAMIENTAS			%		3.00%	87.65	2.63
VIBRADOR 1"			hm	0.75	0.300	10.00	3.00
MEZCLADORA 11P3			hm	0.75	0.300	15.00	4.50
							10.13

Tabla 47. APU de un concreto 175 kg/cm² + 5 % SDP en veredas - MS

DESCRIPCIÓN	UND	METRADO					PU
CONCRETO F'c = 175 kg/cm ² + 5 % SDP en Veredas - MS	m ³	1.00					575.75
			Rendimt.	20.00	Metrado	1.00	
Mano de Obra			Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
OPERARIO			hh	2.00	0.800	23.80	19.04
OFICIAL			hh	2.00	0.800	18.84	15.07
PEON			hh	8.00	3.200	16.73	53.54
							87.65
Materiales			Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
PIEDRA CHANCADA 3/4"			m ³		0.392	67.00	26.26
ARENA GRUESA			m ³		0.347	44.00	15.27
CEMENTO MOCHICA - TIPO MS			bls		8.392	30.20	253.44
AGUA PUESTA EN OBRA			m ³		0.224	5.00	1.12
ADITIVO - SÁBILA EN POLVO			kg		17.832	10.20	181.89
							477.98
Equipos y Herramientas			Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
HERRAMIENTAS			%		3.00%	87.65	2.63
VIBRADOR 1"			hm	0.75	0.300	10.00	3.00
MEZCLADORA 11P3			hm	0.75	0.300	15.00	4.50
							10.13

Tabla 48. APU de un concreto 175 kg/cm² + 10 % SDP en veredas - MS

DESCRIPCIÓN	UND	METRADO					PU
CONCRETO F'c = 175 kg/cm ² + 10 % SDP en Veredas - MS	m ³	1.00					757.65
			Rendimt.	20.00	Metrado	1.00	
Mano de Obra			Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
OPERARIO			hh	2.00	0.800	23.80	19.04
OFICIAL			hh	2.00	0.800	18.84	15.07
PEON			hh	8.00	3.200	16.73	53.54
							87.65
Materiales			Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
PIEDRA CHANCADA 3/4"			m ³		0.392	67.00	26.26
ARENA GRUESA			m ³		0.347	44.00	15.27
CEMENTO MOCHICA - TIPO MS			bls		8.392	30.20	253.44
AGUA PUESTA EN OBRA			m ³		0.224	5.00	1.12
ADITIVO - SÁBILA EN POLVO			kg		35.665	10.20	363.78
							659.87
Equipos y Herramientas			Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
HERRAMIENTAS			%		3.00%	87.65	2.63
VIBRADOR 1"			hm	0.75	0.300	10.00	3.00
MEZCLADORA 11P3			hm	0.75	0.300	15.00	4.50
							10.13

Análisis de precios unitarios de un concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ en veredas – ICO

Tabla 49. APU de un concreto 175 kg/cm^2 en veredas - ICO

DESCRIPCIÓN	UND	METRADO					PU
CONCRETO $F'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ en Veredas - ICO	m^3	1.00					407.55
			Rendimt.	20.00	Metrado	1.00	
Mano de Obra			Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
OPERARIO			hh	2.00	0.800	23.80	19.04
OFICIAL			hh	2.00	0.800	18.84	15.07
PEON			hh	8.00	3.200	16.73	53.54
							87.65
Materiales			Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
PIEDRA CHANCADA 3/4"			m^3		0.392	67.00	26.26
ARENA GRUESA			m^3		0.345	44.00	15.18
CEMENTO MOCHICA - TIPO ICO			bls		8.429	31.70	267.20
AGUA PUESTA EN OBRA			m^3		0.225	5.00	1.13
							309.77
Equipos y Herramientas			Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
HERRAMIENTAS			%		3.00%	87.65	2.63
VIBRADOR 1"			hm	0.75	0.300	10.00	3.00
MEZCLADORA 11P3			hm	0.75	0.300	15.00	4.50
							10.13

Tabla 50. APU de un concreto $175 \text{ kg/cm}^2 + 0.5 \% \text{ SDP}$ en veredas - ICO

DESCRIPCIÓN	UND	METRADO					PU
CONCRETO $F'c = 175 \text{ kg/cm}^2 + 0.5 \% \text{ SDP}$ en Veredas - ICO	m^3	1.00					425.81
			Rendimt.	20.00	Metrado	1.00	
Mano de Obra			Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
OPERARIO			hh	2.00	0.800	23.80	19.04
OFICIAL			hh	2.00	0.800	18.84	15.07
PEON			hh	8.00	3.200	16.73	53.54
							87.65
Materiales			Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
PIEDRA CHANCADA 3/4"			m^3		0.392	67.00	26.26
ARENA GRUESA			m^3		0.345	44.00	15.18
CEMENTO MOCHICA - TIPO ICO			bls		8.429	31.70	267.20
AGUA PUESTA EN OBRA			m^3		0.225	5.00	1.13
ADITIVO - SÁBILA EN POLVO			kg		1.791	10.20	18.27
							328.04
Equipos y Herramientas			Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
HERRAMIENTAS			%		3.00%	87.65	2.63
VIBRADOR 1"			hm	0.75	0.300	10.00	3.00
MEZCLADORA 11P3			hm	0.75	0.300	15.00	4.50
							10.13

Tabla 51. APU de un concreto 175 kg/cm² + 5 % SDP en veredas - ICO

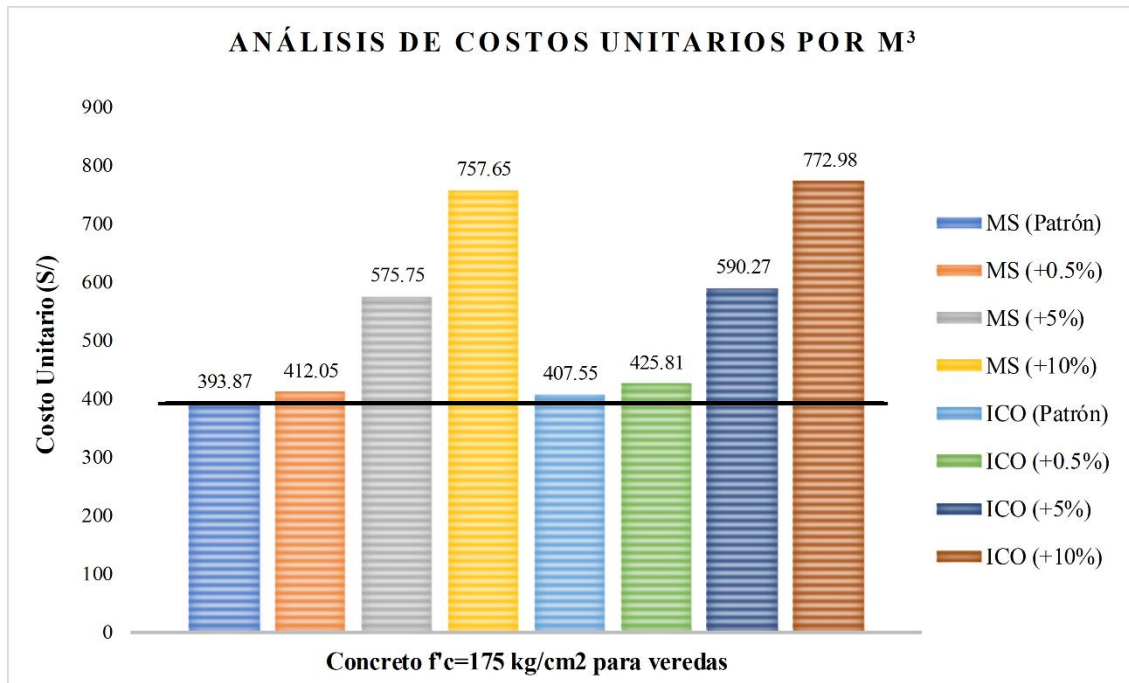
DESCRIPCIÓN	UND	METRADO					PU
CONCRETO F'c = 175 kg/cm ² + 5 % SDP en Veredas - ICO	m ³	1.00					590.27
			Rendimt.	20.00	Metrado	1.00	
Mano de Obra			Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
OPERARIO			hh	2.00	0.800	23.80	19.04
OFICIAL			hh	2.00	0.800	18.84	15.07
PEON			hh	8.00	3.200	16.73	53.54
							87.65
Materiales			Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
PIEDRA CHANCADA 3/4"			m ³		0.392	67.00	26.26
ARENA GRUESA			m ³		0.345	44.00	15.18
CEMENTO MOCHICA - TIPO ICO			bls		8.429	31.70	267.20
AGUA PUESTA EN OBRA			m ³		0.225	5.00	1.13
ADITIVO - SÁBILA EN POLVO			kg		17.914	10.20	182.72
							492.49
Equipos y Herramientas			Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
HERRAMIENTAS			%		3.00%	87.65	2.63
VIBRADOR 1"			hm	0.75	0.300	10.00	3.00
MEZCLADORA 11P3			hm	0.75	0.300	15.00	4.50
							10.13

Tabla 52. APU de un concreto 175 kg/cm² + 10 % SDP en veredas - ICO

DESCRIPCIÓN	UND	METRADO					PU
CONCRETO F'c = 175 kg/cm ² + 10 % SDP en Veredas - ICO	m ³	1.00					772.98
			Rendimt.	20.00	Metrado	1.00	
Mano de Obra			Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
OPERARIO			hh	2.00	0.800	23.80	19.04
OFICIAL			hh	2.00	0.800	18.84	15.07
PEON			hh	8.00	3.200	16.73	53.54
							87.65
Materiales			Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
PIEDRA CHANCADA 3/4"			m ³		0.392	67.00	26.26
ARENA GRUESA			m ³		0.345	44.00	15.18
CEMENTO MOCHICA - TIPO ICO			bls		8.429	31.70	267.20
AGUA PUESTA EN OBRA			m ³		0.225	5.00	1.13
ADITIVO - SÁBILA EN POLVO			kg		35.827	10.20	365.44
							675.20
Equipos y Herramientas			Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
HERRAMIENTAS			%		3.00%	87.65	2.63
VIBRADOR 1"			hm	0.75	0.300	10.00	3.00
MEZCLADORA 11P3			hm	0.75	0.300	15.00	4.50
							10.13

Una vez obtenidos los costos unitarios de cada mezcla de concreto, se procedió a comparar las diferencias económicas y su impacto en el costo de producción y su costo por vida útil, teniendo los siguientes resultados:

Gráfico 36. Análisis de costos unitarios por m^3 de un concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$



La gráfica muestra que para realizar un metro cúbico de un concreto $f'c$ 175 kg/cm^2 utilizando cemento Portland tipo MS tiene un costo de S/ 393.87 y con el cemento Portland tipo ICO tiene un costo de S/ 407.55 y la incorporación de sábila deshidratada en polvo genera un incremento de costos a medida que aumenta su proporción.

5. Caracterización del mucílago de sábila en polvo

Para poder determinar la composición química de la sábila deshidratada en polvo (SDP), se realizó el ensayo de Espectroscopía de infrarrojo con Transformada de Fourier (FTIR), el cual nos brinda longitudes de onda o números de onda (generalmente en cm^{-1}) donde aparecen los picos más relevantes de los espectros que se obtienen con la maquina Espectrofotómetro de infrarrojo con Transformada de Fourier (FTIR), Thermo Scientific:



Ilustración 29. Espectrofotómetro de infrarrojo con Transformada de Fourier

Este instrumento sirve para poder observar caracterización de los grupos funcionales de los compuestos presentes en la muestra de la SDP obteniendo los siguientes resultados:

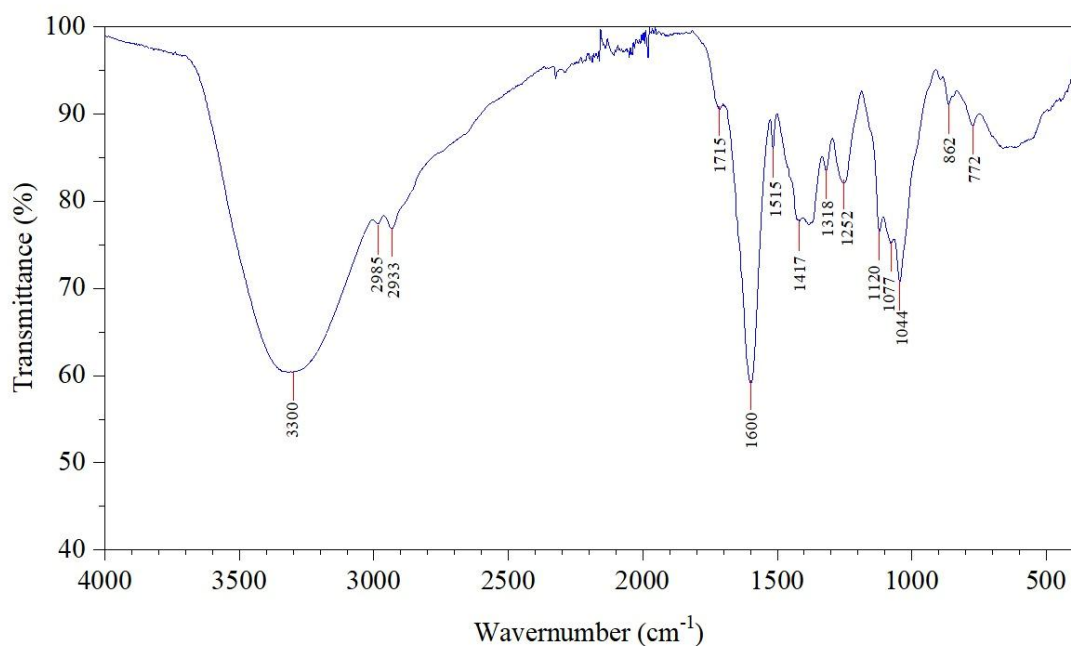


Ilustración 30. Espectro FTIR del mucílago de sábila en polvo

Asimismo, se realizó la observación de las muestras en el estereoscopio, también conocido como Microscopios de Disección, mediante el uso de luz reflejada.

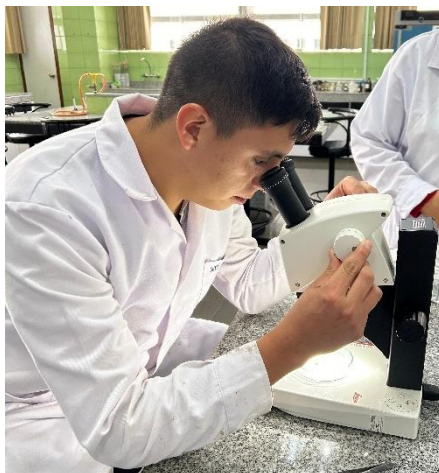


Ilustración 31. Contemplación en el estereoscopio. Laboratorio de Microbiología - USAT

Se examinó con una magnificación de 40 X, a la muestra patrón y las muestras con adición del 0.5 %, 5 % y 10 % de Sábila Deshidratada en Polvo obtenidas con el diseño de mezcla utilizando el cemento Portland tipo MS, donde se analizó y se obtuvieron mejores resultados en los ensayos de resistencia a la compresión, flexión y tracción indirecta realizadas anteriormente, teniendo los siguientes resultados:

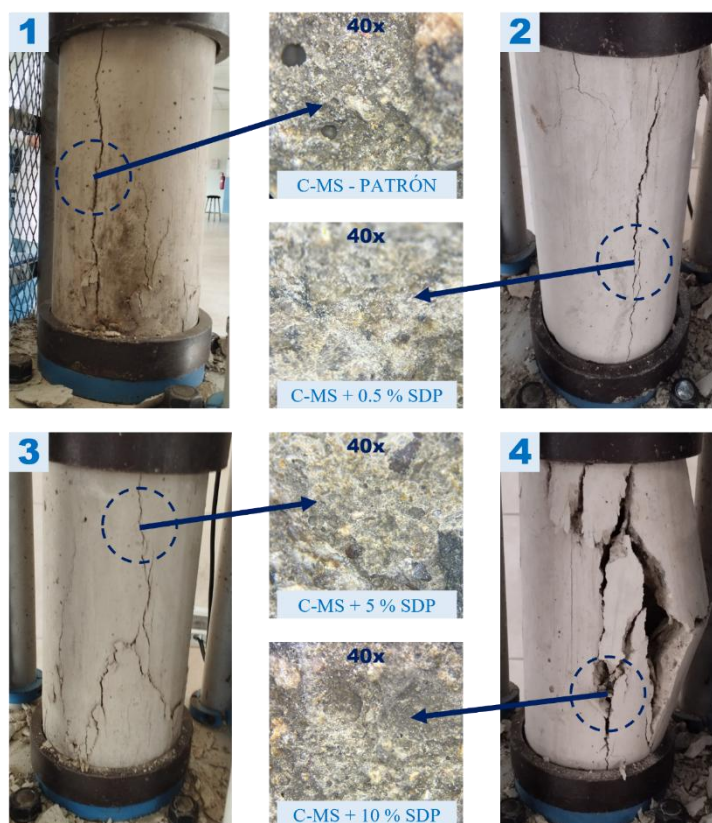


Ilustración 32. Muestras en el estereoscopio (40 X). Elaboración propia

Ficha Técnica de la Sábila Deshidratada en Polvo



**POLÍMERO
NATURAL**

FICHA TÉCNICA

SÁBILA DESHIDRATADA EN POLVO (SDP)



SÁBILA PULVERIZADA

Producto natural obtenido mediante el secado y pulverización de la pulpa de las hojas de sábila (Aloe vera). Es rico en polisacáridos, compuestos orgánicos y grupos funcionales que le otorgan propiedades beneficiosas para diversas aplicaciones.

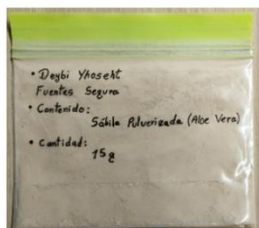
COMPOSICIÓN QUÍMICA

Polisacáridos:

- Principales componentes.

Grupos funcionales:

- Hidroxilos (-OH).
- Carbonilos (C=O).
- Ácidos carboxílicos.
- Alcoholes, ésteres y aldehídos.



CARACTERÍSTICAS TAXONÓMICAS

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Orden:	Liliales
Familia:	Asphodelaceae
Subfamilia:	Asphodeloideae
Nombre original:	Aloe perfoliata var vera
Nombre común:	Aloe vera
Especie:	Aloe barbadensis Miller
Nombre común	Aloe vera

ALMACENAMIENTO Y MANEJO

- Almacenar en un lugar fresco, seco y protegido de la luz directa.
- Mantener en envases herméticos para evitar la absorción de humedad
- Vida útil de 24 meses.

PRECAUCIONES

- Evitar inhalación del polvo durante la manipulación.
- No ingerir directamente.
- Al manejarlos usar equipos de protección personal.

IMPACTO AMBIENTAL

- Producto biodegradable y sostenible.
- Baja huella de carbono en comparación con aditivos sintéticos

PRESENTACIÓN COMERCIAL



Discusiones

Los diseños de concreto con cemento MS e ICO indican que la incorporación de sábila deshidratada en polvo (SDP) tiene un efecto positivo en la resistencia a la compresión cuando se utiliza 0.5 % (pequeñas cantidades), alcanzando valores, superiores al patrón en ambos tipos de cemento, de 204.66 kg/cm² para el cemento MS y 212.05 kg/cm² para el ICO después de 28 días de curado, mostrados en la gráfica 11 y 12, respectivamente. Esto sugiere que una adición moderada de SDP puede mejorar y fortalecer la cohesión de la matriz cementante, posiblemente optimizando la hidratación del cemento, con una dosificación de 1: 2.5: 2.9 y 1: 3.9: 4.6, para el concreto patrón con el cemento MS e ICO, respectivamente. No obstante, cuando se incrementa la proporción de SDP a niveles de 5 % y 10 %, se observa una disminución en la resistencia, con valores inferiores al patrón, lo que puede atribuirse a la interferencia de compuestos orgánicos presentes en la sábila que afectan la cohesión interna del concreto, como lo expuesto por [5]. Así, el análisis evidencia que la SDP en bajas concentraciones puede ser un aditivo natural viable para mejorar la resistencia a la compresión en concreto de veredas, mientras que su uso en dosis elevadas puede resultar contraproducente.

Las adiciones de sábila deshidratada en polvo, para evaluar la resistencia a la tracción por flexión, con los cementos MS e ICO, revelan tendencias interesantes sobre el impacto en el comportamiento mecánico del concreto. Por una parte, en ambas formulaciones, las mezclas con 0.5 % de SDP presentan el mejor desempeño, superando al concreto patrón y alcanzando resistencias máximas de 33.32 kg/cm² con cemento MS y 35.47 kg/cm² con cemento ICO, como lo muestran las gráficas 21 y 22, respectivamente. Por otro parte, el incremento en la dosis de SDP a 5 % y 10 % reduce la eficacia de la resistencia a la flexión en ambos tipos de cemento, particularmente a los 28 días, donde la saturación de la sábila genera vacíos afectando la estructura interna de la pasta de cemento, disminuyendo así la integridad mecánica del concreto. Estos hallazgos resaltan la importancia de una dosificación controlada de sábila deshidratada para maximizar su potencial en el refuerzo del concreto, sugiriendo que cantidades moderadas pueden mejorar la resistencia sin comprometer la durabilidad y estabilidad estructural en posteriores aplicaciones en el ámbito de la construcción [7]. Además, el incremento en la resistencia a la tracción indirecta permite mejorar su capacidad de soportar esfuerzos tensionales y resistir la formación de fisuras que pueden surgir por cargas y cambio de temperatura.

Se evaluó el cambio de longitud del concreto $f'c=175$ kg/cm² utilizando cemento ICO y MS, comparando el patrón con mezclas que contienen diferentes porcentajes adición de sábila deshidratada en polvo (SDP). La Gráfica 31 y 32 muestran los resultados del cambio de longitud de las probetas y para ambos cementos se evidencia que la adición de 0.5 % de SDP reduce de manera consistente la expansión en comparación con el patrón: 0.028 % para el cemento MS y 0.040 % para el ICO, lo que indica que pequeñas cantidades de SDP mejoran el comportamiento de durabilidad del concreto frente a la expansión, de hecho, en la Gráfica 35 muestra que mejor comportamiento funcional y menor desgaste se obtiene usando el cemento MS. Sin embargo, cuando se emplean mayores cantidades de SDP (5 % y 10 %), la expansión tiende a igualar o incluso superar el patrón concreto, con valores de hasta 0.039% y 0.048%, para los cementos MS e ICO, respectivamente. Esto sugiere que, aunque la adición de SDP en pequeñas cantidades es beneficiosa para controlar la expansión, mayores porcentajes no ofrecen mejoras adicionales y, de hecho, podrían comprometer la funcionalidad y seguridad del concreto, propenso a la aparición de grietas, fisuras y desprendimientos debido a la acción de los factores ambientales, y así poder aumentar las características de durabilidad en ambientes alcalino [5].

El análisis económico de costos unitarios por metro cúbico de concreto con $f'c = 175$ kg/cm² que se evidencia en la el Gráfico 36, muestra que el concreto elaborado con cemento MS tiene un costo base de S/ 393.87, mientras que el elaborado con cemento ICO es de S/ 407.55, evidenciando que el cemento MS es más económico en la mezcla patrón. Al incorporar sábila deshidratada en polvo, se observa un incremento progresivo de los costos. Con una adición del 0.5 % de SDP, el concreto con cemento MS alcanza un costo de S/ 412.05, mientras que con cemento ICO el costo es de S/ 425.81, siendo ambos incrementos moderados del 4.62 % y 4.48 % respectivamente. Sin embargo, al aumentar la adición al 5%, los costos suben drásticamente: S/ 575.75 para el cemento MS y S/ 590.27 para el cemento ICO, es decir, aumenta en un 46.18 % y en 44.83 % respectivamente. La adición del 10% representa un incremento aún más significativo, con el costo del concreto con cemento MS llegando a S/ 757.65 y con cemento ICO alcanzando S/ 772.98, prácticamente duplicando el costo de la mezcla patrón. Estos resultados sugieren que, aunque pequeñas proporciones de sábila son económicamente manejables, las mayores adiciones deben evaluarse cuidadosamente, ya que elevan sustancialmente los costos del concreto.

Los espectros FTIR-ATR proporcionan una huella química de los materiales analizando sus vibraciones de sus enlaces moleculares, al correlacionar sus frecuencias de absorción con las frecuencias de absorción conocidas de los enlaces permitiendo comprender su estructura química. El espectro del MOFI, que se muestra en la Ilustración 30, representa las frecuencias de grupo funcionales características de los polisacáridos; es decir, grupos ácido carboxílico, carboxilato, cetona y alcohol. El espectro muestra una banda ancha de 3300 cm^{-1} que está asociada con el estiramiento de grupos hidroxilo -OH, común en compuestos que contienen agua o alcoholes, estando relacionado con la presencia de restos de agua absorbida. Las bandas ubicadas a 2855 y 2933 cm^{-1} están relacionadas con el estiramiento de enlaces C-H de grupos metileno [14]. La banda de absorción a 1715 cm^{-1} representa un estiramiento de carbonilo C=O, común en ácidos carboxílicos, ésteres o aldehídos, el cuál podría deberse a la presencia de algún compuesto orgánico de la sábila, como los polisacáridos o compuestos fenólicos. El pico 1600 cm^{-1} se relaciona con el estiramiento de enlaces C=C en alquenos o con vibraciones en el agua absorbida. Los picos de absorción a 1515 , 1417 y 1318 cm^{-1} se le atribuyen a la vibración de deformación en compuestos orgánicos, posiblemente debido a la presencia de celulosa o lignina en la sábila [15]. Las bandas de absorción a 1120 , 1044 y 1077 cm^{-1} están asociados con vibraciones de enlaces C-O, lo que sugiere la presencia de alcoholes, éteres o polisacáridos [16]. La presencia de los hidroxilos, carbonilos y carboxílicos característicos de los polisacáridos juega un papel relevante en la reducción de su porosidad, ya que estos grupos funcionales pueden formar enlaces de hidrógeno y otros tipos de interacciones intermoleculares que estabilizan la estructura polimérica y, al disminuir los espacios intersticiales, logran una reducción en la porosidad del material. Además, la generación de radicales libres en la matriz polimérica natural favorece el entrecruzamiento y la reticulación entre las cadenas, fortaleciendo la red estructural y, consecuentemente, disminuyendo la porosidad.

Conclusiones

Los resultados de esta investigación revelan un enfoque prometedor en la mejora de la resistencia a la compresión del concreto mediante la incorporación de sábila deshidratada en polvo (SDP) en dosis bajas y controladas, como la adición de 0.5 %, utilizando el cemento portland tipo MS para el diseño de un concreto $f'_c=175 \text{ kg/cm}^2$ utilizado en veredas. Este estudio destaca el potencial de este polímero (SDP) no solo como un aditivo natural que incrementa la resistencia en mezclas de concreto convencionales, sino también como una alternativa viable para optimizar materiales utilizados en aplicaciones de proyectos dentro de la industria de la construcción.

La sábila deshidratada en polvo (SDP) tiene un impacto positivo en la resistencia a la compresión (RC) del concreto utilizado en veredas, siempre y cuando se emplee en bajas concentraciones, donde la adición de SDP en un 0.5 % permite mejorar la resistencia de las mezclas de concreto con cementos MS e ICO, superando los valores del patrón y alcanzando su máxima eficiencia a los 28 días de curado, mejorando en un 8.67 % y en 8.98 %, respectivamente. No obstante, cuando la proporción de sábila se incrementa a niveles del 5 % y 10 %, la resistencia disminuye, posiblemente debido a la interferencia de los compuestos orgánicos en el proceso de hidratación y en la cohesión de la matriz cementante. Es decir que, en dosis controladas, la SDP puede ser un aditivo natural viable para mejorar la RC en aplicaciones de bajo impacto como las veredas.

El uso de este polímero natural, muestra un potencial prometedor para mejorar su resistencia a la flexión, contribuyendo a una mayor cohesión y menor susceptibilidad a fisuras, teniendo una mejora del 2.68 % usando el cemento MS y un 4.72 % con el ICO, en un nivel de 0.5 % de SDP; sin embargo, cuando se incrementa a 5 % y 10 %, la resistencia tiene a disminuir, lo que sugiere que el exceso de este aditivo puede disminuir los beneficios debido a posibles interferencias en la microestructura. Además, se ha alcanzado un 11.94 % y un 17.83% de mejora en la resistencia a la tracción indirecta, con adición de 0.5 % de SDP utilizando el cemento MS e ICO, respectivamente. Esto sugiere que el aprovechamiento óptimo de este polímero natural radica en la dosificación moderada, donde el refuerzo mecánico es notable, evitando daños por expansión o contracción, reduciendo así la necesidad de reparaciones frecuentes, debido a desgastes prematuros, especialmente bajo cargas peatonales y ligeras.

El uso de sábila deshidratada en polvo (SDP) en porcentajes bajos, específicamente al 0.5 %, es efectiva para reducir la expansión del concreto, lo que sugiere un pequeño beneficio en su durabilidad frente a sulfatos, al funcionar como incorporador de aire. Tanto para el cemento MS como para el ICO, las muestras con esta cantidad de SDP mostraron una menor expansión en comparación con el patrón concreto, con una mejora del 5.88 % con el cemento MS y 4.76 % con el cemento ICO, lo que indica que podría ser una opción favorable para aumentar la resistencia a la degradación causada por sulfatos. Sin embargo, adiciones superiores como el 5 % y 10 % de SDP no mejoran esta propiedad ni ofrece beneficios adicionales y, en algunos casos, incluso incrementan la expansión, lo que podría comprometer la vida útil del concreto a largo plazo. Esto sugiere que el uso controlado de SDP es clave para lograr un equilibrio adecuado entre la durabilidad y la resistencia del concreto, concluyendo que la dosificación óptima en esta investigación, para mejorar el desempeño del concreto es del 0.5 % de SDP.

El análisis económico de costos unitarios por metro cúbico de concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, muestra que la incorporación de SDP genera un incremento de costos a medida que aumenta su proporción. Para adiciones del 0.5 %, el costo sube moderadamente en comparación con el concreto patrón, siendo económicamente manejable. Además, al diseñar el concreto con el cemento portland tipo MS resulta más económico que realizarlo con el cemento portland tipo ICO, sabiendo también se obtiene mejores resultados respecto a la resistencia a la compresión, flexión y tracción del concreto. Sin embargo, al incrementar la adición al 5% y 10 %, con ambos tipos de cemento, los costos se elevan significativamente, alcanzando hasta casi el doble del costo del concreto patrón. Es decir, que la mejor alternativa económica es realizar con el cemento portland tipo MS y con una adición de aditivo natural de 0.5 % de SDP, teniendo un costo de S/ 393.87 el metro cúbico de concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ usado para veredas, que ofrece beneficios a largo plazo, además de ser accesible, especialmente para proyectos urbanos donde la vida útil es clave, y que ese porcentaje puede mejorar las propiedades de curado del concreto, contribuyendo a una mejor retención de agua y reduciendo la formación de fisuras superficiales, lo que incrementa su vida útil proyectada para entender el costo-beneficio en el tiempo, lo que resulta tener menores costos en su mantenimiento y reparación en un futuro.

El análisis mediante espectroscopía FTIR-ATR permitió identificar la composición química de la sábila deshidratada en polvo, evidenciando la presencia de polisacáridos como principales componentes, junto con grupos funcionales característicos de ácidos carboxílicos, alcoholes, ésteres y aldehídos. Las bandas más relevantes incluyeron una amplia señal 3300 cm^{-1} asociada a grupos hidroxilo -OH, debido a la presencia de restos de agua absorbida, así como la banda a 1715 cm^{-1} se relaciona con la existencia de carbonilos C=O el cuál podría deberse a la presencia de algún compuesto orgánico presentes en la sábila y la estructura molecular de los polisacáridos. Asimismo, al agregar el polímero natural (SDP), los grupos funcionales pueden formar enlaces de hidrógeno que estabilizan la estructura polimérica y disminuye los espacios intersticiales, logrando reducir la porosidad del concreto.

Recomendaciones

Se recomienda realizar más investigaciones de la incorporación en proporciones bajas de sábila pulverizada, de 0.1 % a 2 % respecto al peso del cemento, adicionando a la mezcla seca de concreto. Este proceso asegura una distribución homogénea del aditivo natural, permitiendo observar posibles mejoras en la resistencia, durabilidad y permeabilidad; además, evaluar el impacto y la huella de carbono que genera la producción de un concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ utilizando como aditivo este polímero natural, con la finalidad de industrializar este producto y evaluar el costo por vida útil, favoreciendo la disminución de los impactos negativos generados en la producción de concreto.

Para futuras aplicaciones de concreto en veredas, se recomienda utilizar sábila deshidratada en polvo en una proporción de 0.5 %, ya que en este nivel se obtienen los mejores resultados en términos de resistencia a la compresión sin comprometer la integridad del material. Además, sería beneficioso realizar estudios adicionales sobre el efecto de la sábila deshidratada en polvo en combinación con otros aditivos, con otros porcentajes similares y bajo diferentes condiciones ambientales para explorar su potencial en otras aplicaciones y en diferentes tipos de concreto. Además, se sugiere investigar los mecanismos específicos mediante los cuales los compuestos de la sábila deshidratada en polvo interactúan con la matriz cementante, con el fin de optimizar su uso como aditivo natural en la industria de la construcción.

Para optimizar el uso de la sábila deshidratada en polvo en concreto, se recomienda mantener dosificaciones bajas que maximicen los beneficios sin afectar la resistencia. Adicionalmente, sería útil investigar pretratamientos de la SDP que aumenten su compatibilidad con la matriz cementante y explorar su aplicación en otros tipos de concreto y condiciones de carga. Esto contribuiría a evaluar su potencial como aditivo natural sostenible en diferentes entornos, ampliando sus aplicaciones en la industria de la construcción, con el fin de establecer su viabilidad como aditivo sostenible en aplicaciones estructurales, teniendo un control preciso en la dosificación de SDP y obtener beneficios óptimos, crucial en aplicaciones donde se requieren propiedades de barrera o resistencia frente a la penetración de líquidos o gases, mejorando la funcionalidad y estabilidad del material en distintas aplicaciones.

Para mejorar la durabilidad del concreto frente a sulfatos se recomienda usar porcentajes bajos como 0.5 % de SDP, dado que este porcentaje ha mostrado reducir significativamente la expansión, tanto con el cemento MS como el ICO, sin comprometer la integridad funcional e incluso estructural, y no es recomendable usar adiciones mayores al 5 % no ofrecen beneficios y pueden incrementar el riesgo de deterioro. Así, un control adecuado en la proporción de SDP resulta clave para optimizar la resistencia del concreto ante ambientes agresivos como la presencia de sulfatos.

En base al análisis de costos, se recomienda utilizar la adición de 0.5 % de sábila deshidratada en polvo en la mezcla de concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, ya que ofrece una mejora en las propiedades del concreto, con un incremento ligero y accesible en el costo unitario, dado que la sábila es fácilmente accesible en los huertos familiares, resultando una alternativa económica y sostenible, particularmente en proyectos de bajo impacto estructural como veredas, donde puedes optimizar el rendimiento del concreto sin generar un aumento significativo en los costos totales.

Se sugiere realizar análisis complementarios, como cromatografía de líquido o resonancia magnética nuclear (RMN), para obtener una caracterización más detallada de los componentes presentes en la sábila deshidratada en polvo, permitiendo profundizar en la comprensión de su estructura molecular y propiedades funcionales, lo que podría optimizar su uso en aplicaciones industrializadas.

Referencias

- [1] A. H. Nilson y D. Darwin, *Design of concrete structures*, 12th ed. New York: McGraw-Hill, 1997.
- [2] C. Alisi *et al.*, «Mucilages from different plant species affect the characteristics of bio-mortars for restoration», *Coatings*, vol. 11, n.º 1, pp. 1-12, 2021, doi: 10.3390/coatings11010075.
- [3] «pt326.pdf». Accedido: 4 de abril de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.imt.mx/archivos/publicaciones/publicaciontecnica/pt326.pdf>
- [4] «pt328.pdf». Accedido: 4 de abril de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt328.pdf>
- [5] Z. A. E. Aburto Moreno, «Influencia del aloe-vera sobre la resistencia a la compresión, infiltración, absorción capilar, tiempo de fraguado y asentamiento en un concreto estructural», ene. 2018, Accedido: 4 de abril de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14414/9651>
- [6] D. A. Lorika, B. Hamad, A. Yehya, y D. A. Salam, «Evaluating the use of mucilage from opuntia ficus-indica as a bio-additive in production of sustainable concrete», *Constr. Build. Mater.*, vol. 396, p. 132132, sep. 2023, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2023.132132.
- [7] P. Ramesh, B. D. Prasad, y K. L. Narayana, «Effect of fiber hybridization and montmorillonite clay on properties of treated kenaf/aloe vera fiber reinforced PLA hybrid nanobiocomposite», *Cellulose*, vol. 27, n.º 12, pp. 6977-6993, 2020, doi: 10.1007/s10570-020-03268-6.
- [8] A. X. Alcalde Ibáñez, «Análisis comparativo de las principales propiedades mecánicas de un concreto: patrón, con aditivo natural (azúcar) y con aditivo chemaplast.»
- [9] S. M. Cárdenas Cerón, «Diseño de concreto $f'c=210$ kg/cm² adicionando gel de aloe vera para mejorar la resistencia a la compresión, Tarapoto 2019».
- [10] É. de Andrade Vieira y A. M. Tribuzy de Magalhães Cordeiro, «Bioprospecting and potential of cactus mucilages: A bibliometric review», *Food Chem.*, vol. 401, p. 134121, feb. 2023, doi: 10.1016/j.foodchem.2022.134121.
- [11] G. M. Ferraro, «Revisión de la Aloe Vera (*Barbadensis* Miller) en la dermatología actual».
- [12] KarelNT, «Cultiva de la mejor forma a tu Sábila, Aloe vera», *Naturaleza Tropical*. Accedido: 5 de abril de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://naturalezatropical.com/cultivo-sabila-aloe-vera/>

[13] «El gel de Aloe vera: estructura, composición química, procesamiento, actividad biológica e importancia en la industria farmacéutica y alimentaria». Accedido: 18 de junio de 2024. [En línea]. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-27382012000100003

Anexos

Anexo N° 1. Ficha Técnica de Sábila Deshidratada en Polvo



SÁBILA PULVERIZADA

Producto natural obtenido mediante el secado y pulverización de la pulpa de las hojas de sábila (Aloe vera). Es rico en polisacáridos, compuestos orgánicos y grupos funcionales que le otorgan propiedades beneficiosas para diversas aplicaciones.

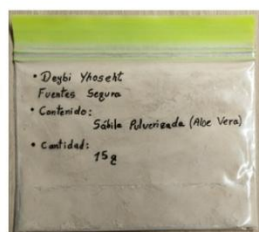
COMPOSICIÓN QUÍMICA

Polisacáridos:

- Principales componentes.

Grupos funcionales:

- Hidroxilos (-OH).
- Carbonilos (C=O).
- Ácidos carboxílicos.
- Alcoholes, ésteres y aldehídos.



CARACTERÍSTICAS TAXONÓMICAS

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Orden:	Liliales
Familia:	Asphodelaceae
Subfamilia:	Asphodeloideae
Nombre original:	Aloe perfoliata var vera
Nombre común:	Aloe vera
Especie:	Aloe barbadensis Miller
Nombre común	Aloe vera

ALMACENAMIENTO Y MANEJO

- Almacenar en un lugar fresco, seco y protegido de la luz directa.
- Mantener en envases herméticos para evitar la absorción de humedad
- Vida útil de 24 meses.

PRECAUCIONES

- Evitar inhalación del polvo durante la manipulación.
- No ingerir directamente.
- Al manejarlos usar equipos de protección personal.

IMPACTO AMBIENTAL

- Producto biodegradable y sostenible.
- Baja huella de carbono en comparación con aditivos sintéticos

PRESENTACIÓN COMERCIAL



Anexo N° 2. Validación de ensayos de laboratorio



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIENTOS

INFORME N° LEM USAT 003-2024-II

FECHA: 21 de octubre, 2024

VALIDACIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ESTUDIANTE: Deybi Yhoseht Fuentes Segura

TÍTULO DE LA TESIS: Análisis de la influencia de la sábila deshidratada en polvo sobre la resistencia a la compresión del concreto $f_c=175 \text{ kg/cm}^2$ para la construcción de veredas

El que suscribe, responsable del laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental, verifica y da conformidad que los siguientes ensayos de laboratorio realizados por el indicado estudiante se han efectuado en las instalaciones de la USAT, asimismo valida los ensayos realizados fuera de nuestras instalaciones siempre que no se puedan realizar en esta universidad:

- Contenido de humedad del agregado fino y grueso
- Análisis granulométrico del agregado fino y grueso
- Peso específico y absorción del agregado fino y grueso
- Peso unitario del agregado fino y grueso
- Resistencia a la compresión, a la flexión y a la tracción indirecta del concreto con proporciones de sábila deshidratada en polvo en 0.5 %, 5 % y 10 %
- Diseño de mezcla $F'c=175 \text{ kg/cm}^2$ – Cemento Portland Tipos: ICO y MS
- Diseño de mezcla $F'c=175 \text{ kg/cm}^2$ con proporciones de 0.5 %, 5 % y 10 % – Cemento Portland Tipos: ICO y MS
- Cambio de longitud de concreto de cemento hidráulico endurecido
- Espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier (FTIR) de la sábila deshidratada en polvo

Se alcanza al interesado para los fines pertinentes.

Observación: Adjunto

Henry Rivadeneira Oblitas
 Responsable de Laboratorio





Anexo N° 3. Ensayo: Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



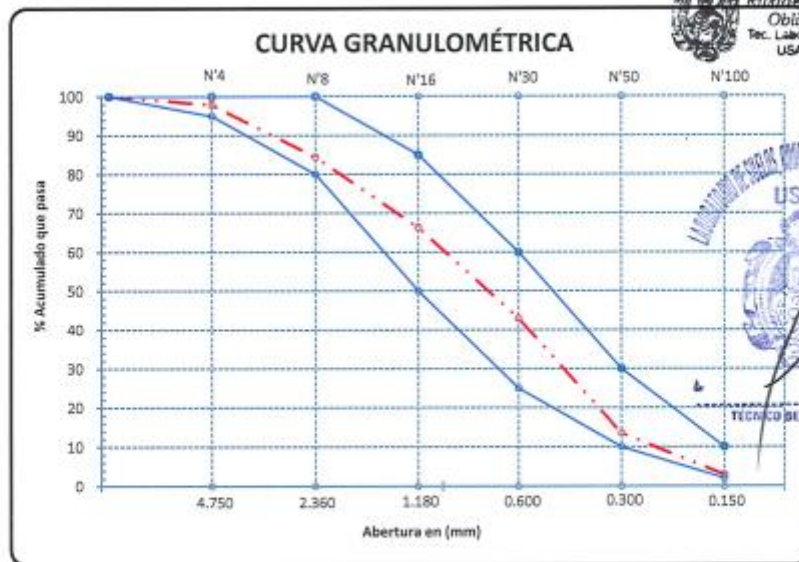
Tesista : Deybi Yhoseht Fuentes Segura
Escuela : Ingeniería Civil
Tesis : Análisis de la influencia de la síbila deshidratada en polvo sobre la resistencia a la compresión del concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ para la construcción de veredas
Lugar : Chiclayo - Lambayeque - Perú
Fecha de emisión : 20/10/2024

Ensayo : Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino
 Referencia : Norma ASTM C33 / N.T.P. 400.012

Cantera : Cantera La Victoria - Pítapo **P. Inicial H.** 500.00
P. Inicial S. 498.50

Malla	Peso	[%]	[%] Acum.	[%] Acum.	Especificaciones: ASTM C-33		
Pulg.	(mm.)	Ret.	Ret.	Ret.	Que Pasa		
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00	100	
Nº 04	4.750	10.34	2.07	2.07	97.93	95	
Nº 08	2.360	67.59	13.56	15.63	84.37	80	
Nº 16	1.180	89.92	18.04	33.67	66.33	50	
Nº 30	0.600	116.83	23.44	57.11	42.89	25	
Nº 50	0.300	146.97	29.48	86.59	13.41	10	
Nº 100	0.150	52.30	10.49	97.08	2.92	2	
Fondo		14.55	2.92	100.00	0.00		
Módulo de Fineza			2.922				
Abertura de malla de referencia			9.500				

Henry Ruedenebra Obilias
 Tec. Laboratorio USAT



USAT
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Anexo N° 4. Ensayo: Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERILES

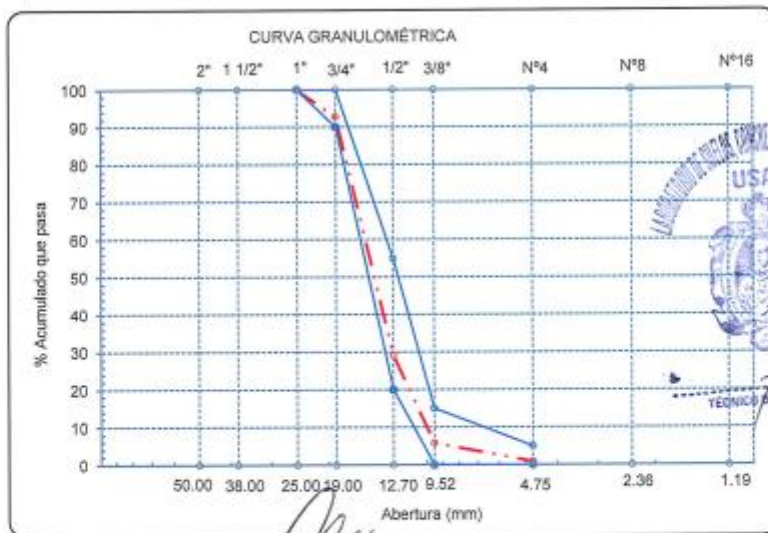


Tesista : Deybí Yhoseht Fuentes Segura
 Escuela : Ingeniería Civil
 Tesis : Análisis de la influencia de la sábila deshidratada en polvo sobre la resistencia a la compresión del concreto $f_c=175 \text{ kg/cm}^2$ para la construcción de veredas
 Lugar : Chiclayo - Lambayeque - Perú
 Fecha de emisión : 20/10/2024

Ensayo : - Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso
 Referencia : - Norma ASTM C33 (NTC 174) / N.T.P. 400.012

Cantera : Cantera Tres Tomas - Ferreñafe P. Inicial H. 5000.00
 P. Inicial S. 4919.74

Malla		Peso Ret.	(%) Ret.	(%) Acum. Ret.	(%) Acum. Que Pasa	Especificaciones USO 56	
Pulg.	(mm.)						
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
1 1/2"	38.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
3/4"	19.00	356.36	7.24	7.24	92.76	90	100
1/2"	12.70	3125.88	63.54	70.78	29.22	20	55
3/8"	9.52	1149.40	23.36	94.14	5.86	0	15
N° 04	4.75	244.29	4.97	99.11	0.89	0	5
N° 08	2.36	42.07	0.86	99.96	0.04	0	0
N° 16	1.19	0.00	0.00	99.96	0.04	0	0
Fondo		1.74	0.04	100.00	0.00		
Tamaño Máximo			1"	25 mm			
Tamaño Máximo Nominal			3/4"	19 mm			



Henry Rivasdeyra Obllitas
 Tec. LABORATORIO USAT



Anexo N° 5. Ensayo: Peso unitario del agregado fino



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Deybi Yhoseht Fuentes Segura
Escuela : Ingeniería Civil
Tesis : Análisis de la influencia de la sábila deshidratada en polvo sobre la resistencia a la comprensión del concreto $f_c=175 \text{ kg/cm}^2$ para la construcción de veredas
Lugar : Chiclayo - Lambayeque - Perú
Fecha de emisión : 20/10/2024

Ensayo : Peso unitario del agregado fino
Referencia : Norma ASTM C-29 / N.T.P. 400.017

Canetra : Cantera La Victoria - Pátapo

A.- PESO UNITARIO SUELTO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	8710	8730
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.00	0.00
3.- Peso del material		8710	8730
4.- Constante ó Volumen	(m^3)	0.005	0.005
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m^3)	1589	1593
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m^3)	1586	

B.- PESO UNITARIO COMPACTADO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	8990	9000
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.00	0.00
3.- Peso del material		8990	9000
4.- Constante ó Volumen	(m^3)	0.005	0.005
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m^3)	1640	1642
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m^3)	1636	

Ensayo : Contenido de humedad del agregado fino
Referencia : Norma ASTM C-535 /N.T.P. 339.185

C.- CONTENIDO DE HUMEDAD

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	500.00	500.00
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	498.58	498.41
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.00	0.00
D.- Contenido de humedad	(%)	0.28	0.32
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.30	



Henry
Rivadeneira
Obitús
Tec. Laboratorio
USAT



TECNICO DE LABORATORIO

Anexo N° 6. Ensayo: Peso unitario del agregado grueso



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Deybi Yhoseht Fuentes Segura
Escuela : Ingeniería Civil
Tesis : Análisis de la influencia de la sábila deshidratada en polvo sobre la resistencia a la comprensión del concreto $f_c=175 \text{ kg/cm}^2$ para la construcción de veredas
Lugar : Chiclayo - Lambayeque - Perú
Fecha de emisión : 20/10/2024

Ensayo : Peso unitario del agregado grueso
Referencia : Norma ASTM C-29 / N.T.P. 400.017

Cantera : Cantera Tres Tomas - Ferreñafe

A.- PESO UNITARIO SUELTO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	7830	7810
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.00	0.00
3.- Peso del material		7830	7810
4.- Constante o Volumen	(m ³)	0.005	0.005
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1429	1425
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1404	

B.- PESO UNITARIO COMPACTADO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	8690	8670
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.00	0.00
3.- Peso del material		8690	8670
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.005	0.005
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1586	1582
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1559	

Ensayo : Contenido de humedad del agregado grueso
Referencia : Norma ASTM C-535 / N.T.P. 339.185

C.- CONTENIDO DE HUMEDAD

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	5000.00	5000.00
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	4920.92	4918.56
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.00	0.00
D.- Contenido de humedad	(%)	1.61	1.66
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	1.63	


Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT



Anexo N° 7. Ensayo: Peso específico y absorción del agregado fino



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista : Deybi Yhoseht Fuentes Segura
Escuela : Ingeniería Civil
Tesis : Análisis de la influencia de la sábila deshidratada en polvo sobre la resistencia a la compresión del concreto $f_c=175$ kg/cm² para la construcción de veredas
Lugar : Chiclayo - Lambayeque - Perú
Fecha de emisión : 20/10/2024

Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado fino

Referencia : Norma ASTM C-128 / N.T.P. 400.022

Cantera : Cantera La Victoria - Pátapo

I.- Datos

1.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + Peso del Agua	(g)	1014.70	1000.90
2.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco	(g)	706.55	692.32
3.- Peso del Agua	(g)	308.15	308.58
4.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasco	(g)	705.97	689.62
5.- Peso del Frasco	(g)	206.55	192.32
6.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	499.42	497.30
7.- Volumen del frasco	(g)	500.00	500.00

II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.60
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.61
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.62
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	0.33


Henry Rivadeneyra Obítas
Tec. Laboratorio USAT




USAT
TECNICO DE LABORATORIO

Anexo N° 8. Ensayo: Peso específico y absorción del agregado grueso



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista : Deybi Yhoseht Fuentes Segura
Escuela : Ingeniería Civil
Tesis : Análisis de la influencia de la sábila deshidratada en polvo sobre la resistencia a la compresión del concreto $f_c=175 \text{ kg/cm}^2$ para la construcción de veredas
Lugar : Chiclayo - Lambayeque - Perú
Fecha de emisión : 20/10/2024

Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado grueso
Referencia : Norma ASTM C-127 / N.T.P. 400.021

Cantera : Cantera Tres Tomas - Ferreñafe

I.- Datos

1.- Peso de la muestra secada al horno	(g)	5000	5000
2.- Peso de la muestra superficialmente seca	(g)	5050	5040
3.- Peso de la muestra dentro del agua + peso del canastilla	(g)	4056	4044
4.- Peso de la canastilla	(g)	880	880
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(g)	3176	3164

II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.67
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.69
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.73
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	0.90


Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT



USAT
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES
TÉCNICO DE LABORATORIO

Anexo N° 9. Ensayo: Contenido de humedad del agregado fino



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista : Deybi Yhoseht Fuentes Segura
Escuela : Ingeniería Civil
Tesis : Análisis de la influencia de la sábila deshidratada en polvo sobre la resistencia a la compresión del concreto $f_c=175$ kg/cm² para la construcción de veredas
Lugar : Chiclayo - Lambayeque - Perú
Fecha de emisión : 20/10/2024

Ensayo : Contenido de humedad del agregado fino
Referencia : Norma ASTM C-535 / N.T.P. 339.185

Cantera : Cantera La Victoria - Pátapo

I.- Datos

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	500.00	500.00
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	498.58	498.41
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.00	0.00
D.- Contenido de humedad	(%)	0.28	0.32
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.30	


Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT



USAT
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

TECNICO DE LABORATORIO

Anexo N° 10. Ensayo: Contenido de humedad del agregado grueso



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista : Deybi Yhoseht Fuentes Segura
Escuela : Ingeniería Civil
Tesis : Análisis de la influencia de la sábila deshidratada en polvo sobre la resistencia a la compresión del concreto $f_c=175$ kg/cm² para la construcción de veredas
Lugar : Chiclayo - Lambayeque - Perú
Fecha de emisión : 20/10/2024

Ensayo : Contenido de humedad del agregado grueso
Referencia : Norma ASTM C-535 / N.T.P. 339.185

Cantera : Cantera Tres Tomas - Ferreñafe

I.- Datos

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	5000.00	5000.00
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	4920.92	4918.56
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.00	0.00
D.- Contenido de humedad	(%)	1.61	1.66
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	1.63	


Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT




Anexo N° 11. Diseño de mezcla de concreto - MS



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MÓGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Deybi Yhoseht Fuentes Segura
Escuela : Ingeniería Civil
Tesis : Análisis de la influencia de la síbila deshidratada en polvo sobre la resistencia a la compresión del concreto
fc=175 kg/cm² para la construcción de veredas
Lugar : Chiclayo - Lambayeque - Perú
Cantera : La Victoria - Pátapo / Tres Tomas - Ferreñafe
Ensayo : Diseño de Mezcla de Concreto
Referencia : Método ACI 211

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO - MS

☼ Resistencia $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$
☼ Cemento Portland Tipo: MS Densidad: 2.98 g/m³

I. DATOS DE LOS AGREGADOS

ENSAYO		A. FINO	A GRUESO	UNIDAD
Tamaño Máximo Nominal	TMN	---	3/4"	"
Módulo de Finesa	MF	2.9	---	-
Masa Unitaria Compactada	MUC	1636	1559	kg/m ³
Masa Unitaria Suelta	MUS	1586	1404	kg/m ³
Peso Específico de Masa	Pe	2601	2667	kg/m ³
Absorción	Abs	0.33	0.90	%
Contenido de Humedad	H	0.30	1.63	%

I. PROCEDIMIENTO DE DOSIFICACIÓN

☼ Elección del asentamiento

Asentamiento (cm)	Asentamiento (pulg)	Consistencia (Tipo de concreto)	Grado de Trabajabilidad	Tipo de estructura
7.5 cm	3"	Media	Medio	Veredas

☼ Estimación del tamaño máximo nominal

Tamaño Máximo Nominal:
TMN = 3/4"

☼ Estimación del contenido de aire

Porcentaje del contenido de aire:
A = 2.00 %

Volumen cantidad aproximada de aire atrapado:
 $V_A = 0.020 \text{ m}^3$





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



☼ Estimación de la cantidad de agua de mezclado (a)

Cantidad de agua de mezclado: $a = 205 \text{ kg/m}^3$

Volumen de cantidad de agua de mezclado:
 $V_a = 0.205 \text{ m}^3$ *

☼ Cálculo de resistencia promedio

Resistencia promedio: $f_{cr} = 245 \text{ kg/cm}^2$

☼ Elección de la relación agua/cemento (a/c)

Relación agua/cemento: $r = 0.628$

☼ Cálculo del contenido de cemento

Cantidad de cemento: $c = 326.43 \text{ kg/m}^3$

Volumen de cemento por metro cúbico:
 $V_c = 0.110 \text{ m}^3$ *


Henry Rivasdeneyra Obillas
Tec. LABORATORIO USAT


☼ Verificación de las especificaciones granulométricas

Tamiz pulgadas	% Pasa			Verificación
	Límite inferior	Granulometría a comparar	Límite superior	
Grava				
2"	100	100.00	100	OK
1 1/2"	100	100.00	100	OK
1"	100	100.00	100	OK
3/4"	90	92.76	100	OK
1/2"	20	29.22	55	OK
3/8"	0	5.86	15	OK
Nº 04	0	0.89	5	OK
Arena				
3/8"	100	100.00	100	OK
Nº 04	95	97.93	100	OK
Nº 08	80	84.37	100	OK
Nº 16	50	66.33	85	OK
Nº 30	25	42.89	60	OK
Nº 50	10	13.41	30	OK
Nº 100	2	2.92	10	OK





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



☉ Estimación del contenido de grava

Volumen de gravilla por unidad de volumen de concreto:

$$b/b_0 = 0.56$$

Volumen de partículas de agregado grueso por metro cúbico de agregado grueso:

$$b_0 = MUC / P_e \quad b_0 = 0.629$$

Volumen de grava por metro cúbico de concreto (b):

$$b = 0.352 \text{ m}^3 \quad *$$

☉ Estimación del contenido de arena

Volumen de arena por metro cúbico de concreto (VA):

$$VA = 0.313 \text{ m}^3 \quad *$$

☉ Cantidades para 1 m³ de la mezcla

Material	Peso (W _i) kg/m ³	Densidad (D _i) kg/m ³	Volumen (V _i) m ³ /m ³
Cemento	326	2980	0.110
Aire	0.02	1.20	0.020
Agua	205	1000	0.205
Grava	940	2667	0.352
Arena	814	2601	0.313
Total	2285 kg/m³		1.00 m³



Asentamiento obtenido: Slump = 8.5 cm

☉ Pesos húmedos de los agregados

Peso húmedo de la grava:
Mhg = 955 kg/m³

Agua en exceso o en defecto para la grava:

$$H.g = 0.016$$

$$Abs.g = 0.009$$

$$Ag = 6.87 \text{ kg}$$

$H.g > Abs.g$ Exceso de agua

Peso húmedo de la arena:

$$Mha = 817 \text{ kg/m}^3$$





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Agua en exceso o en defecto para la arena:

$$\begin{aligned} H.f &= 0.0030 & \text{Abs.f} &= 0.0033 \\ Af &= -0.22 \text{ kg} & H.f < \text{Abs.f} & \text{ Falta de agua} \end{aligned}$$

Agua total en exceso (A):

$$A = Ag + Af \quad A = 6.65 \text{ kg}$$

Cantidad de agua de mezclado será:

$$a' = 198 \text{ kg/m}^3$$

☼ CANTIDADES PARA 1 m³ DEL AJUSTE A LA MEZCLA DE PRUEBA

Material	Ajuste por humedad
Cemento	326 kg/m ³
Aire	0 kg/m ³
Agua	198 kg/m ³
Grava	955 kg/m ³
Arena	817 kg/m ³
Total	2296 kg/m³

☼ Ajuste de agua de mezclado:

Cantidad en peso de los ingredientes:

Agua (añadida)	3.97 kg
Cemento	6.53 kg
Grava (humedad)	19.10 kg
Arena (humedad)	16.33 kg
Peso dosificado (W)	45.93 kg



Henry Rivas de Neyra Obittas
Tec. Laboratorio USAT



Peso unitario del concreto fresco:

Peso de la muestra + peso del molde	23460
Peso del molde	10040
Volumen o Constante del molde	0.005
Peso unitario del concreto fresco	2531 kg/m³



Peso unitario del concreto fresco:

$$Y = 0.0181 \text{ m}^3$$

Contenido neto de agua de mezclado de la mezcla de prueba:

$$a'' = 4.10 \text{ kg}$$

TECNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Contenido neto de agua de mezclado requerido para un metro cúbico de concreto:

$$a'' = 226 \text{ kg/m}^3$$

Esta cantidad se debe restar en 2 kg por cada cm de defecto en el slump:

$$\text{Slump} = 7,5 \text{ cm} \quad \text{Disminuir} = -1 \text{ cm}$$

Cantidad total de agua de mezclado por metro cúbico:

$$a = 224 \text{ kg/m}^3 \quad *$$

☼ Ajuste de la cantidad de cemento

Cantidad de cemento por metro cúbico:

$$c = 357 \text{ kg/m}^3 \quad *$$

☼ Ajuste de la cantidad de grava

Cantidad de grava por metro cúbico:

Grava _h = 1053 kg/m ³	(húmeda)
Grava _s = 1036 kg/m ³	(seco)
Grava = 1045 kg/m ³	(sss) *

☼ Ajuste de la cantidad de arena

Peso volumétrico del concreto	= 2531 kg
Peso del cemento	= 357 kg
Peso del agua	= 224 l
Peso de la grava (sss)	= 1045 kg

Cantidad de arena : Arena = 906 kg (sss)

Cantidad de arena por metro cúbico:

$$\text{Arena} = 903 \text{ kg/m}^3 \quad *$$

☼ Dosificación del Diseño de Mezcla 175 kg/cm² - MS

Pesos de la mezcla por metro cúbico de concreto:

Agua	= 224	l/m ³
Cemento	= 357	kg/m ³
Grava	= 1045	kg/m ³
Arena	= 903	kg/m ³


Henry Rivadeneira Oblitas
Téc. Laboratorio USAT



Anexo N° 12. Ensayo: Resistencia a la compresión del concreto patrón - MS



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

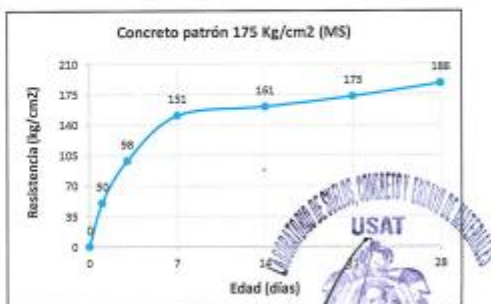


Tesista : Deybi Yhoseht Fuentes Segura
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil
Tesis : Análisis de la influencia de la sábrila deshidratada en polvo sobre la resistencia a la compresión del concreto $f_c=175 \text{ kg/cm}^2$ para la construcción de veredas
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
Fecha de emisión : 21 de octubre de 2024
Título : Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
Norma : N.T.P. 339.034 - 2015 / ASTM C39 / NTC 673
Cemento : Picaamayo - Tipo MS

MÉTODO DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Muestra N°	Identificación de Espolmen	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Diámetro (d) (cm)	Altura (h) (cm)	Carga (P) (Kgf)	Fc (Kg/cm ²)	Fc promedio (Kg/cm ²)
1	Concreto patrón 175 Kg/cm ² (MS)	03/05/2024	04/05/2024	1	15	30	8847.0	50.06	98.33
2	Concreto patrón 175 Kg/cm ² (MS)	03/05/2024	06/05/2024	3	15	30	18400.0	104.12	
3	Concreto patrón 175 Kg/cm ² (MS)	03/05/2024	06/05/2024	3	15	30	15650.0	88.56	
4	Concreto patrón 175 Kg/cm ² (MS)	03/05/2024	06/05/2024	3	15	30	18080.0	102.31	150.73
5	Concreto patrón 175 Kg/cm ² (MS)	03/05/2024	10/05/2024	7	15	30	26489.2	149.90	
6	Concreto patrón 175 Kg/cm ² (MS)	03/05/2024	10/05/2024	7	15	30	26686.9	151.02	
7	Concreto patrón 175 Kg/cm ² (MS)	03/05/2024	10/05/2024	7	15	30	26730.0	151.26	160.61
8	Concreto patrón 175 Kg/cm ² (MS)	03/05/2024	17/05/2024	14	15	30	28210.7	159.64	
9	Concreto patrón 175 Kg/cm ² (MS)	03/05/2024	17/05/2024	14	15	30	28510.0	161.33	
10	Concreto patrón 175 Kg/cm ² (MS)	03/05/2024	17/05/2024	14	15	30	28426.9	160.66	172.52
11	Concreto patrón 175 Kg/cm ² (MS)	03/05/2024	24/05/2024	21	15	30	30479.9	172.48	
12	Concreto patrón 175 Kg/cm ² (MS)	03/05/2024	24/05/2024	21	15	30	30721.5	173.85	
13	Concreto patrón 175 Kg/cm ² (MS)	03/05/2024	24/05/2024	21	15	30	30259.0	171.23	187.82
14	Concreto patrón 175 Kg/cm ² (MS)	03/05/2024	31/05/2024	28	15	30	33316.4	188.53	
15	Concreto patrón 175 Kg/cm ² (MS)	03/05/2024	31/05/2024	28	15	30	32904.8	186.20	
16	Concreto patrón 175 Kg/cm ² (MS)	03/05/2024	31/05/2024	28	15	30	33350.0	188.72	

Concreto patrón 175 Kg/cm ² (MS)	
Edad (Días)	Fc (Kg/cm ²)
0	0
1	50
3	98
7	151
14	161
21	173
28	188



USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Henry Rivasdeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

Anexo N° 13. Ensayo: Resistencia a la compresión (CP + 0.5% SDP) - MS



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

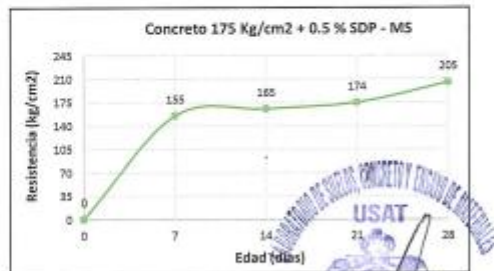


Tesista : Deybi Yhoseht Fuentes Segura
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil
Tesis : Análisis de la influencia de la sábila deshidratada en polvo sobre la resistencia a la compresión del concreto $f_c=175$ kg/cm² para la construcción de veredas
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
Fecha de emisión : 21 de octubre de 2024
Título : Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
Norma : N.T.P. 339.034 - 2016 / ASTM C39 / NTC 673
Cemento : Pacasmayo - Tipo MS

MÉTODO DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Muestra N°	Identificación de Espcimen	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Diámetro (d) (cm)	Altura (h) (cm)	Carga (P) (Kgf)	f_c (Kg/cm ²)	$f_{c\text{promedio}}$ (Kg/cm ²)
1	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (0.5%)	06/05/2024	13/05/2024	7	15	30	27456.4	155.37	154.89
2	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (0.5%)	06/05/2024	13/05/2024	7	15	30	27774.2	157.17	
3	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (0.5%)	06/05/2024	13/05/2024	7	15	30	26663.1	152.13	
4	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (0.5%)	06/05/2024	20/05/2024	14	15	30	28307.6	165.85	164.97
5	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (0.5%)	06/05/2024	20/05/2024	14	15	30	29156.9	164.99	
6	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (0.5%)	06/05/2024	20/05/2024	14	15	30	28994	164.07	
7	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (0.5%)	06/05/2024	27/05/2024	21	15	30	30867.2	174.87	174.44
8	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (0.5%)	06/05/2024	27/05/2024	21	15	30	30902.4	174.87	
9	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (0.5%)	06/05/2024	27/05/2024	21	15	30	30706.1	173.78	
10	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (0.5%)	06/05/2024	03/06/2024	28	15	30	38375	217.16	204.68
11	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (0.5%)	06/05/2024	03/06/2024	28	15	30	34917.7	197.99	
12	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (0.5%)	06/05/2024	03/06/2024	28	15	30	35207.2	199.23	

Edad (Días)	f_c (Kg/cm ²)
0	0
7	155
14	165
21	174
28	205



Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

Anexo N° 14. Ensayo: Resistencia a la compresión (CP + 5% SDP) - MS



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

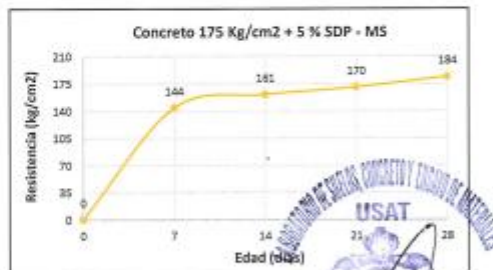


Tesista : Deybi Yhoseff Fuentes Segura
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil
Tesis : Análisis de la influencia de la síbila deshidratada en polvo sobre la resistencia a la compresión del concreto $f_c=175 \text{ kg/cm}^2$ para la construcción de veredas
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
Fecha de emisión : 21 de octubre de 2024
Título : Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
Norma : N.T.P. 339.034 - 2015 / ASTM C39 / NTC 673
Cemento : Pacasmayo - Tipo MS

MÉTODO DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Muestra N°	Identificación de Espcimen	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Diámetro (d) (cm)	Altura (h) (cm)	Carga (P) (Kgf)	f_c (Kg/cm ²)	$f_{c\text{promedio}}$ (Kg/cm ²)
1	Concreto 175 Kg/cm ² + Síbila deshidratada en polvo (5%)	07/05/2024	14/05/2024	7	15	30	25002.3	141.48	143.76
2	Concreto 175 Kg/cm ² + Síbila deshidratada en polvo (5%)	07/05/2024	14/05/2024	7	15	30	25662.1	146.86	
3	Concreto 175 Kg/cm ² + Síbila deshidratada en polvo (5%)	07/05/2024	14/05/2024	7	15	30	25261.6	142.95	
4	Concreto 175 Kg/cm ² + Síbila deshidratada en polvo (5%)	07/05/2024	21/05/2024	14	15	30	26316	160.24	160.78
5	Concreto 175 Kg/cm ² + Síbila deshidratada en polvo (5%)	07/05/2024	21/05/2024	14	15	30	26409.6	160.77	
6	Concreto 175 Kg/cm ² + Síbila deshidratada en polvo (5%)	07/05/2024	21/05/2024	14	15	30	26508.7	161.33	
7	Concreto 175 Kg/cm ² + Síbila deshidratada en polvo (5%)	07/05/2024	28/05/2024	21	15	30	30124	170.47	169.99
8	Concreto 175 Kg/cm ² + Síbila deshidratada en polvo (5%)	07/05/2024	28/05/2024	21	15	30	30098.9	170.32	
9	Concreto 175 Kg/cm ² + Síbila deshidratada en polvo (5%)	07/05/2024	28/05/2024	21	15	30	29893.6	169.16	
10	Concreto 175 Kg/cm ² + Síbila deshidratada en polvo (5%)	07/05/2024	04/06/2024	28	15	30	32461.8	183.70	183.50
11	Concreto 175 Kg/cm ² + Síbila deshidratada en polvo (5%)	07/05/2024	04/06/2024	28	15	30	32330.8	182.95	
12	Concreto 175 Kg/cm ² + Síbila deshidratada en polvo (5%)	07/05/2024	04/06/2024	28	15	30	32490	183.86	

Concreto 175 Kg/cm ² + 5 % SDP - MS	
Edad (Días)	f_c (Kg/cm ²)
0	0
7	144
14	161
21	170
28	184



Henry Rivasdeneyra Obilitas
 Tec. Laboratorio USAT

TECNICO DE LABORATORIO

Anexo N° 15. Ensayo: Resistencia a la compresión (CP + 10% SDP) - MS



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Deybi Yhoseht Fuentes Segura
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil
Tesis : Análisis de la influencia de la síbila deshidratada en polvo sobre la resistencia a la compresión del concreto $f_c=175 \text{ kg/cm}^2$ para la construcción de varandas
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
Fecha de emisión : 21 de octubre de 2024
Título : Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
Norma : N.T.P. 399.204 - 2015 / ASTM C39 / NTC 673
Cemento : Pacasmayo - Tipo MS

MÉTODO DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Muestra N°	Identificación de Espcimen	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Diámetro (d) (cm)	Altura (h) (cm)	Carga (P) (Kgf)	f_c (Kg/cm ²)	$f_{c\text{promedio}}$ (Kg/cm ²)
1	Concreto 175 Kg/cm ² + Síbila deshidratada en polvo (10%)	08/05/2024	15/05/2024	7	15	30	24532.4	138.82	130.98
2	Concreto 175 Kg/cm ² + Síbila deshidratada en polvo (10%)	08/05/2024	15/05/2024	7	15	30	22921	129.71	
3	Concreto 175 Kg/cm ² + Síbila deshidratada en polvo (10%)	08/05/2024	15/05/2024	7	15	30	21985.7	124.41	
4	Concreto 175 Kg/cm ² + Síbila deshidratada en polvo (10%)	08/05/2024	22/05/2024	14	15	30	28093.1	158.97	159.41
5	Concreto 175 Kg/cm ² + Síbila deshidratada en polvo (10%)	08/05/2024	22/05/2024	14	15	30	28120.8	159.13	
6	Concreto 175 Kg/cm ² + Síbila deshidratada en polvo (10%)	08/05/2024	22/05/2024	14	15	30	28296	160.12	
7	Concreto 175 Kg/cm ² + Síbila deshidratada en polvo (10%)	08/05/2024	29/05/2024	21	15	30	29480.4	166.82	166.72
8	Concreto 175 Kg/cm ² + Síbila deshidratada en polvo (10%)	08/05/2024	29/05/2024	21	15	30	29506.7	166.97	
9	Concreto 175 Kg/cm ² + Síbila deshidratada en polvo (10%)	08/05/2024	29/05/2024	21	15	30	28398	166.38	
10	Concreto 175 Kg/cm ² + Síbila deshidratada en polvo (10%)	08/05/2024	05/06/2024	28	15	30	32108.7	181.70	179.38
11	Concreto 175 Kg/cm ² + Síbila deshidratada en polvo (10%)	08/05/2024	05/06/2024	28	15	30	31617.5	178.92	
12	Concreto 175 Kg/cm ² + Síbila deshidratada en polvo (10%)	08/05/2024	05/06/2024	28	15	30	31370.3	177.52	

Concreto 175 Kg/cm ² + 10 % SDP - MS	
Edad (Días)	f_c (Kg/cm ²)
0	0
7	131
14	159
21	167
28	179



Henry Rivadeneira Obilias
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

Anexo N° 16. Ensayo: Resistencia a la flexión del concreto patrón - MS



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



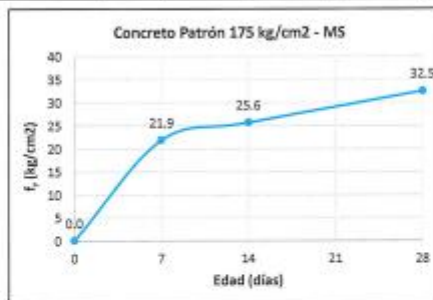
Tesista : Deybi Yhoseht Fuentes Segura
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Análisis de la influencia de la sábrila deshidratada en polvo sobre la resistencia a la compresión del concreto $f_c=175 \text{ kg/cm}^2$ para la construcción de veredas
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, 14 de junio de 2024
Ensayo : Método de ensayo de resistencia a la flexión del concreto
Referencia : N.T.P. 399.613 - 2017 / ASTM C 293
Cemento : Pacasmayo - Tipo MS

MÉTODO DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

$$f_r = \frac{[(P \cdot L)]}{(1 + 0.07 \cdot d^2)}$$

Muestra N°	Identificación	Días	Ancho de la viga (b) (mm)	Altura de la viga (d) (mm)	Luz entre apoyos (L) (mm)	Carga (P) (N)	f_r (MPa)	f_r (Kg/cm ²)	f_r promedio (Kg/cm ²)
1	Concreto patrón 175 Kg/cm ²	7	150	150	475	48157.29	2.157	22.00	21.87
2	Concreto patrón 175 Kg/cm ²	7	150	150	475	47588.31	2.132	21.74	
3	Concreto patrón 175 Kg/cm ²	14	150	150	475	55848.33	2.502	25.51	25.64
4	Concreto patrón 175 Kg/cm ²	14	150	150	475	56417.31	2.527	25.77	
5	Concreto patrón 175 Kg/cm ²	28	150	150	475	72083.88	3.229	32.93	32.45
6	Concreto patrón 175 Kg/cm ²	28	150	150	475	89984.54	3.135	31.97	

Edad (Días)	f_r (Kg/cm ²)
0	0,0
7	21,9
14	25,6
28	32,5



Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT



Anexo N° 17. Ensayo: Resistencia a la flexión (CP + 0.5% SDP) - MS



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



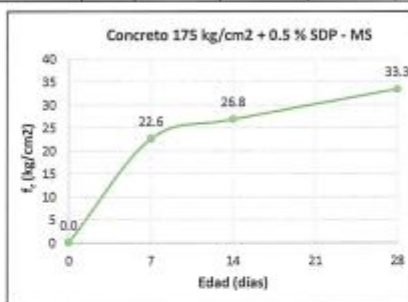
Tesista : Deybi Yhoseht Fuentes Segura
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Análisis de la influencia de la sábila deshidratada en polvo sobre la resistencia a la compresión del concreto $f_c=175 \text{ kg/cm}^2$ para la construcción de veredas.
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, 14 de junio de 2024
Ensayo : Método de ensayo de resistencia a la flexión del concreto
Referencia : N.T.P. 399.613 - 2017 / ASTM C 293
Cemento : Pacasmayo - Tipo MS

MÉTODO DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

$$f_r = \frac{[P \cdot L]}{[b \cdot d^2 \cdot 2]}$$

Muestra N°	Identificación	Días	Ancho de la viga (b) (mm)	Altura de la viga (d) (mm)	Luz entre apoyos (L) (mm)	Carga (P) (N)	f_r (MPa)	f_r (Kg/cm ²)	f_r promedio (Kg/cm ²)
1	Concreto 175 Kg/cm ² + 0.5 % SDP - MS	7	150	150	475	49756.32	2.229	22.73	22.58
2	Concreto 175 Kg/cm ² + 0.5 % SDP - MS	7	150	150	475	49086.24	2.199	22.43	
3	Concreto 175 Kg/cm ² + 0.5 % SDP - MS	14	150	150	475	59606.56	2.670	27.23	26.81
4	Concreto 175 Kg/cm ² + 0.5 % SDP - MS	14	150	150	475	57771.08	2.588	26.39	
5	Concreto 175 Kg/cm ² + 0.5 % SDP - MS	28	150	150	475	73025.64	3.271	33.36	33.32
6	Concreto 175 Kg/cm ² + 0.5 % SDP - MS	28	150	150	475	72858.87	3.264	33.28	

Concreto 175 kg/cm ² + 0.5 % SDP - MS	
Edad (Días)	f_r (Kg/cm ²)
0	0.0
7	22.6
14	26.8
28	33.3



[Signature]
 Henry Euzdeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Anexo N° 18. Ensayo: Resistencia a la flexión (CP + 5% SDP) - MS



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



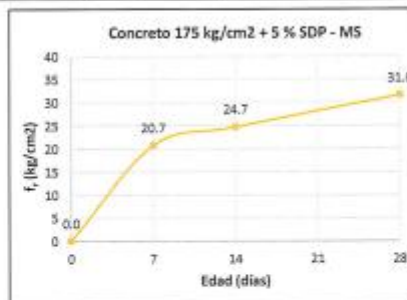
Tesista : Deybi Yhoseht Fuentes Segura
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Análisis de la influencia de la síbala deshidratada en polvo sobre la resistencia a la compresión del concreto $f_c=175 \text{ kg/cm}^2$ para la construcción de veredas
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, 14 de junio de 2024
Ensayo : Método de ensayo de resistencia a la flexión del concreto
Referencia : N.T.P. 399.813 - 2017 / ASTM C 293
Cemento : Pacasmayo - Tipo MS

MÉTODO DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

$$f_c = \left[\frac{P(L)}{b \cdot d^2} \right]$$

Muestra N°	Identificación	Días	Ancho de la viga (b) (mm)	Altura de la viga (d) (mm)	Luz entre apoyos (L) (mm)	Carga (P) (N)	f_r (MPa)	f_r (Kg/cm ²)	f_c promedio (Kg/cm ²)
1	Concreto 175 Kg/cm ² + 5 % SDP - MS	7	150	150	475	45753.84	2.050	20.90	20.73
2	Concreto 175 Kg/cm ² + 5 % SDP - MS	7	150	150	475	44998.47	2.018	20.56	
3	Concreto 175 Kg/cm ² + 5 % SDP - MS	14	150	150	475	53807.85	2.411	24.58	24.72
4	Concreto 175 Kg/cm ² + 5 % SDP - MS	14	150	150	475	54425.88	2.438	24.86	
5	Concreto 175 Kg/cm ² + 5 % SDP - MS	28	150	150	475	69297.84	3.104	31.66	31.58
6	Concreto 175 Kg/cm ² + 5 % SDP - MS	28	150	150	475	68856.39	3.085	31.46	

Concreto 175 kg/cm ² + 5 % SDP - MS	
Edad (Días)	f_r (Kg/cm ²)
0	0.0
7	20.7
14	24.7
28	31.6



Henry Rivasdeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT



Anexo N° 19. Ensayo: Resistencia a la flexión (CP + 10% SDP) - MS



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



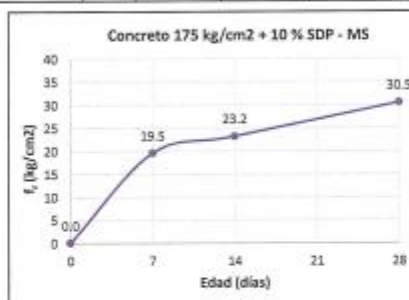
Tesista : Deybi Yhoseht Fuentes Segura
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Análisis de la influencia de la sábia deshidratada en polvo sobre la resistencia a la compresión del concreto $f_c=175 \text{ kg/cm}^2$ para la construcción de varandas
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, 14 de junio de 2024
Ensayo : Método de ensayo de resistencia a la flexión del concreto
Referencia : N.T.P. 398.013 - 2017 / ASTM C 293
Cemento : Pacasmayo - Tipo M5

MÉTODO DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

$$f_r = \frac{[P(L)]}{[b \cdot d^2 \cdot 2]}$$

Muestra N°	Identificación	Días	Ancho de la viga (b) (mm)	Altura de la viga (d) (mm)	Luz entre apoyos (L) (mm)	Carga (P) (N)	f_r (MPa)	f_r (Kg/cm ²)	f_r promedio (Kg/cm ²)
1	Concreto 175 Kg/cm ² + 10 % SDP - MS	7	150	150	475	42398.82	1.899	19.37	19.53
2	Concreto 175 Kg/cm ² + 10 % SDP - MS	7	150	150	475	43124.76	1.932	19.70	
3	Concreto 175 Kg/cm ² + 10 % SDP - MS	14	150	150	475	51100.29	2.269	23.34	23.16
4	Concreto 175 Kg/cm ² + 10 % SDP - MS	14	150	150	475	50295.87	2.253	22.98	
5	Concreto 175 Kg/cm ² + 10 % SDP - MS	28	150	150	475	66835.53	2.994	30.53	30.50
6	Concreto 175 Kg/cm ² + 10 % SDP - MS	28	150	150	475	66708.00	2.988	30.47	

Concreto 175 kg/cm ² + 10 % SDP - MS	
Edad (Días)	f_r (Kg/cm ²)
0	0.0
7	19.5
14	23.2
28	30.5



Henry Rivasdeneyra Obilias
Tec. Laboratorio USAT



Anexo N° 20. Ensayo: Resistencia a la tracción indirecta del concreto patrón - MS



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



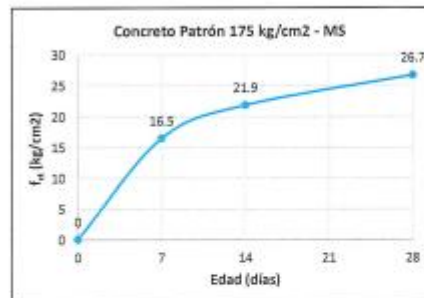
Tesista : Deybi Yhoseht Fuentes Segura
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil
Tesis : Análisis de la influencia de la sábia deshidratada en polvo sobre la resistencia a la compresión del concreto
 f_c=175 kg/cm² para la construcción de veredas
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque
Fecha de emisión : 21 de octubre de 2024
Ensayo : Método de ensayo de resistencia a la tracción indirecta del concreto
Referencia : NTC 722 (ASTM 496)
Cemento : Pacasmayo - Tipo MS

MÉTODO DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA

$$f_{ct} = [2 * P] / [m * d * N]$$

Muestra N°	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	Diámetro (d) (mm)	Altura (h) (mm)	Carga (P) (N)	f _{ct} (Kg/cm ²)	f _{ct promedio} (Kg/cm ²)
1	Concreto patrón 175 Kg/cm ²	04/05/2024	11/05/2024	7	150	300	114130	16.464	16.48
2	Concreto patrón 175 Kg/cm ²	04/05/2024	11/05/2024	7	150	300	114370	16.499	
3	Concreto patrón 175 Kg/cm ²	04/05/2024	18/05/2024	14	150	300	151342	21.833	21.87
4	Concreto patrón 175 Kg/cm ²	04/05/2024	18/05/2024	14	150	300	151838	21.904	
5	Concreto patrón 175 Kg/cm ²	04/05/2024	02/07/2024	28	150	300	185036	26.693	26.71
6	Concreto patrón 175 Kg/cm ²	04/05/2024	02/07/2024	28	150	300	185282	26.729	

Edad (Días)	f _{ct} (Kg/cm ²)
0	0
7	16.5
14	21.9
28	26.7



Henry Rivas Obiñas
 Tec. Laboratorio USAT

USAT
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Anexo N° 21. Ensayo: Resistencia a la tracción indirecta (CP + 0.5% SDP) - MS



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



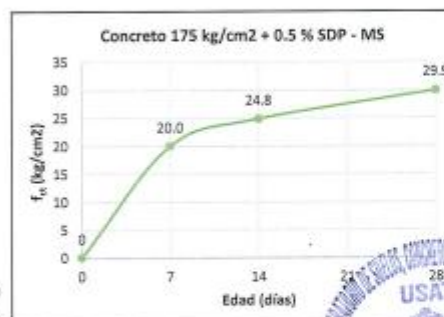
Tesista : Deybi Yhoseht Fuentes Segura
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil
 Tesis : Análisis de la influencia de la síbala deshidratada en polvo sobre la resistencia a la compresión del concreto $f_c=175 \text{ kg/cm}^2$ para la construcción de varillas
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque
 Fecha de emisión : 21 de octubre de 2024
 Ensayo : Método de ensayo de resistencia a la tracción indirecta del concreto
 Referencia : NTC 722 (ASTM 496)
 Cemento : Pacasmayo - Tipo MS

MÉTODO DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA

$$f_{ct} = [(2 \cdot P) / (\pi \cdot d \cdot h)]$$

Muestra N°	Identificación	Días	Diámetro (d) (mm)	Altura (h) (mm)	Carga (P) (N)	f_{ct} (Kg/cm ²)	f_{ct} promedio (Kg/cm ²)
1	Concreto 175 Kg/cm ² + 0.5 % SDP - MS	7	150	300	138520	19.983	19.98
2	Concreto 175 Kg/cm ² + 0.5 % SDP - MS	7	150	300	138480	19.979	
3	Concreto 175 Kg/cm ² + 0.5 % SDP - MS	21	150	300	172372	24.867	24.84
4	Concreto 175 Kg/cm ² + 0.5 % SDP - MS	21	150	300	172048	24.820	
5	Concreto 175 Kg/cm ² + 0.5 % SDP - MS	28	150	300	207582	29.946	29.90
6	Concreto 175 Kg/cm ² + 0.5 % SDP - MS	28	150	300	206940	29.853	

Concreto 175 kg/cm ² + 0.5 % SDP - MS	
Edad (Días)	f_{ct} (Kg/cm ²)
0	0
7	20.0
14	24.8
28	29.9



Henry Rivas de la Cruz Obilias
 Henry Rivas de la Cruz Obilias
 Tec. Laboratorio USAT

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Anexo N° 22. Ensayo: Resistencia a la tracción indirecta (CP + 5% SDP) - MS



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



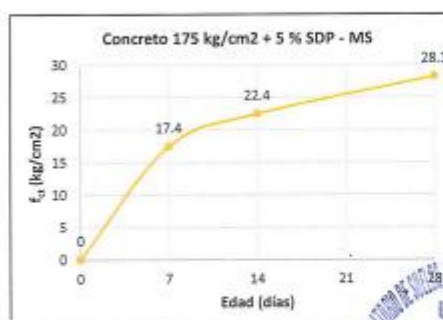
Tesista : Dayvi Yhoseht Fuentes Segura
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil
Tesis : Análisis de la influencia de la síbila deshidratada en polvo sobre la resistencia a la compresión del concreto $f_c=175 \text{ kg/cm}^2$ para la construcción de veredas
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque
Fecha de emisión : 21 de octubre de 2024
Ensayo : Método de ensayo de resistencia a la tracción indirecta del concreto
Referencia : NTC 722 (ASTM 498)
Cemento : Pacasmayo - Tipo MS

MÉTODO DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA

$$f_{ct} = \{12 \cdot P\} / (\pi \cdot d^2 \cdot h)$$

Muestra N°	Identificación	Días	Diámetro (d) (mm)	Altura (h) (mm)	Carga (P) (N)	f_{ct} (Kg/cm ²)	f_{ct} promedio (Kg/cm ²)
1	Concreto 175 Kg/cm ² + 5 % SDP - MS	7	150	300	120810	17.428	17.42
2	Concreto 175 Kg/cm ² + 5 % SDP - MS	7	150	300	120720	17.415	
3	Concreto 175 Kg/cm ² + 5 % SDP - MS	21	150	300	155332	22.408	22.39
4	Concreto 175 Kg/cm ² + 5 % SDP - MS	21	150	300	155143	22.381	
5	Concreto 175 Kg/cm ² + 5 % SDP - MS	28	150	300	195113	28.147	28.12
6	Concreto 175 Kg/cm ² + 5 % SDP - MS	28	150	300	194760	28.096	

Concreto 175 kg/cm ² + 5 % SDP - MS	
Edad (Días)	f_{ct} (Kg/cm ²)
0	0
7	17.4
14	22.4
28	28.1



Henry Rivasdeneyra Obitos
Tec. Laboratorio USAT

USAT
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
TÉCNICO DE LABORATORIO

Anexo N° 23. Ensayo: Resistencia a la tracción indirecta (CP + 10% SDP) - MS



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



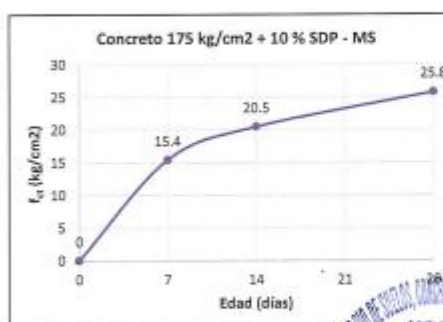
Tesista : Dayvi Yhoseht Fuentes Segura
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil
Tesis : Análisis de la influencia de la sábila deshidratada en polvo sobre la resistencia a la compresión del concreto $f_c=175 \text{ kg/cm}^2$ para la construcción de veredas
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque
Fecha de emisión : 21 de octubre de 2024
Ensayo : Método de ensayo de resistencia a la tracción indirecta del concreto
Referencia : NTC 722 (ASTM 496)
Cemento : Pacasmayo - Tipo MS

MÉTODO DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA

$$f_{ct} = [(2 \cdot P) / (\pi \cdot d \cdot h)]$$

Muestra N°	Identificación	Días	Diámetro (d) (mm)	Altura (h) (mm)	Carga (P) (N)	f_{ct} (Kg/cm ²)	f_{ct} promedio (Kg/cm ²)
1	Concreto 175 Kg/cm ² + 10 % SDP - MS	7	150	300	108840	15.413	15.39
2	Concreto 175 Kg/cm ² + 10 % SDP - MS	7	150	300	108480	15.361	
3	Concreto 175 Kg/cm ² + 10 % SDP - MS	21	150	300	140783	20.309	20.45
4	Concreto 175 Kg/cm ² + 10 % SDP - MS	21	150	300	142765	20.595	
5	Concreto 175 Kg/cm ² + 10 % SDP - MS	28	150	300	179577	25.906	25.76
6	Concreto 175 Kg/cm ² + 10 % SDP - MS	28	150	300	177520	25.609	

Concreto 175 kg/cm ² + 10 % SDP - MS	
Edad (Días)	f_{ct} (Kg/cm ²)
0	0
7	15.4
14	20.5
28	25.8



Henry Rivadeneyra Obillas
Tec. Laboratorio
USAT

USAT
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
TECNICO DE LABORATORIO

Anexo N° 24. Diseño de mezcla de concreto - ICO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Deybi Yhoseht Fuentes Segura
Escuela : Ingeniería Civil
Tesis : Análisis de la influencia de la síbala deshidratada en polvo sobre la resistencia a la compresión del concreto
fc=175 kg/cm² para la construcción de veredas
Lugar : Chiclayo - Lambayeque - Perú
Cantera : La Victoria - Pátapo / Tres Tomas - Ferreñafe
Ensayo : Diseño de Mezcla de Concreto
Referencia : Método ACI 211

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO - ICO

☼ **Resistencia** $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$
☼ **Cemento Portland** Tipo: ICO Densidad: 2.96 g/m³

I. DATOS DE LOS AGREGADOS

ENSAYO		A. FINO	A GRUESO	UNIDAD
Tamaño Máximo Nominal	TMN	---	3/4"	"
Módulo de Fineza	MF	2.9	---	-
Masa Unitaria Compactada	MUC	1636	1559	kg/m ³
Masa Unitaria Suelta	MUS	1586	1404	kg/m ³
Peso Específico de Masa	Pe	2601	2667	kg/m ³
Absorción	Abs	0.33	0.90	%
Contenido de Humedad	H	0.30	1.63	%

I. PROCEDIMIENTO DE DOSIFICACIÓN

☼ Elección del asentamiento

Asentamiento (cm)	Asentamiento (pulg)	Consistencia (Tipo de concreto)	Grado de Trabajabilidad	Tipo de estructura
7.5 cm	3"	Media	Medio	Veredas

☼ Estimación del tamaño máximo nominal

Tamaño Máximo Nominal:
TMN = 3/4"

☼ Estimación del contenido de aire

Porcentaje del contenido de aire:
A = 2.00 %

Volumen cantidad aproximada de aire atrapado:
 $V_A = 0.020 \text{ m}^3$

Henry Rivadeneyra Obítas
Tec. Laboratorio USAT





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



☼ **Estimación de la cantidad de agua de mezclado (a)**

Cantidad de agua de mezclado:

$$a = 205 \text{ kg/m}^3$$

Volumen de cantidad de agua de mezclado:

$$V_a = 0.205 \text{ m}^3 \quad *$$

☼ **Cálculo de resistencia promedio**

Resistencia promedio:

$$f_{cr} = 245 \text{ kg/cm}^2$$

☼ **Elección de la relación agua/cemento (a/c)**

Relación agua/cemento:

$$r = 0.628$$

☼ **Cálculo del contenido de cemento**

Cantidad de cemento:

$$c = 326.43 \text{ kg/m}^3$$

Volumen de cemento por metro cúbico:

$$V_c = 0.110 \text{ m}^3 \quad *$$

Henry Roldaneyra Obitas
Téc. Laboratorio
USAT
Universidad Católica
Lima - Perú 2019

☼ **Verificación de las especificaciones granulométricas**

Tamiz pulgadas	% Pasa			Verificación
	Límite inferior	Granulometría a comparar	Límite superior	
Grava				
2"	100	100.00	100	OK
1 1/2"	100	100.00	100	OK
1"	100	100.00	100	OK
3/4"	90	92.76	100	OK
1/2"	20	29.22	55	OK
3/8"	0	5.86	15	OK
Nº 04	0	0.89	5	OK
Arena				
3/8"	100	100.00	100	OK
Nº 04	95	97.93	100	OK
Nº 08	80	84.37	100	OK
Nº 16	50	66.33	85	OK
Nº 30	25	42.89	60	OK
Nº 50	10	13.41	30	OK
Nº 100	2	2.92	10	OK





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



☼ **Estimación del contenido de grava**

Volumen de gravilla por unidad de volumen de concreto:

$$b/b_0 = 0.56$$

Volumen de partículas de agregado grueso por metro cúbico de agregado grueso:

$$b_0 = MUC / P_e \quad b_0 = 0.629$$

Volumen de grava por metro cúbico de concreto (b):

$$b = 0.352 \text{ m}^3 \quad *$$

☼ **Estimación del contenido de arena**

Volumen de arena por metro cúbico de concreto (VA):

$$VA = 0.312 \text{ m}^3 \quad *$$

☼ **Cantidades para 1 m³ de la mezcla**

Material	Peso (W _i) kg/m ³	Densidad (D _i) kg/m ³	Volumen (V _i) m ³ /m ³
Cemento	326	2960	0.110
Aire	0.02	1.20	0.020
Agua	205	1000	0.205
Grava	940	2667	0.352
Arena	812	2601	0.312
Total	2283 kg/m³		1.00 m³

Henry
Avadenebra
Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT
Universidad Católica
Santo Toribio de Mogrovejo

Asentamiento obtenido: Slump = 8 cm

☼ **Pesos húmedos de los agregados**

Peso húmedo de la grava:

$$M_{hg} = 955 \text{ kg/m}^3$$

Agua en exceso o en defecto para la grava:

$$\begin{aligned} H.g &= 0.016 \\ Abs.g &= 0.009 \\ Ag &= 6.87 \text{ kg} \end{aligned}$$

$H.g > Abs.g$ Exceso de agua

Peso húmedo de la arena:

$$M_{ha} = 815 \text{ kg/m}^3$$





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Agua en exceso o en defecto para la arena:

$$\begin{aligned} H.f &= 0.0030 & \text{Abs.f} &= 0.0033 \\ A.f &= -0.22 \text{ kg} & H.f &< \text{Abs.f} \quad \text{Falta de agua} \end{aligned}$$

Agua total en exceso (A):

$$A = A_g + A_f \quad A = 6.65 \text{ kg}$$

Cantidad de agua de mezclado será:

$$a' = 198 \text{ kg/m}^3$$

☼ Cantidades para 1 m³ del ajuste a la mezcla de prueba

Material	Ajuste por humedad
Cemento	326 kg/m ³
Aire	0 kg/m ³
Agua	198 kg/m ³
Grava	955 kg/m ³
Arena	815 kg/m ³
Total	2295 kg/m³

☼ Ajuste de agua de mezclado:

Cantidad en peso de los ingredientes:

Agua (añadida)	3.97 kg
Cemento	6.53 kg
Grava (humedad)	19.10 kg
Arena (humedad)	16.29 kg
Peso dosificado (W)	45.89 kg


Henry Rivaldenezra Obillos
Tec. Laboratorio USAT


Peso unitario del concreto fresco:

Peso de la muestra + peso del molde	23450
Peso del molde	10040
Volumen o Constante del molde	0.005
Peso unitario del concreto fresco	2530 kg/m³

Peso unitario del concreto fresco:

$$Y = 0.0181 \text{ m}^3$$

Contenido neto de agua de mezclado de la mezcla de prueba:

$$a'' = 4.10 \text{ kg}$$


USAT
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
TECNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELDOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Contenido neto de agua de mezclado requerido para un metro cúbico de concreto:

$$a'' = 226 \text{ kg/m}^3$$

Esta cantidad se debe restar en 2 kg por cada cm de defecto en el slump:

$$\text{Slump} = 7.5 \text{ cm} \quad \text{Disminuir} = -0.5 \text{ cm}$$

Cantidad total de agua de mezclado por metro cúbico:

$$a = 225 \text{ kg/m}^3 \quad *$$

☞ Ajuste de la cantidad de cemento

Cantidad de cemento por metro cúbico:

$$c = 358 \text{ kg/m}^3 \quad *$$

☞ Ajuste de la cantidad de grava

Cantidad de grava por metro cúbico:

Grava ₂	= 1053 kg/m ³	(húmeda)
Grava ₃	= 1036 kg/m ³	(seco)
Grava	= 1045 kg/m ³	(sss) *

☞ Ajuste de la cantidad de arena

Peso volumétrico del concreto	= 2530 kg
Peso del cemento	= 358 kg
Peso del agua	= 225 kg
Peso de la grava (sss)	= 1045 kg

Cantidad de arena : Arena = 901 kg (sss)

Cantidad de arena por metro cúbico:

$$\text{Arena} = 898 \text{ kg/m}^3 \quad *$$

Henry
Rivadeneira
Oblitas
Téc. Laboratorio
USAT
Universidad Católica
Cusco - Perú

☞ Dosificación del Diseño de Mezcla 175 kg/cm² - ICO

Pesos de la mezcla por metro cúbico de concreto:

Agua	= 225	l/m ³
Cemento	= 358	kg/m ³
Grava	= 1045	kg/m ³
Arena	= 898	kg/m ³



Anexo N° 25. Ensayo: Resistencia a la compresión del concreto patrón - ICO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

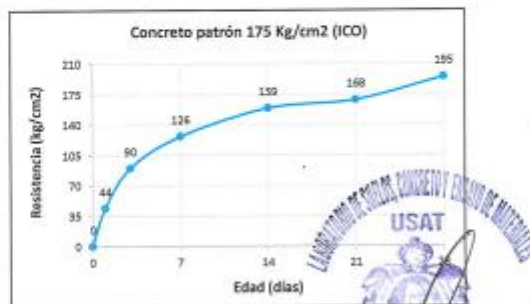


Tesista : Deybi Yhoseht Fuentes Segura
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil
 Tesis : Análisis de la influencia de la sábila deshidratada en polvo sobre la resistencia a la compresión del concreto $f_c=175 \text{ kg/cm}^2$ para la construcción de veredas
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
 Fecha de emisión : 21 de octubre de 2024
 Título : Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
 Norma : N.T.P. 339.034 - 2015 / ASTM C39 / NTC 673
 Cemento : Pacasmayo - Tipo ICO

MÉTODO DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Muestra N°	Identificación de Espcimen	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Diámetro (d) (cm)	Altura (h) (cm)	Carga (P) (Kgf)	f_c (Kg/cm ²)	$f_{c\text{promedio}}$ (Kg/cm ²)
1	Concreto patrón 175 Kg/cm ² (ICO)	09/05/2024	10/05/2024	1	10	20	3434.0	43.72	43.72
2	Concreto patrón 175 Kg/cm ² (ICO)	09/05/2024	12/05/2024	3	10	20	6647.0	84.63	90.01
3	Concreto patrón 175 Kg/cm ² (ICO)	09/05/2024	12/05/2024	3	10	20	7802.8	99.35	
4	Concreto patrón 175 Kg/cm ² (ICO)	09/05/2024	12/05/2024	3	10	20	6758.5	86.05	
5	Concreto patrón 175 Kg/cm ² (ICO)	09/05/2024	16/05/2024	7	15	30	22692.2	128.41	
6	Concreto patrón 175 Kg/cm ² (ICO)	09/05/2024	16/05/2024	7	15	30	22180.0	125.51	126.49
7	Concreto patrón 175 Kg/cm ² (ICO)	09/05/2024	16/05/2024	7	15	30	22185.3	125.54	
8	Concreto patrón 175 Kg/cm ² (ICO)	09/05/2024	23/05/2024	14	15	30	27956.2	158.20	158.89
9	Concreto patrón 175 Kg/cm ² (ICO)	09/05/2024	23/05/2024	14	15	30	27983.0	158.35	
10	Concreto patrón 175 Kg/cm ² (ICO)	09/05/2024	23/05/2024	14	15	30	28294.8	160.12	
11	Concreto patrón 175 Kg/cm ² (ICO)	09/05/2024	30/05/2024	21	15	30	29610.7	167.58	168.24
12	Concreto patrón 175 Kg/cm ² (ICO)	09/05/2024	30/05/2024	21	15	30	29856.4	168.95	
13	Concreto patrón 175 Kg/cm ² (ICO)	09/05/2024	30/05/2024	21	15	30	29725.1	168.21	
14	Concreto patrón 175 Kg/cm ² (ICO)	09/05/2024	06/06/2024	28	10	20	15624.1	198.93	194.58
15	Concreto patrón 175 Kg/cm ² (ICO)	09/05/2024	06/06/2024	28	10	20	15124.0	192.95	
16	Concreto patrón 175 Kg/cm ² (ICO)	09/05/2024	06/06/2024	28	10	20	15098.5	192.24	

Edad (Días)	f_c (Kg/cm ²)
0	0
1	44
3	90
7	126
14	159
21	168
28	195



Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

USAT
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TECNICO DE LABORATORIO

Anexo N° 26. Ensayo: Resistencia a la compresión (CP + 0.5% SDP) - ICO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

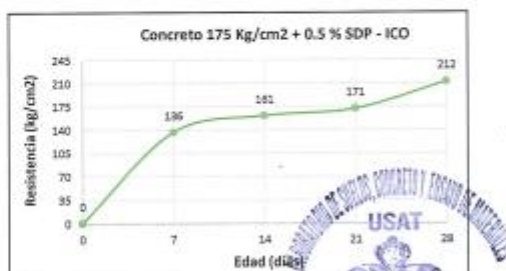


Tesista : Deybi Yhoseht Fuentes Segura
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil
Tesis : Análisis de la influencia de la síbala deshidratada en polvo sobre la resistencia a la compresión del concreto $f_c=175 \text{ kg/cm}^2$ para la construcción de veredas
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
Fecha de emisión : 21 de octubre de 2024
Título : Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
Norma : N.T.P. 339.034 - 2015 / ASTM C39 / NTC 673
Cemento : Pacamayá - Tipo ICO

MÉTODO DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Muestra N°	Identificación de Espcimen	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Diámetro (d) (cm)	Altura (h) (cm)	Carga (P) (Kgf)	f_c (Kg/cm ²)	$f_{c\text{promedio}}$ (Kg/cm ²)
1	Concreto 175 Kg/cm ² + Síbala deshidratada en polvo (0.5%)	13/05/2024	20/05/2024	7	15	30	22065.9	129.96	136.26
2	Concreto 175 Kg/cm ² + Síbala deshidratada en polvo (0.5%)	13/05/2024	20/05/2024	7	15	30	24594.8	139.18	
3	Concreto 175 Kg/cm ² + Síbala deshidratada en polvo (0.5%)	13/05/2024	20/05/2024	7	15	30	24677.6	139.65	
4	Concreto 175 Kg/cm ² + Síbala deshidratada en polvo (0.5%)	13/05/2024	27/05/2024	14	15	30	27944.8	158.14	160.95
5	Concreto 175 Kg/cm ² + Síbala deshidratada en polvo (0.5%)	13/05/2024	27/05/2024	14	15	30	28459.2	161.05	
6	Concreto 175 Kg/cm ² + Síbala deshidratada en polvo (0.5%)	13/05/2024	27/05/2024	14	15	30	28925.2	163.68	
7	Concreto 175 Kg/cm ² + Síbala deshidratada en polvo (0.5%)	13/05/2024	03/06/2024	21	15	30	30390.0	171.97	171.30
8	Concreto 175 Kg/cm ² + Síbala deshidratada en polvo (0.5%)	13/05/2024	03/06/2024	21	15	30	30124.6	170.47	
9	Concreto 175 Kg/cm ² + Síbala deshidratada en polvo (0.5%)	13/05/2024	03/06/2024	21	15	30	30298.0	171.45	
10	Concreto 175 Kg/cm ² + Síbala deshidratada en polvo (0.5%)	13/05/2024	10/06/2024	28	10	20	17356.8	220.99	212.05
11	Concreto 175 Kg/cm ² + Síbala deshidratada en polvo (0.5%)	13/05/2024	10/06/2024	28	10	20	16664.4	214.98	
12	Concreto 175 Kg/cm ² + Síbala deshidratada en polvo (0.5%)	13/05/2024	10/06/2024	28	10	20	15721.2	200.17	

Concreto 175 Kg/cm ² + 0.5 % SDP - ICO	
Edad (Días)	f_c (Kg/cm ²)
0	0
7	136
14	161
21	171
28	212



Henry Rivasdeleyra Obilias
Téc. Laboratorio USAT
USAT Universidad Católica del Perú - Lambayeque

TECNICO DE LABORATORIO

Anexo N° 27. Ensayo: Resistencia a la compresión (CP + 5% SDP) - ICO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

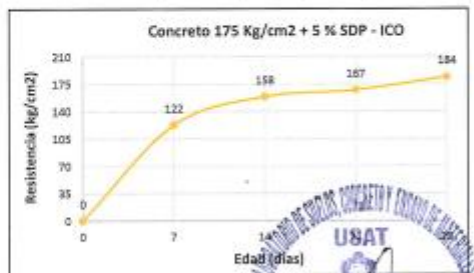


Tesista : Dayvi Yhoseht Fuentes Segura
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil
Tesis : Análisis de la influencia de la sábila deshidratada en polvo sobre la resistencia a la compresión del concreto $f_c=175$ kg/cm² para la construcción de veredas
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
Fecha de emisión : 21 de octubre de 2024
Título : Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
Norma : N.T.P. 339.034 - 2015 / ASTM C39 / NTC 673
Cemento : Pacasmayo - Tipo ICO

MÉTODO DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Muestra N°	Identificación de Espcimen	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Diámetro (d) (cm)	Altura (h) (cm)	Carga (P) (Kgf)	f_c (Kg/cm ²)	f_c promedio (Kg/cm ²)
1	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (5%)	14/05/2024	21/05/2024	7	15	30	21290.0	120.48	122.44
2	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (5%)	14/05/2024	21/05/2024	7	15	30	21920.0	124.04	
3	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (5%)	14/05/2024	21/05/2024	7	15	30	21702.0	122.81	
4	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (5%)	14/05/2024	28/05/2024	14	15	30	27945.6	158.14	158.34
5	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (5%)	14/05/2024	28/05/2024	14	15	30	28051.0	158.74	
6	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (5%)	14/05/2024	28/05/2024	14	15	30	27948.9	158.18	
7	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (5%)	14/05/2024	04/06/2024	21	15	30	28416.5	166.48	166.67
8	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (5%)	14/05/2024	04/06/2024	21	15	30	29446.2	166.83	
9	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (5%)	14/05/2024	04/06/2024	21	15	30	28498.5	166.93	
10	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (5%)	14/05/2024	11/06/2024	28	10	20	14040.6	178.77	183.53
11	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (5%)	14/05/2024	11/06/2024	28	10	20	14236.4	181.26	
12	Concreto 175 Kg/cm ² + Sábila deshidratada en polvo (5%)	14/05/2024	11/06/2024	28	10	20	14966.9	190.56	

Edad (Días)	f_c (Kg/cm ²)
0	0
7	122
14	158
21	167
28	184



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Henry Rivadeneira Obitias
 Tec. Laboratorio USAT
 USAT
 Universidad Católica Santa Teresita de Mogrovejo

Anexo N° 28. Ensayo: Resistencia a la compresión (CP + 10% SDP) - ICO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MUGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

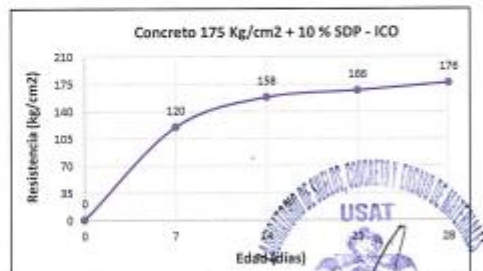


Tesista : Deybi Yhoseit Fuentes Segura
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil
Tesis : Análisis de la influencia de la síbila deshidratada en polvo sobre la resistencia a la compresión del concreto $f_c=175 \text{ kg/cm}^2$ para la construcción de veredas
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
Fecha de emisión : 21 de octubre de 2024
Título : Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
Norma : N.T.P. 399.034 - 2015 / ASTM C39 / NTC 673
Cemento : Pacasmayo - Tipo IC0

MÉTODO DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Muestra N°	Identificación de Espcimen	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Diámetro (d) (cm)	Altura (h) (cm)	Carga (P) (Kgf)	f_c (Kg/cm ²)	$f_{c\text{promedio}}$ (Kg/cm ²)
1	Concreto 175 Kg/cm ² + Síbila deshidratada en polvo (10%)	15/05/2024	22/05/2024	7	15	30	21293.2	120.49	119.71
2	Concreto 175 Kg/cm ² + Síbila deshidratada en polvo (10%)	15/05/2024	22/05/2024	7	15	30	21045.0	119.09	
3	Concreto 175 Kg/cm ² + Síbila deshidratada en polvo (10%)	15/05/2024	22/05/2024	7	15	30	21125.8	119.55	
4	Concreto 175 Kg/cm ² + Síbila deshidratada en polvo (10%)	15/05/2024	29/05/2024	14	15	30	27889.5	157.82	157.66
5	Concreto 175 Kg/cm ² + Síbila deshidratada en polvo (10%)	15/05/2024	29/05/2024	14	15	30	27842.9	157.56	
6	Concreto 175 Kg/cm ² + Síbila deshidratada en polvo (10%)	15/05/2024	29/05/2024	14	15	30	27849.0	157.59	
7	Concreto 175 Kg/cm ² + Síbila deshidratada en polvo (10%)	15/05/2024	05/06/2024	21	15	30	29396.2	166.38	166.35
8	Concreto 175 Kg/cm ² + Síbila deshidratada en polvo (10%)	15/05/2024	05/06/2024	21	15	30	29389.9	166.31	
9	Concreto 175 Kg/cm ² + Síbila deshidratada en polvo (10%)	15/05/2024	05/06/2024	21	15	30	29399.0	166.36	
10	Concreto 175 Kg/cm ² + Síbila deshidratada en polvo (10%)	15/05/2024	12/06/2024	28	15	30	31317.6	177.22	176.02
11	Concreto 175 Kg/cm ² + Síbila deshidratada en polvo (10%)	15/05/2024	12/06/2024	28	15	30	31029.0	175.59	
12	Concreto 175 Kg/cm ² + Síbila deshidratada en polvo (10%)	15/05/2024	12/06/2024	28	15	30	30971.3	175.26	

Concreto 175 Kg/cm ² + 10% SDP - ICO	
Edad (Días)	f_c (Kg/cm ²)
0	0
7	120
14	158
21	166
28	176



USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Henry Rivasdeygra Obilias
 Tec. Laboratorio USAT

Anexo N° 29. Ensayo: Resistencia a la flexión del concreto patrón - ICO



LINVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



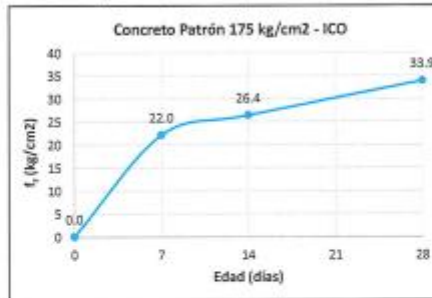
Tesista : Daybi Yhoseit Fuentes Segura
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Análisis de la influencia de la síbilla deshidratada en polvo sobre la resistencia a la compresión del concreto $f_c=175 \text{ kg/cm}^2$ para la construcción de veredas
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, 14 de junio de 2024
Ensayo : Método de ensayo de resistencia a la flexión del concreto
Referencia : N.T.P. 399.613 - 2017 / ASTM C 293
Cemento : Pacasmayo - Tipo ICO

MÉTODO DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

$$f_r = \frac{P \cdot L}{b \cdot d^2}$$

Muestra N°	Identificación	Días	Ancho de la viga (b) (mm)	Altura de la viga (d) (mm)	Luz entre apoyos (L) (mm)	Carga (P) (N)	f_r (MPa)	f_r (Kg/cm ²)	f_r promedio (Kg/cm ²)
1	Concreto patrón 175 Kg/cm ²	7	150	150	475	48353.49	2.166	22.09	22.05
2	Concreto patrón 175 Kg/cm ²	7	150	150	475	48167.10	2.158	22.00	
3	Concreto patrón 175 Kg/cm ²	14	150	150	475	57672.99	2.584	26.35	26.39
4	Concreto patrón 175 Kg/cm ²	14	150	150	475	57879.00	2.593	26.44	
5	Concreto patrón 175 Kg/cm ²	28	150	150	475	73879.11	3.310	33.75	33.87
6	Concreto patrón 175 Kg/cm ²	28	150	150	475	74418.66	3.334	34.00	

Edad (Días)	f_r (Kg/cm ²)
0	0.0
7	22.0
14	26.4
28	33.9



Henry Rivasdeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Anexo N° 30. Ensayo: Resistencia a la flexión (CP + 0.5% SDP) - ICO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



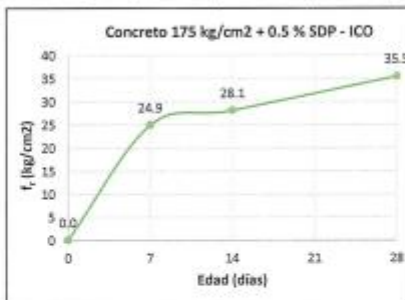
Tesista : Deybi Yhoseht Fuentes Segura
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Análisis de la influencia de la sábila deshidratada en polvo sobre la resistencia a la compresión del concreto $f_c=175 \text{ kg/cm}^2$ para la construcción de veredas
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, 14 de junio de 2024
Ensayo : Método de ensayo de resistencia a la flexión del concreto
Referencia : N.T.P. 399.613 - 2017 / ASTM C 293
Cemento : Pacasmayo - Tipo ICO

MÉTODO DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

$$f_r = [(P \cdot L) / (m \cdot b \cdot d^2)]$$

Muestra N°	Identificación	Días	Ancho de la viga (b) (mm)	Altura de la viga (d) (mm)	Luz entre apoyos (L) (mm)	Carga (P) (N)	f_r (MPa)	f_r (Kg/cm ²)	$f_{r \text{ promedio}}$ (Kg/cm ²)
1	Concreto 175 Kg/cm ² + 0.5 % SDP - ICO	7	150	150	475	54523.98	2.443	24.91	24.93
2	Concreto 175 Kg/cm ² + 0.5 % SDP - ICO	7	150	150	475	54822.08	2.447	24.95	
3	Concreto 175 Kg/cm ² + 0.5 % SDP - ICO	14	150	150	475	61586.99	2.759	28.14	28.09
4	Concreto 175 Kg/cm ² + 0.5 % SDP - ICO	14	150	150	475	61380.98	2.750	28.05	
5	Concreto 175 Kg/cm ² + 0.5 % SDP - ICO	28	150	150	475	77675.58	3.480	35.48	35.47
6	Concreto 175 Kg/cm ² + 0.5 % SDP - ICO	28	150	150	475	77606.91	3.477	35.45	

Concreto 175 kg/cm ² + 0.5 % SDP - ICO	
Edad (Días)	f_r (Kg/cm ²)
0	0.0
7	24.9
14	28.1
28	35.5



Henry Rivadeneira Obilias
 Tec. Laboratorio USAT



Anexo N° 31. Ensayo: Resistencia a la flexión (CP + 5% SDP) - ICO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



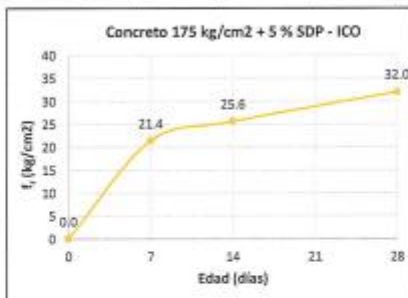
Tesista : Deybi Yhoseht Fuentes Segura
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Análisis de la Influencia de la sabbila deshidratada en polvo sobre la resistencia a la compresión del concreto $f_c=175 \text{ kg/cm}^2$ para la construcción de veredas
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, 14 de junio de 2024
Ensayo : Método de ensayo de resistencia a la flexión del concreto
Referencia : N.T.P. 399.613 - 2017 / ASTM C 293
Cemento : Pacasmayo - Tipo ICO

MÉTODO DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

$$f_r = \frac{3PL}{2bd^2}$$

Muestra N°	Identificación	Días	Ancho de la viga (b) (mm)	Altura de la viga (d) (mm)	Luz entre apoyos (L) (mm)	Carga (P) (N)	f_r (MPa)	f_r (Kg/cm ²)	f_r promedio (Kg/cm ²)
1	Concreto 175 Kg/cm ² + 5 % SDP - MS	7	150	150	475	46636.74	2.089	21.30	21.39
2	Concreto 175 Kg/cm ² + 5 % SDP - MS	7	150	150	475	47009.52	2.108	21.48	
3	Concreto 175 Kg/cm ² + 5 % SDP - MS	14	150	150	475	56211.30	2.518	25.68	25.60
4	Concreto 175 Kg/cm ² + 5 % SDP - MS	14	150	150	475	55987.95	2.503	25.52	
5	Concreto 175 Kg/cm ² + 5 % SDP - MS	28	150	150	475	69915.87	3.132	31.94	32.01
6	Concreto 175 Kg/cm ² + 5 % SDP - MS	28	150	150	475	70259.60	3.147	32.09	

Edad (Días)	f_r (Kg/cm ²)
0	0.0
7	21.4
14	25.6
28	32.0



Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

USAT
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Anexo N° 32. Ensayo: Resistencia a la flexión (CP + 10% SDP) - ICO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



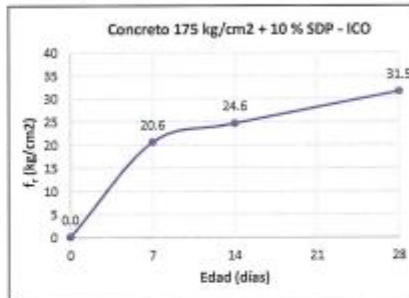
Tesista : Deybi Yhoseht Fuentes Segura
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Análisis de la influencia de la síbila deshidratada en polvo sobre la resistencia a la compresión del concreto $f_c=175 \text{ kg/cm}^2$ para la construcción de veredas
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, 14 de junio de 2024
Ensayo : Método de ensayo de resistencia a la flexión del concreto
Referencia : N.T.P. 399.813 - 2017 / ASTM C 293
Cemento : Pacasmayo - Tipo ICO

MÉTODO DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

$$f_r = \frac{[P(L)]}{(b \cdot d^2)}$$

Muestra N°	Identificación	Días	Ancho de la viga (b) (mm)	Altura de la viga (d) (mm)	Luz entre apoyos (L) (mm)	Carga (P) (N)	f_r (MPa)	f_r (Kg/cm ²)	$f_{r \text{ promedio}}$ (Kg/cm ²)
1	Concreto 175 Kg/cm ² + 10 % SDP - MS	7	150	150	475	44870.94	2.010	20.50	20.56
2	Concreto 175 Kg/cm ² + 10 % SDP - MS	7	150	150	475	45126.00	2.022	20.61	
3	Concreto 175 Kg/cm ² + 10 % SDP - MS	14	150	150	475	53641.08	2.403	24.50	24.58
4	Concreto 175 Kg/cm ² + 10 % SDP - MS	14	150	150	475	53855.00	2.417	24.65	
5	Concreto 175 Kg/cm ² + 10 % SDP - MS	28	150	150	475	69003.54	3.091	31.52	31.49
6	Concreto 175 Kg/cm ² + 10 % SDP - MS	28	150	150	475	68856.39	3.085	31.48	

Edad (Días)	f_r (Kg/cm ²)
0	0.0
7	20.6
14	24.6
28	31.5



Henry Rivadeneira Obilias
 Tec. Laboratorio USAT



Anexo N° 33. Ensayo: Resistencia a la tracción indirecta del concreto patrón - ICO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



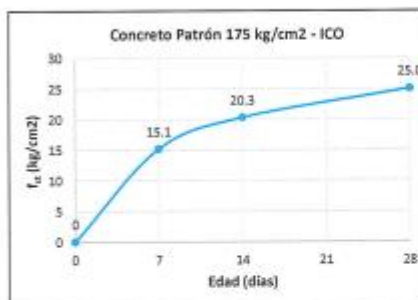
Tesista : Deybi Yhoseht Fuentes Segura
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil
Tesis : Análisis de la influencia de la síbila deshidratada en polvo sobre la resistencia a la compresión del concreto f_c=175 kg/cm² para la construcción de veredas
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque
Fecha de emisión : 21 de octubre de 2024
Ensayo : Método de ensayo de resistencia a la tracción indirecta del concreto
Referencia : NTC 722 (ASTM 496)
Cemento : Pacasmayo - Tipo ICO

MÉTODO DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA

$f_{ct} = [2 \cdot P] / (m \cdot d \cdot h)$

Muestra N°	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	Diámetro (d) (mm)	Altura (h) (mm)	Carga (P) (N)	f _{ct} (Kg/cm ²)	f _{ct promedio} (Kg/cm ²)
1	Concreto patrón 175 Kg/cm ²	04/06/2024	11/06/2024	7	150	300	108000	15.580	15.13
2	Concreto patrón 175 Kg/cm ²	04/06/2024	11/06/2024	7	150	300	101700	14.871	
3	Concreto patrón 175 Kg/cm ²	04/06/2024	18/06/2024	14	150	300	139173	20.077	20.28
4	Concreto patrón 175 Kg/cm ²	04/06/2024	18/06/2024	14	150	300	141947	20.477	
5	Concreto patrón 175 Kg/cm ²	04/06/2024	02/07/2024	28	150	300	178300	25.433	25.01
6	Concreto patrón 175 Kg/cm ²	04/06/2024	02/07/2024	28	150	300	170600	24.598	

Edad (Días)	f _{ct} (Kg/cm ²)
0	0
7	15.1
14	20.3
28	25.0



[Handwritten signature]
 Henry Rivas Segura
 Obitoral
 Laboratorio USAT

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Anexo N° 34. Ensayo: Resistencia a la tracción indirecta (CP + 0.5% SDP) - ICO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



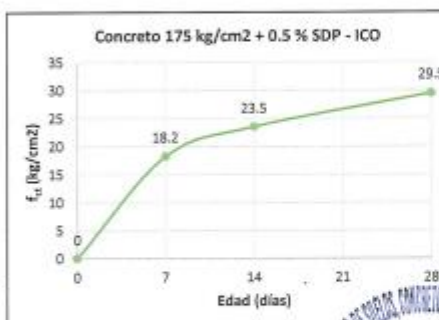
Tesista : Deybi Yhoseht Fuentes Segura
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil
 Tesis : Análisis de la influencia de la sábila deshidratada en polvo sobre la resistencia a la compresión del concreto $f_c=175 \text{ kg/cm}^2$ para la construcción de varedas
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque
 Fecha de emisión : 21 de octubre de 2024
 Ensayo : Método de ensayo de resistencia a la tracción indirecta del concreto
 Referencia : NTC 722 (ASTM 496)
 Cemento : Pacasamayo - Tipo ICO

MÉTODO DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA

$$f_{ct} = [2 \cdot P] / (\pi \cdot d^2 \cdot h)$$

Muestra N°	Identificación	Días	Diámetro (d) (mm)	Altura (h) (mm)	Carga (P) (N)	f_{ct} (Kg/cm ²)	f_{ct} promedio (Kg/cm ²)
1	Concreto 175 Kg/cm ² + 0.5 % SDP - ICO	7	150	300	126450	18.242	18.25
2	Concreto 175 Kg/cm ² + 0.5 % SDP - ICO	7	150	300	128520	18.252	
3	Concreto 175 Kg/cm ² + 0.5 % SDP - ICO	21	150	300	162835	23.491	23.49
4	Concreto 175 Kg/cm ² + 0.5 % SDP - ICO	21	150	300	162798	23.485	
5	Concreto 175 Kg/cm ² + 0.5 % SDP - ICO	28	150	300	204160	29.452	29.47
6	Concreto 175 Kg/cm ² + 0.5 % SDP - ICO	28	150	300	204370	29.483	

Concreto 175 kg/cm ² + 0.5 % SDP - ICO	
Edad (Días)	f_{ct} (Kg/cm ²)
0	0
7	18.2
14	23.5
28	29.5



Henry Riudénerya Obilias
 Tec. Laboratorio USAT

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Anexo N° 35. Ensayo: Resistencia a la tracción indirecta (CP + 5% SDP) - ICO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MÓGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



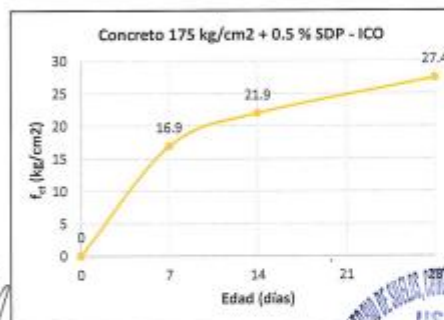
Tesista : Deybi Yhoseht Fuentes Segura
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil
Tesis : Análisis de la influencia de la síbila deshidratada en polvo sobre la resistencia a la compresión del concreto $f_c=175 \text{ kg/cm}^2$ para la construcción de veredas
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque
Fecha de emisión : 21 de octubre de 2024
Ensayo : Método de ensayo de resistencia a la tracción indirecta del concreto
Referencia : NTC 722 (ASTM 496)
Cemento : Pacasmayo - Tipo ICO

MÉTODO DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA

$$f_{ct} = [(2 \cdot P) / (\pi \cdot d^2 \cdot h)]$$

Muestra N°	Identificación	Días	Diámetro (d) (mm)	Altura (h) (mm)	Carga (P) (N)	f_{ct} (Kg/cm ²)	$f_{ct \text{ promedio}}$ (Kg/cm ²)
1	Concreto 175 Kg/cm ² + 5 % SDP - ICO	7	150	300	117160	16.902	16.87
2	Concreto 175 Kg/cm ² + 5 % SDP - ICO	7	150	300	116720	16.838	
3	Concreto 175 Kg/cm ² + 5 % SDP - ICO	21	150	300	151586	21.868	21.93
4	Concreto 175 Kg/cm ² + 5 % SDP - ICO	21	150	300	152464	21.995	
5	Concreto 175 Kg/cm ² + 5 % SDP - ICO	28	150	300	189900	27.395	27.39
6	Concreto 175 Kg/cm ² + 5 % SDP - ICO	28	150	300	189800	27.381	

Concreto 175 kg/cm ² + 5 % SDP - ICO	
Edad (Días)	f_{ct} (Kg/cm ²)
0	0
7	16.9
14	21.9
28	27.4



Henry Rivasdeneyra Oblitas
 Téc. Laboratorio USAT

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MÓGROVEJO
 USAT
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TÉCNICO DE LABORATORIO

Anexo N° 36. Ensayo: Resistencia a la tracción indirecta (CP + 10% SDP) - ICO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



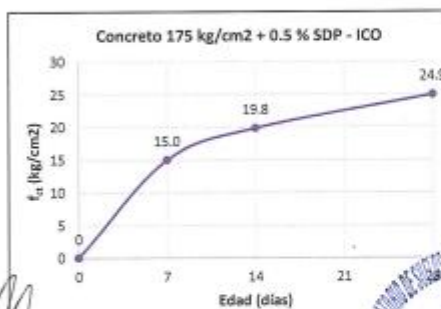
Tesista : Dayvi Yhoseht Fuentes Segura
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil
Tesis : Análisis de la influencia de la síbila deshidratada en polvo sobre la resistencia a la compresión del concreto $f_{c1}=175 \text{ kg/cm}^2$ para la construcción de veredas
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque
Fecha de emisión : 21 de octubre de 2024
Ensayo : Método de ensayo de resistencia a la tracción indirecta del concreto
Referencia : NTC 722 (ASTM 498)
Cemento : Pacasmayo - Tipo ICO

MÉTODO DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA

$$f_{ct} = \{ (2 \cdot P) / (\pi \cdot d^2 \cdot h) \}$$

Muestra N°	Identificación	Días	Diámetro (d) (mm)	Altura (h) (mm)	Carga (P) (N)	f_{ct} (Kg/cm ²)	f_{ct} promedio (Kg/cm ²)
1	Concreto 175 Kg/cm ² + 10 % SDP - ICO	7	150	300	103680	14.957	14.96
2	Concreto 175 Kg/cm ² + 10 % SDP - ICO	7	150	300	103740	14.966	
3	Concreto 175 Kg/cm ² + 10 % SDP - ICO	21	150	300	137332	19.812	19.80
4	Concreto 175 Kg/cm ² + 10 % SDP - ICO	21	150	300	137176	19.789	
5	Concreto 175 Kg/cm ² + 10 % SDP - ICO	28	150	300	172650	24.907	24.92
6	Concreto 175 Kg/cm ² + 10 % SDP - ICO	28	150	300	172800	24.928	

Edad (Días)	f_{ct} (Kg/cm ²)
0	0
7	15.0
14	19.8
28	24.9



Dayvi Yhoseht Fuentes Segura
 Dayvi Yhoseht Fuentes Segura
 Ingeniera Civilista
 Tec. Laboratorio USAT

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 USAT
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO

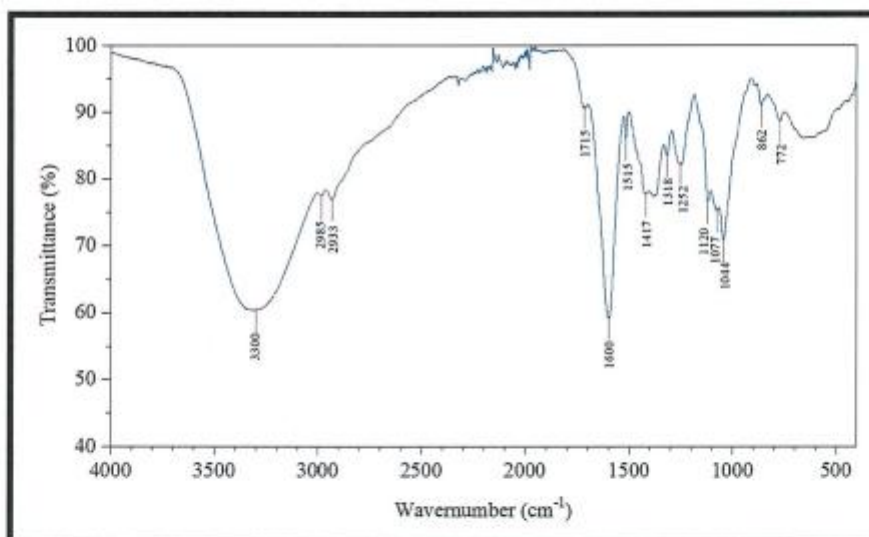
Anexo N° 37. Espectroscopía infrarroja por Transformada de Fourier (FTIR)

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



Tesista : Deybi Yhoseht Fuentes Segura
Escuela : Ingeniería Civil
Tesis : Análisis de la influencia de la sábila deshidratada en polvo sobre la resistencia a la compresión del concreto $f_c=175 \text{ kg/cm}^2$ para la construcción de veredas
Lugar : Chiclayo - Lambayeque - Perú
Fecha de emisión : 21/10/2024

Espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier (FTIR)
de la Sábila Deshidratada en Polvo (DSP)





 Henry Rivasnegra Obillos
 Ing. Laboratorio USAT

 DIRECTOR DE LABORATORIO

Anexo N° 38. Ensayo: Cambio de longitud del concreto patrón - ICO



INFORME DE ENSAYO N° 2062

Expediente N° : 1939 - 2024 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Solicitante : Deybi Yhoseit Fuentes Segura
 Atención : Laboratorio de mecánica de suelos (USAT)
 Tesis : Análisis de la influencia de la síbala deshidratada en polvo sobre la resistencia a la compresión del concreto $f_c=175$ kg/cm² para la construcción de veredas
 Lugar : Distrito Chiclayo, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 19 de Octubre del 2024

Código : ASTM C 157
 Título : Método de prueba estándar para cambio de longitud de referir y ensayo de cemento hidráulico endurecido

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA Concreto Experimental $f_c=175$ kg/cm² (PATRÓN) - Cemento Tipo ICO

TIEMPO DE LECTURA	BARRA 1	BARRA 2	BARRA3
Semana 0	3.473	3.474	3.476
Semana 1	3.488	3.489	3.490
Semana 2	3.500	3.501	3.502
Semana 3	3.512	3.514	3.515
Semana 4	3.523	3.524	3.525
Semana 8	3.550	3.552	3.553
Semana 13	3.579	3.580	3.581

Expansión Acumulada	Expansión Unitaria
0.0000 %	0.000 %
0.0264 %	0.008 %
0.0698 %	0.011 %
0.1228 %	0.016 %
0.1900 %	0.020 %
0.2988 %	0.031 %
0.4438 %	0.042 %



Desviación Estándar	0.03379	0.03386	0.03386
---------------------	---------	---------	---------



Germán Oscar Gastelo Chirinos
 TECN. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Henry Roldan Reyna Obitas
 USAT

Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Oficina y Laboratorio: Francisco Cabrería N° 126 - Chiclayo - Lambayeque T: (074) 516906 C: 964 423 859
 Oficina Chiclayo: Altonso Ugarte N° 696 Int. 201 - Chiclayo C: 924 387 254 - 963 847 718
 Oficina Ica: Mz 15 Lot. 15 Urb. Juan Manuel Meza - Vista Alegre - Nasca - Ica T: (056) 402821 C: 959 669 889
 amazing.sac.ic@gmail.com

Anexo N° 39. Ensayo: Cambio de longitud del concreto (CP + 0.5% SDP) - ICO



INFORME DE ENSAYO N° 2062

Expediente N° : 1939 - 2024 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Solicitante : Deybi Yoseht Fuentes Segura
 Atención : Laboratorio de mecánica de suelos (USAT)
 Tesis : Análisis de la influencia de la síbala deshidratada en polvo sobre la resistencia a la compresión del concreto $f_c=175$ kg/cm^2 para la construcción de veredas
 Lugar : Distrito Chiclayo, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 19 de Octubre del 2024

Código : ASTM C 187
 Título : Método de prueba estándar para cambio de longitud de mortero y concreto de cemento hidráulico endurecido

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA

Concreto Experimental $f_c=175$ kg/cm^2 + 0,5 % SDP - Cemento Tipo ICO

TIEMPO DE LECTURA	BARRA 1	BARRA 2	BARRA3
Semana 0	3.474	3.472	3.475
Semana 1	3.484	3.485	3.488
Semana 2	3.498	3.500	3.501
Semana 3	3.510	3.511	3.511
Semana 4	3.521	3.522	3.523
Semana 8	3.543	3.544	3.545
Semana 13	3.571	3.573	3.574

Expansión Acumulada	Expansión Unitaria
0.0000 %	0.000 %
0.0264 %	0.005 %
0.0588 %	0.010 %
0.1228 %	0.015 %
0.1900 %	0.019 %
0.2988 %	0.028 %
0.4436 %	0.040 %



Desviación Estándar	0.03163	0.03180	0.03188
---------------------	---------	---------	---------



Gerson Oscar Gestelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Henry Rivasdeneyra Obiñas
 Tec. Laboratorio USAT

Juan Carlos Firme Ojeda Ayala
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Oficina y Laboratorio: Francisco Cabrera N° 1201 Chiclayo – Lambayeque T: (074) 516906 C: 964 423 859
 Oficina Chiclayo: Alfonso Ugarte N° 696 Int. 201 - Chiclayo C: 924 387 254 - 963 847 718
 Oficina Ica: Mz 15 Lot. 15 Urb. Juan Manuel Meza - Vista Alegre - Nasca - Ica T: (056) 402821 C: 959 669 889
 amazing.sac.ic@gmail.com

Anexo N° 40. Ensayo: Cambio de longitud del concreto (CP + 5% SDP) - ICO



INFORME DE ENSAYO N° 2062

Expediente N° : 1939 - 2024 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Solicitante : Deybi Yhoseft Fuentes Segura
 Atención : Laboratorio de mecánica de suelos (USAT)
 Tesis : Análisis de la influencia de la sílice deshidratada en polvo sobre la resistencia a la compresión del concreto $f_c=175$ kg/cm² para la construcción de veredas
 Lugar : Distrito Chiclayo, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 19 de Octubre del 2024

Código : ASTM C 157
 Título : Método de prueba estándar para cambio de longitud de mortero y concreto de cemento hidráulico endurecido

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA

Concreto Experimental $f_c=175$ kg/cm² + 5 % SDP - Cemento Tipo ICO

TIEMPO DE LECTURA	BARRA 1	BARRA 2	BARRAS
Semana 0	3.487	3.489	3.490
Semana 1	3.506	3.508	3.509
Semana 2	3.521	3.522	3.524
Semana 3	3.529	3.530	3.531
Semana 4	3.540	3.541	3.542
Semana 8	3.573	3.574	3.575
Semana 13	3.601	3.602	3.603

Expansión Acumulada	Expansión Unitaria
0.0000 %	0.000 %
0.0264 %	0.008 %
0.0696 %	0.013 %
0.1228 %	0.017 %
0.1900 %	0.021 %
0.2988 %	0.034 %
0.4436 %	0.045 %



Desviación Estándar	0.03849	0.03527	0.03614
---------------------	---------	---------	---------



Gerson Oscar Gasca Cárdenas
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Henry Rivadeneira Oblitas
 USAT
 Tac. Laboratorio USAT

Juan Carlos Pizarro Cjeda Agesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIR. 123351
 USAT
 TECNICO DE LABORATORIO

Oficina y Laboratorio: Francisco Cabrera N° 1201 Chiclayo - Lambayeque T: (074) 516906 C: 964 423 859
 Oficina Chiclayo: Alfonso Ugarte N° 696 Int. 201 - Chiclayo C: 924 387 254 - 963 847 718
 Oficina Ica: Mr 15 Lot. 15 Urb. Juan Manuel Meza - Vista Alegre - Nasca - Ica T: (056) 402821 C: 959 669 889
 amazing.sac.ic@gmail.com

Anexo N° 41. Ensayo: Cambio de longitud del concreto (CP + 10% SDP) - ICO



INFORME DE ENSAYO N° 2062

Expediente N° : 1939 - 2024 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Solicitante : Deybi Yhoseit Fuentes Segura
 Atención : Laboratorio de mecánica de suelos (USAT)
 Tests : Análisis de la influencia de la sábita deshidratada en polvo sobre la resistencia a la compresión del concreto $f_c=175$ kg/cm² para la construcción de varillas
 Lugar : Distrito Chiclayo, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 19 de Octubre del 2024

Código : ASTM C 137
 Título : Método de prueba estándar para cambio de longitud de mortero y concreto de cemento hidráulico endurecido

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA

Concreto Experimental $f_c=175$ kg/cm² + 10 % SDP -
 Cemento Tipo ICO

TIEMPO DE LECTURA	BARRA 1	BARRA 2	BARRAS
Semana 0	3.496	3.497	3.488
Semana 1	3.518	3.519	3.520
Semana 2	3.532	3.533	3.534
Semana 3	3.540	3.541	3.543
Semana 4	3.552	3.553	3.554
Semana 8	3.586	3.588	3.589
Semana 13	3.616	3.618	3.619

Expansión Acumulada	Expansión Unitaria
0.0000 %	0.000 %
0.0264 %	0.009 %
0.0696 %	0.014 %
0.1228 %	0.018 %
0.1900 %	0.022 %
0.2988 %	0.036 %
0.4436 %	0.048 %

Desviación Estandar	0.03663	0.03730	0.03721
---------------------	---------	---------	---------



Signature
 Gerardo César Gastelo Chirinos
 INGENIERO DE ENGENO DE MATERIALES

Henry Rivasneira Obitos
 USAT



Signature
 Juan Carlos Firme Ojeda Aguiar
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIR. 123351

USAT
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y TIPOLOGIA DE MATERIALES

Anexo N° 42. Ensayo: Cambio de longitud del concreto patrón - MS



INFORME DE ENSAYO N° 2062

Expediente N° : 1936 - 2024 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Solicitante : Dayvi Yhoseht Fuentes Segura
 Atención : Laboratorio de mecánica de suelos (USAT)
 Tesis : Análisis de la influencia de la síbala deshidratada en polvo sobre la resistencia a la compresión del concreto $f_c=175$ kg/cm² para la construcción de veredas
 Lugar : Distrito Chiclayo, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 19 de Octubre del 2024

Código : ARHC 157
 Título : Método de prueba estándar para cambio de longitud de varillas y alambres de cemento hidráulico endurecido

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA

Concreto Experimental $f_c=175$ kg/cm² (PATRÓN) - Cemento Tipo MS

TIEMPO DE LECTURA	BARRA 1	BARRA 2	BARRA3
Semana 0	3.432	3.435	3.435
Semana 1	3.447	3.448	3.449
Semana 2	3.458	3.458	3.459
Semana 3	3.464	3.465	3.467
Semana 4	3.471	3.475	3.477
Semana 8	3.492	3.497	3.499
Semana 13	3.517	3.519	3.520

Expansión Acumulada	Expansión Unitaria
0.0000 %	0.000 %
0.0268 %	0.008 %
0.0844 %	0.008 %
0.1136 %	0.013 %
0.1716 %	0.018 %
0.2804 %	0.026 %
0.3772 %	0.034 %

Desviación Estándar	0.02562	0.02651	0.02658
---------------------	---------	---------	---------



[Signature]
 Gerardo Oscar Castedo Cortina
 INGENIERO DE ENSAYO DE MATERIALES



[Signature]
 Juan Carlos Forno Ojeda Ajusta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351



Anexo N° 43. Ensayo: Cambio de longitud del concreto (CP + 0.5% SDP) - MS



INFORME DE ENSAYO N° 2062

Expediente N° : 1939 - 2024 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Solicitante : Deybi Yhoseft Fuentes Segura
 Atención : Laboratorio de mecánica de suelos (USAT)
 Tesis : Análisis de la influencia de la síbala deshidratada en polvo sobre la resistencia a la compresión del concreto $f_c=175$ kg/cm² para la construcción de veredas
 Lugar : Distrito Chiclayo, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 19 de Octubre del 2024

Código : ASTM C 157
 Título : Método de prueba estándar para cambio de longitud de mortero y concreto de cemento hidrofóbico endurecido

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA

Concreto Experimental $f_c=175$ kg/cm² + 0.5 % SDP - Cemento Tipo MS

TIEMPO DE LECTURA	BARRA 1	BARRA 2	BARRA 3
Semana 0	3.432	3.433	3.434
Semana 1	3.442	3.444	3.445
Semana 2	3.451	3.453	3.454
Semana 3	3.459	3.461	3.463
Semana 4	3.467	3.468	3.469
Semana 8	3.490	3.482	3.493
Semana 13	3.512	3.513	3.515

Expansión Acumulada	Expansión Unitaria
0.0000 %	0.000 %
0.0268 %	0.004 %
0.0644 %	0.008 %
0.1136 %	0.011 %
0.1718 %	0.014 %
0.2604 %	0.023 %
0.3772 %	0.032 %

Desviación Estándar	0.02623	0.02593	0.02617
---------------------	---------	---------	---------

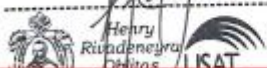


Germán César Castro Chirinos
 TECNICO EN SERVICIOS GENERALES



Juan Carlos Fierro Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

USAT
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y FUNDACIONES



Ciudad y sede social: Francisco Cabrera N° 1201 Chiclayo – Lambayeque T: (074) 516906 C: 964 423 859
 Oficina Chiclayo: Alfonso Ugarte N° 696 Int. 201 - Chiclayo C: 924 387 254 - 963 847 718
 Oficina Ica: Mz 15 Lot. 15 Urb. Juan Manuel Meza - Vista Alegre - Nasca - Ica T: (056) 402821 C: 959 669 889
 amazng.sac.ic@gmail.com

Anexo N° 44. Ensayo: Cambio de longitud del concreto (CP + 5% SDP) - MS



INFORME DE ENSAYO N° 2062

Expediente N° : 1938 - 2024 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Solicitante : Dayvi Yhoseht Fuentes Segura
 Atención : Laboratorio de mecánica de suelos (USAT)
 Tesis : Análisis de la influencia de la sílica deshidratada en polvo sobre la resistencia a la compresión del concreto f'c=175 kg/cm² para la construcción de veredas
 Lugar : Distrito Chiclayo, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 19 de Octubre del 2024

Código : ASTM C 191
 Título : Método de prueba estándar para cambio de longitud de mermas y concretos de cemento hidráulico endurecido

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA Concreto Experimental f'c=175 kg/cm² + 5 % SDP - Cemento Tipo MS

TIEMPO DE LECTURA	BARRA 1	BARRA 2	BARRAS
Semana 0	3.432	3.436	3.435
Semana 1	3.451	3.452	3.454
Semana 2	3.459	3.461	3.462
Semana 3	3.469	3.470	3.472
Semana 4	3.478	3.479	3.482
Semana 8	3.499	3.501	3.502
Semana 13	3.528	3.528	3.530

Expansión Acumulada	Expansión Unitaria
0.0000 %	0.000 %
0.0268 %	0.007 %
0.0644 %	0.011 %
0.1136 %	0.014 %
0.1716 %	0.018 %
0.2804 %	0.027 %
0.3772 %	0.037 %



Desviación Estándar	0.02787	0.02818	0.02818
---------------------	---------	---------	---------



[Signature]
 Gerente Oscar Castillo Córdova
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE MATERIALES



[Signature]
 Juan Carlos Forno Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351



Oficina: Laboratorio Francisco Cabrera N° 1201 Chiclayo - Lambayeque T: (074) 516906 C: 914 423 859
 Oficina: Chiclayo Alfonso Ugarte N° 696 Int. 201 - Chiclayo C: 924 387 254 - 963 847 718
 Oficina: Ica Mz 15 Lot. 15 Urb. Juan Manuel Meza - Vista Alegre - Nasca - Ica T: (056) 402821 C: 959 669 889
 amazingsoc.lc@gmail.com

Anexo N° 45. Ensayo: Cambio de longitud del concreto (CP + 10% SDP) - MS



INFORME DE ENSAYO N° 2062

Expediente N° : 1939 - 2024 L.E.M. AMAZING S.A.C
 Solicitante : Deybi Yhoseff Fuentes Segura
 Atención : Laboratorio de mecánica de suelos (USAT)
 Tesis : Análisis de la influencia de la síbila deshidratada en polvo sobre la resistencia a la compresión del concreto $f_c=175$ kg/cm² para la construcción de veredas
 Lugar : Distrito Chiclayo, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 19 de Octubre del 2024

Código : ASTM C 157
 Título : Método de prueba estándar para cambio de longitud de mortero y concreto de cemento testado en laboratorio

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA : Concreto Experimental $f_c=175$ kg/cm² + 10 % SDP - Cemento Tipo MS

TIEMPO DE LECTURA	BARRA 1	BARRA 2	BARRA 3
Semana 0	3.433	3.434	3.435
Semana 1	3.455	3.456	3.458
Semana 2	3.464	3.465	3.467
Semana 3	3.473	3.475	3.477
Semana 4	3.481	3.482	3.484
Semana 8	3.507	3.508	3.509
Semana 13	3.530	3.531	3.533

Expansión Acumulada	Expansión Unitaria
0.0000 %	0.000 %
0.0288 %	0.008 %
0.0644 %	0.019 %
0.1136 %	0.016 %
0.1716 %	0.019 %
0.2604 %	0.030 %
0.3772 %	0.039 %



Desviación Estándar	0.02832	0.02824	0.02909
---------------------	---------	---------	---------



[Signature]
 Genaro Benavente CLAROS
 Ing. Mecánico Especialista de MATERIALES



[Signature]
 Juan Carlos Fina Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 129351



Laboratorio: Francisco Cabrera N° 1201 Chiclayo - Lambayeque T: (074) 516906 C: 944 423 859
 Chiclayo Chiclayo: Alfonso Ugarte N° 696 Int. 201 - Chiclayo C: 924 387 254 - 963 847 718
 Oficina Ica: Mz 15 Lot. 15 Urb. Juan Manuel Meza - Vista Alegre - Nasca - Ica T: (056) 402821 C: 959 669 889
 amazinq.sac.ic@gmail.com