

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



Impacto de las conchas de abanico en presencia de fibras de sisal a las propiedades físico-mecánicas del adoquín tipo II

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

AUTOR

Yan Keiler Rojas Diaz

ASESOR

Evelyng Lorena Rios Villanueva

<https://orcid.org/0000-0003-4690-7022>

Chiclayo, 2025

Impacto de las conchas de abanico en presencia de fibras de sisal a las propiedades físico-mecánicas del adoquín tipo II

PRESENTADA POR
Yan Keiler Rojas Diaz

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

INGENIERO CIVIL

APROBADA POR

Jorge Enrique Alvarez Ruffran
PRESIDENTE

Carlos Enrique Cumpa Vieyra
SECRETARIO

Evelyng Lorena Rios Villanueva
VOCAL

Dedicatoria

A Dios padre, por su protección y por otorgarme fuerzas para seguir adelante, por todas las oportunidades que me ha dado y permitirme alcanzar mis metas.

En especial a mi padre y a mi madre por su amor, por su esfuerzo, sus enseñanzas y apoyo en toda mi trayectoria académica, por su motivación, por guiarme y estar siempre ahí en cada paso de mi vida.

A mi familia por incentivar me a continuar, por orientarme por el camino del bien. A mi novia por apoyarme en cada momento, por su amor, sus consejos y motivación para ir mejorando cada día como persona.

Agradecimientos

Con alegría doy gracias:

A mis padres por motivarme y apoyarme constantemente para poder lograr este objetivo tan importante como persona. Pues es gracias a ellos que tuve la oportunidad de estudiar y ser mejor persona.

A mi asesora Evelyng Lorena Rios Villanueva, por apoyarme y guiarme en cada sesión para lograr el objetivo que fue el desarrollo de esta investigación.

A mi docente López Carranza Atilio Ruben, por sus recomendaciones para mejorar el desarrollo del presente estudio.

A mi familia, novia y amigos por haberme apoyado en cada cosa que haya estado en su alcance para lograr mis objetivos.

TESIS

INFORME DE ORIGINALIDAD

24%	23%	6%	12%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	7%
2	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	4%
3	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	1%
7	repositorio.uta.edu.ec Fuente de Internet	<1%
8	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	<1%
9	repositorio.uandina.edu.pe	

Índice

Resumen.....	15
Abstract.....	16
Introducción	17
Revisión de literatura	21
Materiales y métodos.....	44
Resultados y discusión.....	77
Conclusiones	121
Recomendaciones.....	123
Referencias.....	124
Anexos	129

Lista de Figuras

Fig. 1. Anatomía de la concha de abanico [12].....	27
Fig. 2. Producción de CA de 2011-2021. [36].....	27
Fig. 3. Regiones Productoras de Conchas de Abanico [37].....	28
Fig. 4. Planta de Sisal [40].....	29
Fig. 5. Procedimiento para granulometría del agregado fino [42].	31
Fig. 6. Procedimiento para granulometría del agregado grueso [42].	31
Fig. 7. Procedimiento para peso específico del agregado fino [43].	32
Fig. 8. Procedimiento para peso específico y absorción del agregado grueso [44]	33
Fig. 9. Flujograma.	50
Fig. 10. Montículos de conchas de abanico en Parachique.	51
Fig. 11. Recolección de las conchas de abanico.	52
Fig. 12. Lavado de las CA.	52
Fig. 13. Lavado de las CA.	52
Fig. 14. Conchas de abanico secando.	53
Fig. 15. Triturando las conchas de abanico.....	53
Fig. 16. Triturando las conchas empelado una comba.	54
Fig. 17. Adquiriendo la fibra de sisal.	54
Fig. 18. Proceso de cortado de la fibra.	54
Fig. 19. Preparación y pesado de la muestra de AG.....	55
Fig. 20. Material retenido en las diferentes mallas.....	56
Fig. 21. Peso del AF.	57
Fig. 22. Zarandeo manual de la muestra.....	57
Fig. 23. Ingreso de muestras la horno.....	58
Fig. 24. Pesaje de muestras.	59
Fig. 25. Pesaje de la muestra y lista para dejar saturar 24h.	60
Fig. 26. Muestra luego de 24h y tara antes de ingresar al horno.....	60

Fig. 27. Condición SSS – Eliminacion de burbujas de aire.....	62
Fig. 28. Muestra saturada - Muestra reposando.....	62
Fig. 29. Vaciado del agregado en el molde.....	63
Fig. 30. Vertido de agregado fino en el molde.....	63
Fig. 31. Equipos y compactado del agregado grueso.	64
Fig. 32. Compactado del agregado fino.....	65
Fig. 33. Pesaje de la muestra y zarandeo.....	66
Fig. 34. Ingreso de muestras al horno.....	67
Fig. 35. Muestra sacada del horno.....	68
Fig. 36. Liberando aire atrapado entre las partículas.....	69
Fig. 37. Muestra saturada después de 24h y después de 24h en el horno.....	69
Fig. 38. Llenado del molde con la muestra de CA.....	70
Fig. 39. Compactado de las capas de la muestra de CA.....	71
Fig. 40. Absorción de MP a los 7 días.....	78
Fig. 41. Absorción de MP a los 14 días.....	79
Fig. 42. Absorción de MP a los 28 días.....	79
Fig. 43. Absorción promedio de 3 und de MP.....	80
Fig. 44. Absorción de la muestra con 1%FS+10%CA.....	81
Fig. 45. Absorción de la muestra con 1%FS+20%CA.....	81
Fig. 46. Absorción de la muestra con 1%FS+30%CA.....	81
Fig. 47. Absorción promedio de 3 und.....	82
Fig. 48. Absorción de muestra con 1.5%FS + 10%CA.....	83
Fig. 49. Absorción de la muestra con 1.5%FS+20%CA.....	84
Fig. 50. Absorción de la muestra con 1.5%FS+30%CA.....	84
Fig. 51. Absorción promedio de 3 und con 1.5%FS.....	84
Fig. 52. Variación dimensional MP.....	85
Fig. 53. Variación dimensional de la muestra con 1%FS+10%CA.....	86

Fig. 54. Variación dimensional de la muestra con 1%FS+20%CA.	87
Fig. 55. Variación dimensional de la muestra con 1%FS+30%CA.	87
Fig. 56. Variación dimensional de la muestra con 1.5%FS+10%CA.	88
Fig. 57. Variación dimensional de la muestra con 1.5%FS+20%CA.	89
Fig. 58. Variación dimensional de la muestra con 1.5%FS+30%CA.	89
Fig. 59. Resistencia a la compresión de la MP a los 7 días.	91
Fig. 60. Resistencia a la compresión de la MP a los 14 días.	91
Fig. 61. Resistencia a la compresión de la MP a los 28 días.	91
Fig. 62. Resumen promedio de la resistencia a la compresión para 7, 14 y 28 días.	92
Fig. 63. Compresión de la muestra con 1%FS+10%CA a los 28 días.	93
Fig. 64. Compresión de la muestra con 1%FS+20%CA a los 28 días.	93
Fig. 65. Compresión de la muestra con 1%FS+30%CA a los 28 días.	93
Fig. 66. Promedio resultados de compresión (1%FS).	94
Fig. 67. Compresión de la muestra con 1.5%FS+10%CA a los 28 días.	95
Fig. 68. Compresión de la muestra con 1.5%FS+20%CA a los 28 días.	95
Fig. 69. Compresión de la muestra con 1.5%FS+30%CA a los 28 días.	95
Fig. 70. Promedio de resultados de compresión (1.5%FS).	96
Fig. 71. Abrasión de la MP a los 7 días.	97
Fig. 72. Abrasión de la MP a los 14 días.	98
Fig. 73. Abrasión de la MP a los 28 días.	98
Fig. 74. Abrasión promedio para las MP según sus edades.	98
Fig. 75. Abrasión de la MM con 1%FS+10%CA.	99
Fig. 76. Abrasión de la MM con 1%FS+20%CA.	100
Fig. 77. Abrasión de la MM con 1%FS+30%CA.	100
Fig. 78. Desgaste promedio con 1% de FS.	100
Fig. 79. Abrasión de la MM con 1.5%FS+10%CA.	101
Fig. 80. Abrasión de la MM con 1.5%FS+20%CA.	102

Fig. 81. Abrasión de la MM con 1.5%FS+30%CA.....	102
Fig. 82. Desgaste promedio con 1% de FS.	102
Fig. 83. Flexión de la MP a los 7 días.	103
Fig. 84. Flexión de la MP a los 14 días.	104
Fig. 85. Flexión de la MP a los 28 días.	104
Fig. 86. Flexión promedio de la MP según sus edades.....	104
Fig. 87. Flexión de la MM con 1%FS+10%CA.....	105
Fig. 88. Flexión de la MM con 1%FS+20%CA.....	106
Fig. 89. Flexión de la MM con 1%FS+30%CA.....	106
Fig. 90. Flexión promedio con 1%FS y CA.....	106
Fig. 91. Flexión de la MM con 1.5%FS+10%CA.....	107
Fig. 92. Flexión de la MM con 1.5%FS+20%CA.....	108
Fig. 93. Flexión de la MM con 1.5%FS+30%CA.....	108
Fig. 94. Flexión promedio con 1.5%FS y CA.....	108
Fig. 95. Validación de ensayos de laboratorio.	129
Fig. 96. Ensayo granulométrico del agregado fino.	131
Fig. 97. Peso unitario suelto y compactado.	132
Fig. 98. Peso específico y absorción del agregado fino.....	133
Fig. 99. Contenido de humedad del agregado fino.....	134
Fig. 100. Granulometría del agregado grueso (confitillo).	136
Fig. 101. Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso (confitillo).	137
Fig. 102. Peso específico y absorción del agregado grueso (confitillo).	138
Fig. 103. Contenido de humedad del agregado grueso (confitillo).	139
Fig. 104. Granulometría a las conchas de abanico.	141
Fig. 105. Ensayo de peso unitario suelto y compactado de las conchas de abanico.	142
Fig. 106. Peso específico y absorción de las conchas de abanico.	143
Fig. 107. Contenido de humedad de las conchas de abanico.	144

Fig. 108. Diseño de mezcla para la muestra patrón.....	146
Fig. 109. Diseño de mezcla con 10% CA - 1% FS.	147
Fig. 110. Diseño de mezcla con 20% CA - 1% FS.	148
Fig. 111. Diseño de mezcla con 30% CA - 1% FS.	149
Fig. 112. Diseño de mezcla con 10% CA - 1.5% FS.....	150
Fig. 113. Diseño de mezcla con 20% CA - 1.5% FS.....	151
Fig. 114. Diseño de mezcla con 30% CA - 1.5% FS.....	152
Fig. 115. Determinación de revenimiento (Slump).....	153
Fig. 116. Materiales (conchas de abanico y fibras de sisal).	153
Fig. 117. Vertido de materiales en la olla mezcladora.	154
Fig. 118. Fabricación de adoquines.....	154
Fig. 119. Adoquines sacados de los moldes.	154
Fig. 120. Curado de adoquines.....	154
Fig. 121. Peso saturado y sumergido.....	156
Fig. 122. Ingreso de adoquines al horno para obtener peso seco.	156
Fig. 123. Ensayo de absorción a la muestra patrón.	157
Fig. 124. Ensayo de Absorción de la muestra con 1% FS +(10%, 20% y 30% de CA).....	158
Fig. 125. Ensayo de Absorción de la muestra con 1.5% FS +(10%, 20% y 30% de CA).....	159
Fig. 126. Toma de longitudes del adoquín.....	160
Fig. 127. Ensayo de variación dimensional de la muestra patrón.	161
Fig. 128. Ensayo de variación dimensional de la muestra con 1% FS +(10%, 20% y 30% de CA).	162
Fig. 129. Ensayo de variación dimensional de la muestra con 1.5% FS +(10%, 20% y 30% de CA).	163
Fig. 130. Ensayo de resistencia a la compresión.....	164
Fig. 131. Ensayo de resistencia a la compresión (Muestra Patrón).....	165
Fig. 132. Ensayo de resistencia a la compresión de la muestra con 1% FS + (10%, 20% y 30% de CA).....	166

Fig. 133. Ensayo de resistencia a la compresión de la muestra con 1.5% FS + (10%, 20% y 30% de CA).....	167
Fig. 134. Ensayo de resistencia a la flexotracción.	168
Fig. 135. Ensayo de flexión por tracción (Muestra Patrón).....	169
Fig. 136. Ensayo de flexión por tracción de la muestra con 1% FS + (10%, 20% y 30% de CA).	170
Fig. 137. Ensayo de flexión por tracción de la muestra con 1.5% FS + (10%, 20% y 30% de CA).	171
Fig. 138. Ensayo de resistencia a la abrasión.....	172
Fig. 139. Ensayo de abrasión a la muestra patrón (7 días).	173
Fig. 140. Ensayo de abrasión a la muestra patrón (14 días).	174
Fig. 141. Ensayo de abrasión a la muestra patrón (28 días).	175
Fig. 142. Ensayo de abrasión a la muestra con 1% FS + 10% CA (28 días).	176
Fig. 143. Ensayo de abrasión a la muestra con 1% FS + 20% CA (28 días).	177
Fig. 144. Ensayo de abrasión a la muestra con 1% FS + 30% CA (28 días).	178
Fig. 145. Ensayo de abrasión a la muestra con 1.5% FS + 10% CA (28 días).	179
Fig. 146. Ensayo de abrasión a la muestra con 1.5% FS + 20% CA (28 días).	180
Fig. 147. Ensayo de abrasión a la muestra con 1.5% FS + 30% CA (28 días).	181
Fig. 148. Ensayo de caracterización química de la fibra de sisal.....	182
Fig. 149. Ensayo de caracterización química de la fibra de sisal.....	183
Fig. 150. Ensayo de caracterización química de la fibra de sisal.....	184
Fig. 151. Ensayo de caracterización química de la fibra de sisal.....	185
Fig. 152. Ensayo de caracterización química de las conchas de abanico.	186
Fig. 153. Ensayo de caracterización química de las conchas de abanico.	187
Fig. 154. Ensayo de caracterización química de las conchas de abanico.	188
Fig. 155. Ensayo de caracterización química de las conchas de abanico.	189

Lista de tablas

TABLA I.....	28
TABLA II.....	29
TABLA III.....	36
TABLA IV.....	36
TABLA V.....	37
TABLA VI.....	37
TABLA VIII.....	38
TABLA IX.....	46
TABLA X.....	46
TABLA XI.....	47
TABLA XII.....	47
TABLA XIII.....	48
TABLA XIV.....	55
TABLA XV.....	56
TABLA XVI.....	57
TABLA XVII.....	58
TABLA XVIII.....	59
TABLA XIX.....	60
TABLA XX.....	61
TABLA XXI.....	61
TABLA XXII.....	62
TABLA XXIII.....	63
TABLA XXIV.....	64
TABLA XXV.....	65
TABLA XXVI.....	66
TABLA XXVII.....	67

TABLA XXVIII.....	68
TABLA XXIX	69
TABLA XXX.....	70
TABLA XXXI	71
TABLA XXXII.....	72
TABLA XXXIII.....	75
TABLA XXXIV.....	75
TABLA XXXV.....	76
TABLA XXXVI.....	76
TABLA XXXVII	77
TABLA XXXVIII.....	77
TABLA XXXIX.....	78
TABLA XL.....	80
TABLA XLI.....	83
TABLA XLII	85
TABLA XLIII.....	86
TABLA XLIV	88
TABLA XLV	90
TABLA XLVI.....	92
TABLA XLVII.....	94
TABLA XLVIII	97
TABLA XLIX.....	99
TABLA L.....	101
TABLA LI	103
TABLA LII.....	105
TABLA LIII.....	107
TABLA LIV.....	109

TABLA LV.....	109
TABLA LVI.....	110
TABLA LVII.....	111
TABLA LVIII.....	111
TABLA LIX.....	112
TABLA LX.....	112
TABLA LXI.....	113
TABLA LXII.....	113
TABLA LXIII.....	114
TABLA LXIV.....	114
TABLA LXV.....	115

Resumen

Actualmente los pavimentos articulados presentan una alta demanda, debido a su fácil instalación y su bajo costo de ejecución, por tal razón se siguen realizando investigaciones para mejorar las propiedades de los adoquines. Esta investigación presenta una alternativa para mejorar las mismas con recursos renovables. El objeto principal de este estudio es evaluar el efecto de las conchas de abanico en presencia de fibras de sisal a las propiedades físico-mecánicas del adoquín de concreto tipo II, sustituyendo a la arena fina en porcentajes de 10%, 20% y 30% de Conchas de Abanico (CA) pulverizadas provenientes de botaderos ubicados en Parachique-Sechura, además se adicionará 1% y 1.5% Fibras de Sisal (FS) con longitud entre 5-12 mm. Por medio de ensayos de laboratorio se realizó la caracterización física de los áridos naturales y reciclados, posteriormente se efectuaron los diseños de mezcla para un $f'c$ de 420 kg/cm². A cada dosificación se realizó ensayos de absorción, compresión, flexotracción y abrasión, los resultados arrojaron que la dosificación de 1% de FS más 10% de CA fue la más óptima, arrojando resultados positivos en la resistencia a la compresión con 1.14% mayor a la MP y en la flexotracción 3.23% superior a la muestra de referencia. Además, se realizó el análisis económico, y se demostrando que la muestra modificada mostro buen desempeño respecto a los adoquines convencionales.

Palabras clave: Reemplazo; adición; adoquines; canchas de abanico; sisal.

Abstract

Currently, articulated pavements are in high demand due to their easy installation and low cost of execution, and for this reason research continues to be carried out to improve the properties of the pavers. This research presents an alternative to improve them with renewable resources. The main objective of this study is to evaluate the effect of the addition of fan shells in the presence of sisal fibers on the physical-mechanical properties of type II concrete pavers, replacing fine sand in percentages of 10%, 20% and 30% of pulverized fan shells (AC) from dumps located in Parachique-Sechura, in addition to adding 1% and 1.5% sisal fibers (SF) with a length between 5-12 mm. The physical characterization of the natural and recycled aggregates was carried out by means of laboratory tests, and then the mix designs were made for a $f'c$ of 420 kg/cm². Absorption, compression, flexural strength and abrasion tests were carried out for each dosage. The results showed that the dosage of 1% of FS plus 10% of CA was the most optimal, yielding positive results in compressive strength with 1.14% higher than the MP and in flexural strength 3.23% higher than the reference sample. In addition, an economic analysis was carried out, showing that the modified sample performed well compared to conventional pavers.

Keywords: Concrete; replacement; pavers; fan courts; sisal.

Introducción

Los pavimentos articulados tienen sus orígenes cuando se construyó la primera carpera de rodadura, que fue hecha de piedra hace 4000 años A.C. con el tiempo fue evolucionando el proceso constructivo al dar forma a las piedras para que estas encajaran unas a otras para aportar una mayor comodidad a las personas y a los carros con tracción animal, dando así origen a los pavimentos con adoquines de piedra; la palabra adoquín nace del árabe “add-dukkan” lo que significa “piedra escuadrada” [1].

Actualmente y como en la antigüedad, se siguen empleando adoquines para la construcción de pavimentos, sin embargo a pesar de la evolución en el proceso de fabricación, en países de la región tienen dificultades, surgen diversas noticias, como en Argentina donde un diario redacta que al poco tiempo de habilitar obras de adoquinado para tránsito de vehículos medianos presentan fallos estructurales [2], otro caso similar surge en Quito, que al poco tiempo de la instalación del adoquinado se presentó problemas, producto de la instalación como de la resistencia de los elementos [3]. La demanda de adoquines de concreto destinados a calles y carreteras es muy alta en países en desarrollo por la rápida instalación de este tipo de pavimento, considerando esto, la durabilidad es importante para los adoquines ya que están expuestos bajo tensiones constantes [2].

Ahora bien, en el Perú muchas ciudades cuentan con redes viales en pésimo estado debido a los problemas expuestos. En la ciudad de Jaén debido a que los adoquines de concreto no presentaban las características físico mecánicas requeridas o adecuadas, las vías se deterioraron al poco tiempo de entrar en servicio, por esta situación muchas veces se tiene el mal concepto al afirmar que estos elementos tienen un mal comportamiento estructural [4].

En el aspecto local han surgido investigaciones para conocer el estado actual de calles y avenidas del casco urbano de Chiclayo, una de ellas es la de [5], acá a través del método de inspección visual, determinaron los problemas de los distintos tipos de pavimentos, entre ellos el pavimento articulado, en este determinaron que los adoquines de concreto presentan fallos como fracturamiento, desgaste superficial y pérdida de arena.

El mantenimiento e incluso la remoción de vías afectadas suponen un recargo financiero considerable para los gobiernos locales, sin embargo no es solo ello, sino que también deben responder a las quejas de los agrietamientos tempranos que presentan las vías [6]. En 2024 solo para el centro y cercado de la ciudad de Chiclayo se ha destinado 12 millones de soles por parte del gobierno regional de Lambayeque y a este presupuesto se le más 4 millones de soles de la municipalidad provincial de Chiclayo [7].

Entonces como vemos estos elementos aún siguen presentando diversas fallas, entre ellas tenemos al desgaste superficial, que se produce debido a la baja calidad de los materiales y/o a la inspección de producción, por la abrasión ejercida por los neumáticos de los autos o por la presencia continua de agua; otra problema es el fracturamiento producto de un inadecuado espesor de los adoquines, debido a la mala calidad de los materiales con los que son fabricados y/o por la exposición a cargas extraordinarias [8].

Debido a los problemas mencionados en el mundo han surgido diversas investigaciones para mejorar estos aspectos, [9] para mejorar la resistencia a la compresión de los adoquines de concreto emplearon residuos de la construcción en porcentajes para reemplazar los agregados, además se utilizó fibra de coco como aditivo, sus resultados arrojaron mejoras en la resistencia sustituyendo parcialmente el agregado que al reemplazar totalmente, además la presencia de las fibras mejoraron la resistencia a la flexión.

Investigaciones innovadoras que sustituyen materiales no renovables por otros que en teoría se consideran desperdicios. Estudios como “Efecto de la ceniza de cáscara de arroz (CCA) sobre las propiedades mecánicas del hormigón que contiene concha triturada como agregado fino” han diseñado mezclas de concreto utilizando porcentajes óptimos de conchas marinas para sustituir parcialmente al agregado fino, en donde obtuvieron mejoras en la resistencia, incluso han reemplazado al cemento parcialmente con CCA [10].

Por otra parte, no es omiso el tema del masivo requerimiento mundial de materiales para la construcción sigue en aumento, en el 2020 se alcanzó los 55 mil millones de toneladas, esta cantidad de duplicaría en la próxima década si el consumo se mantiene [11]. Esto viene generando impactos ambientales, por lo que la utilización de materiales con baja huellas de carbono es una vía para la construcción sostenible [11].

Ahora bien, la concha de abanico es un bivalvo que se produce a lo largo de la costa peruana, puesto que esta es idónea para el crecimiento de esta especie, como prueba de ello existen bancos en las regiones de Ancash, Ica y Piura, siendo la región Piura la mayor productora este molusco con el 81% de la producción nacional en el año 2020, este bivalvo está conformado por 15% que viene a ser la parte comestible, mientras que el 85% es considerado residuo [12]. Es este residuo es uno de los elementos que se empleara en esta investigación; el otro componente es la fibra de sisal, la cual se obtiene desmenuzando la hoja del sisal, además según [13] controla la apertura y propagación de grietas, aumentando la resistencia a la tracción. Juntando estos dos materiales se mejorarán las características físicas-mecánicas del adoquín, de esta manera se está fomentando la sostenibilidad al aprovechar recursos considerados como desperdicios.

Esta investigación se centra en reemplazar al árido fino por conchas de abanico y adicionar fibras de sisal para elaborar adoquines de concreto destinados al tránsito vehicular ligero. Esta investigación pretende mejorar la calidad del adoquín de concreto y al mismo tiempo contribuir al mejor manejo de residuos, explotando su potencial con el fin de promover la construcción sostenible en el país.

Así pues, habiendo expuesto la situación problemática en base a la teoría revisada, planteamos la pregunta: ¿En qué medida impactara las conchas de abanico en presencia de fibras de sisal a las propiedades físico - mecánicas de adoquines de concreto tipo II?

El desarrollo de la presente investigación se justifica por cuatro razones: económica, tecnológica, social y ambiental.

La justificación económica de la presente investigación se enfoca en incentivar que las entidades públicas o privadas aprovechen recursos. En la costa peruana, las conchas de abanico se desechan en botaderos. Si las entidades se encargaran de seleccionarlas y triturarlas, se podría obtener un agregado reciclado que, al reemplazar a los agregados convencionales, ofrecería una calidad igual o superior.

Con respecto a la fabricación de adoquines, el costo se reduciría; además, con el refuerzo de fibra de sisal, se obtendrá un adoquín más duradero y apto para construir vías de tránsito de calidad y económicas.

En el ámbito tecnológico, busca impulsar nuevas técnicas para aprovechar recursos. El empleo de materiales reciclables y fibras naturales en los adoquines es un enfoque innovador, ya que mejorará el proceso de la mezcla, mejorando la adhesión de fibras y conchas de abanico al concreto. Esta última, en sus propiedades químicas, está compuesta de carbonato de calcio, amigable para fabricar el cemento, ya que para fabricar el cemento se usa roca caliza y también contiene carbonato de calcio; se implementan nuevos métodos de producción de adoquines.

En el aspecto social, beneficiará a las comunidades involucradas en la maricultura de este bivalvo y en la producción de fibras de sisal, creando oportunidades de empleo en áreas con bajos ingresos económicos y generando un impacto económico positivo en las localidades costeras y rurales.

Por último, la justificación ambiental, la sostenibilidad ambiental es un tema de gran preocupación, ya que la explotación continua de recursos naturales para la elaboración de adoquines de concreto convencionales tiene graves impactos. La deforestación de bosques y la alteración del lecho de los ríos para abrir nuevas canteras están agotando recursos no renovables. La reutilización de conchas de abanico (CA) contribuirá a mitigar este problema, al aprovechar recursos considerados como "basura". Este material, disponible en depósitos a lo

largo de la costa peruana, se reciclará junto con fibras de sisal. Esto ayudará a reducir la dependencia de materiales no renovables y fomentará la sostenibilidad.

La presente investigación pretende demostrar que reemplazando al árido fino en porcentajes de conchas de abanico (CA) en presencia de fibras de sisal aporta a la mejora de las propiedades físico-mecánicas del adoquín de concreto tipo II.

Por consiguiente, el objetivo general para el desarrollo de esta investigación es evaluar el efecto de las conchas de abanico en presencia de fibras de sisal a las propiedades físico-mecánicas del adoquín de concreto tipo II. Por otro lado, tenemos los siguientes objetivos específicos; Realizar el diseño de mezcla para la muestra patrón y para las dosificaciones de conchas de abanico trituradas en presencia de las fibras de sisal para obtener las resistencias deseadas; Elaborar adoquines de concreto para tránsito ligero reemplazando 10%, 20% y 30% de conchas de abanico trituradas al agregado fino en presencia de 1% y 1.5% de fibras de sisal y compararlos con la muestra patrón; Determinar las propiedades físicas de los adoquines, con los agregados convencionales, y con los residuos de la concha de abanico triturada en presencia de fibras de sisal; Determinar las propiedades mecánicas de los adoquines, con los agregados convencionales, y con los residuos de la concha de abanico triturada en presencia de fibras de sisal; Analizar los resultados y determinar si las conchas de abanico en presencia de fibras de sisal mejoran o no las propiedades físicas y mecánicas del adoquín tipo II; Realizar un análisis de costos para comparar la diferencia económica de la producción del adoquín convencional con el del adoquín modificado con conchas de abanico en presencia de fibras de sisal, a la vez comparar su costo con los adoquines de similar resistencia presentes en el mercado.

Revisión de literatura

Antecedentes

Kishor, Panda; Subhrasweta, Behera y Shradha, Jena [10], en su estudio “Efecto de la ceniza de cáscara de arroz sobre las propiedades mecánicas del hormigón que contiene concha triturada como agregado fino” usaron concha trituradas en 0, 10%, 20% y 30% como agregado fino, además incorporaron 0, 10% y 20% de CCA para sustituir el cemento. Una vez diseñado el concreto le realizaron pruebas de resistencia a la flexión, tracción y compresión, el curado se realizó durante 7 días, 28 días y 90 días. Sus resultados indicaron que el concreto al reemplazar la CCA presenta mejores resultados que al sustituir conchas marinas para reemplazar el agregado fino en todos sus porcentajes. al final concluyeron que al reemplazar un 10% con conchas de abanico aumento la resistencia a la compresión, a la tracción dividida y a la flexión respecto a los otros porcentajes.

Bamigboye, Gideón; Enabulele, David; Odetoyan, Abimbola O.; Kareem, Mutiu A.; Austin Nworgu [14], en su “Evaluación mecánica y de durabilidad del hormigón que contiene conchas marinas: una revisión” revisan las propiedades del concreto que contiene conchas marinas en porcentajes parciales o totales. En su estudio mencionan el gran crecimiento de la producción acuícola a nivel mundial, como preparar y tratar la concha marina antes de adicionarlo al concreto, mencionan su composición química, las propiedades físico-mecánicas empleados en estudios previos, en donde se midió la resistencia a la compresión, a la tracción dividida, a la flexión, módulo de elasticidad, resistencia al hielo y deshielo, permeabilidad al agua, ataque químico y carbonatación. En su análisis lograron determinar que las propiedades mecánicas se reducen al sustituir en un rango de 5% al 75% respecto al diseño patrón. Sin embargo, se vieron aumentos en las propiedades mecánicas al aumentar el tiempo de curado a los 90 días.

Bibekananda Naik, Sriparna Paul, Susanta Kumar Choudhury, Piyush Paritosh Sarangi, Syed Mohammed Mustakim, Satya Narayana Swar, Siddharth Jeet y Bandana Jethy [15], en su estudio de “Un estudio exhaustivo sobre la utilización de residuos de conchas en la industria de la construcción” se centran estudiar materiales amigables con el concreto para frenar el consumo masivo de recursos naturales. Mencionan que algunos productos utilizados para fabricar concreto provienen de subproductos industriales, estos materiales se han tratado de juntar con el concreto. En el mar existen diferentes especies de bivalvos como las ostras y las conchas de mejillones, incluso abundan en algunas zonas y comúnmente se abandonan en botaderos sin opción a ser reutilizadas. En su estudio incentivan a usar conchas en el concreto debido a su alta compatibilidad, puesto que contienen altas concentraciones de óxido de calcio,

indicando que tanto el cemento como los agregados pueden ser reemplazados por conchas marinas. Y finalizan indicando que para la fabricación de concreto solo se puede utilizar hasta un 20% de los residuos.

Indara Soto Izquierdo, Orieta Soto Izquierdo, Marcio Antonio Ramalho, Alberto Talierno,[13] en su investigación “Bloques huecos de hormigón armado con fibra de sisal para aplicaciones estructurales: ensayo y modelado” realizaron ensayos para evaluar las propiedades mecánicas de elementos albañilería de concreto con la adición de fibras naturales de sisal. Se fabricaron bloques huecos convencionales y con adición de 1% de sisal, y con ellos se hicieron prismas y carteras; a los cuales se les realizaron pruebas de compactación, elasticidad. Si bien los resultados de dichos ensayos no presentaron mejoras, las fibras se vuelven efectivas después del agrietamiento, esto resulta en una mayor capacidad de absorción de energía y otorga a las estructuras la capacidad de resistir aumentos de carga después de la formación de fisuras.

Yarramsetty Bala Balaji, E. Sai Kumar Goud, Geddada Yesuratnam [16], en su “Estudio del comportamiento del hormigón mediante sustitución parcial del cemento por Residuos Cerámicos en Polvo en presencia de fibra de Sisal” indican que el concreto es uno de los elementos más usados después del agua a nivel mundial y emplea grandes cantidades de cemento, agregados finos y gruesos. Por tal razón consideran que es importante encontrar materiales que reemplacen parcialmente a los agregados gruesos, finos o gruesos, al cemento o a los aditivos que se requieran para fabricar concreto. Esto podría reducir el costo al construir estructuras puesto que son materiales más económicos. En esta investigación con el objetivo de solucionar dicho problema se diseñó reemplazando polvos de cerámica por cemento y a la vez añadiendo porciones de fibra de sisal, sustituyeron en porciones de 5%, 10%, 15%, 20% y 25% del cemento por polvos provenientes de residuos cerámicos y 1% de fibra de sisal como aditivo. Se realizaron pruebas de resistencia a la compresión, a la flexión y a la tracción. Sus resultados arrojaron que con 10% de residuos cerámicos y 1% de fibra de sisal, las propiedades del concreto mejoraron positivamente.

Christian Varhen, Shirley Carrillo, Gaby Ruiz [17], en su “Investigación experimental de vieira peruana utilizada como agregado fino en concreto” evalúan el impacto de la conchas trituradas como agregado fino en la fabricación de concreto. los resultados que obtuvieron muestran que el efecto que tienen las conchas de abanico hacia el concreto, cambia según el tamaño y forma, puesto que mientras más angular de las partículas de conchas de abanico puede contribuir a mejores resultados. Luego de su estudio sugieren que lo máximo que se puede reemplazar es de 40% y que el tamaño de las partículas de conchas de abanico se

encuentre de 1.19 a 4.75 m, además indican que un 5% de reemplazo es ideal para todos los casos. Finalizan diciendo que las conchas de abanico trituradas limpias se puede usar para sustituir el agregado fino en concretos convencionales.

Sarada Prasad Kundu, Sumit Chakraborty y Subrata Chakraborty [18], en “Eficacia de la fibra de yute modificada en la superficie como refuerzo de fibra en el control de las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines de hormigón” con la finalidad de encontrar material primas sostenibles desarrollaron un adoquín de concreto incorporando fibra de yute, picaron las fibras de 3 a 5 mm y la adicionaron en porcentajes de 1% con respecto al peso del cemento. En sus resultados comprobaron que con el 1% de fibra mejoro la compresión en un 30% y a la flexión en 49%. Concluyeron que el uso de la fibra dio resultados eficaces, mejorando las propiedades mecánicas y prolongando su vida útil de los adoquines.

Aimin Zhang, Kewei Liu, Jun Li, Ruitao Song, Tengfei Guo [19], en “Propiedades de tracción estáticas y dinámicas del hormigón de ultra alto rendimiento (UHPC) reforzado con fibras híbridas de sisal” emplean fibras de sisal para elaborar hormigón, dichas fibras fueron cortadas de 6 mm y 12 mm, en su investigación incorporaron 1% y 2% de fibra. Sus resultados arrojaron que con 1% de fibras de 12 mm aumento la flexión y tenacidad de los elementos a diferencia que con 1% con fibras de 6 mm, además se presentó una mejora en las propiedades de tracción de las muestras reforzadas con fibra de sisal.

Wagner Laura, Wei Tong [20], en “Concreto Modificado Con Conchas De Abanico Y Aditivo Sikacem Plastificante Para Mejorar Las Propiedades Mecánicas Del Concreto En Estado Endurecido” utilizaron conchas de abanico trituradas como reemplazo parcial del agregado fino en porcentajes de 5%, 10% y 65% para de mejorar las características de un concreto de $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$; utilizaron también el aditivo Sikacem, este para mejorar la trabajabilidad y reducir el uso de agua al preparar el concreto. Al comparar sus resultados concluyeron que las muestras modificadas presentaron mejores resultados respecto al muestra patrón.

E. Gamarra Capuñay [21], en “Caracterización Mecánica de Adoquines de Concreto Tipo I, Adicionando Concha de Abanico Triturada” reemplazo el agregado fino en porcentajes de 5, 10, 15 y 20 por ciento de conchas de abanico, se realizó la caracterización de las propiedades mecánicas en donde concluyeron que con 15% de reemplazo el adoquín tipo I presento mayor resistencia respecto al adoquín patrón, mientras que para la flexión y abrasión con el reemplazo de 10% fue el óptimo respecto al patrón.

Marin Quispe, Cesar [22], en su “Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del adoquín 6 Tipo II, reemplazando el agregado fino por caucho reciclado, Cusco 2019” en su

investigación plantea reemplazar en porcentajes de 3, 6 y 9% de caucho al agregado fino, realizo 96 muestras de adoquines a los cuales evaluó con ensayos de compresión, flexión, variación dimensional, densidad y absorción. En su investigación determino que con los porcentajes planteados los resultados de la compresión son mayores al adoquín patrón siendo el 3% la dosificación más optima; respecto a la flexión también obtuvo resultados positivos, las cuales lo comparo con la NTG 41086.

Bases teóricas

El Adoquín

Definición

La norma técnica peruana 399.611 del año 2017 publicado por el INACAL lo define como un producto de concreto simple prefabricado que debe cumplir con los estándares indicados en dicha norma. Del mismo modo [23] en su libro precisa que son bloques prefabricados de concreto, destacan por su espesor uniforme y dimensiones consistentes, esto permite que tengan una estructura homogénea y sean idénticos unos a otros.

En esa misma línea la DIN en 1338:2003 en “Adoquines de hormigón ó Requisitos y métodos de ensayo” define a los adoquín son unidades prefabricado de concreto para elaborar pasos peatonales o vehiculares [24].

Clasificación

Los adoquines de concreto deberán cumplir con lo indicado en la NTP 399.611, la cual presenta 3 tipos.

El tipo I, este tipo de adoquín es para uso peatonal, y se usa en veredas, parques, malecones, patios, etc. las dimensiones a considerar para este tipo es largo, ancho y alto, las cuales según [25], son 20 cm, 10cm y 4 cm respectivamente. Su peso por unidad de 1.80kg y tienen una resistencia a la compresión de 320 kg/cm² o 31 Mpa. Estas características de acuerdo con la NTP 399.611.

En cuanto al tipo II, este adoquín es para tránsito vehicular ligero, se usa para construir calles y carreteras. Las dimensiones a considerar para este tipo en largo y ancho, de acuerdo a [25] son 20 cm, 10 cm; su peso por unidad variara dependiendo al espesor que se considere al igual que la resistencia a la compresión. Estas características son de acuerdo con la NTP 399.611. Los espesores para adoquines tipo II según la NTP pueden ser de 60 mm, 80 mm y de 100 mm. El espesor que se considera para esta investigación es el de 60 mm, el cual deberá tener una resistencia mínima a la compresión; cada unidad deberá tener una resistencia de 37 Mpa (380 kg/cm²) y el promedio de 3 unidades deberá tener una resistencia de 41 Mpa (420 kg/cm²).

Por último, está el tipo III, se usa para pavimentos que van a soportar mayor tonelaje, como puede ser el paso vehículos pesados, en áreas industriales, etc. Las dimensiones a considerar para este tipo es largo, ancho y alto, las cuales según [25] son 20 cm, 10 cm y 8 cm respectivamente; su peso por unidad de 3.50kg y una resistencia a la compresión de 561 kg/cm² o 55 Mpa. Estas características de acuerdo con la NTP 399.611.

Materiales

El Concreto

Es una aleación de arena y otros agregados, adheridos en una especie de roca compacta por un ligante de cemento y agua. Además, se puede incorporar aditivos para modificar algunas características que requiera el concreto, se puede mejorar la ductilidad, durabilidad y la duración del fraguado [26]. Para el caso de elementos prefabricados el concreto debe tener una consistencia seca, puesto que le dan mayor resistencia, y su asentamiento debe estar entre 0" y 1" [27].

Cemento portland

Es un conglomerante hidráulico que se combina con agua para fabricar concretos, estos concretos por lo general necesitan alrededor de dos semanas para que el concreto alcance una resistencia adecuada. Estos concretos alcanzan sus niveles de resistencia planeados después de alrededor de 28 días y posteriormente continúan aumentando su resistencia a un ritmo más lento [26].

El decreto supremo N° 001-2022-PRODUCE [28] en el capítulo I clasifica los cementos hidráulicos en tres categorías; en la primera se encuentran los cementos Portland, de los cuales hay 5 tipos; en la segunda categoría están los cementos hidráulicos adicionados; por último, tenemos la tercera, acá están los cementos hidráulicos especificado por desempeño. En este grupo está el MS, este es un cemento con capacidad moderada para resistir el ataque de sulfatos.

Al no encontrar algún tipo de cemento en el mercado se puede comprar aditivos con las propiedades requeridas y añadirlo al Tipo I para lograr las propiedades deseadas según lo requiera el caso.

Agregados

En el pasado se creía que los agregados eran cuerpos que no aportaban a las propiedades del concreto, es decir que no influían directamente en las reacciones químicas dentro del concreto. Sin embargo, actualmente se ha demostrado lo contrario, siendo los agregados elementos indispensables para mejorar las propiedades y características de un concreto.

En su investigación [29], los define como elementos duros de formas y tamaños variables, de acuerdo a eso es que se categoriza entre agregado fino y grueso.

Agregado Grueso

El granito, diorita y la sienita son rocas que componen al agregado grueso, también se puede usar piedra triturada, grava extraída de los ríos o de canteras naturales. Para que el agregado sea de buena calidad debe estar exento en gran medida de arcillas, es decir no debe pasar el 5% ni contener más del 1.5% de carbón, materia orgánica y otros materiales [30].

La NTP 400.037 [31], menciona que es el agregado es el material retenido en el tamiz numero 4 (4.75 mm) y se obtiene de forma natural o triturando rocas, las cuales deben cumplir con lo establecido en la NTP.

Agregado Fino

Está compuesto de partículas minerales fina, se forman de manera natural, encontrándolos en los ríos, lagos o en canteras. Sin embargo, también hay otras formas de obtener agregado fino que es por medio de trituradoras de rocas, como granito o basalto, este tipo de arena es la arena manufacturada o triturada. La NTP 400.037 lo define como un producto natural, o también puede ser artificial, y son capaces de pasar el tamiz de 3/8" y quedar en la amalla N° 200 [31].

Agua

El agua es un ingrediente principal para la producción del concreto por lo que debe estar exenta de contaminantes como aceites, ácidos, álcalis, sales y materia orgánica. El agua es un elemento indispensable para elaborar concreto, puesto que esta al juntarse con el cemento, alcanzan una reacción química para lograr formar el ligante, también la de facilitar la trabajabilidad de la mezcla [30].

Conchas de abanico (CA)

Argopecten purpuratus, denominado así por es un molusco de la clase bivalva, conocida en nuestro país como concha de abanico, vive en el submareal a una profundidad de entre 3 a 30 metros con temperaturas variantes entre los 14° y 20 °C, con oxígeno de 0.2 a 8 mL/L [32]. En los últimos años, regiones como Áncash, Ica y Piura se han dedicado a la actividad acuícola (maricultura) por ende ha aumentado notablemente la producción de este bivalvo. En la costa peruana existen tres bahías (bahía de Paracas, Samanco y Sechura) idóneas para el crecimiento de esta especie [33].

Partes de la concha de abanico

La concha de abanico está dividida en dos porcentajes, parte comestible, esta sección representa el 15% de su cuerpo; la otra parte que comprende el 85% es el residuo, el mismo que tienen como disposición final en los botaderos. Sus partes de este molusco se detallan en la siguiente figura [12]:

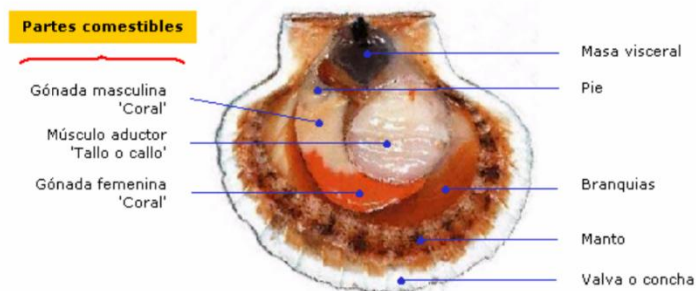


Fig. 1. Anatomía de la concha de abanico [12]

En su investigación [34] recalca que las conchas de abanico están formadas en su composición química por altos porcentajes de carbonato de calcio. Este último, guarda relación con los agregados calcáreos, como son las calizas, estas rocas están compuestas de carbonato de calcio (CaCO_3) [35], siendo esta roca un ingrediente principal para la fabricación de cemento portland [34].

Producción

En el gráfico I [36] podemos ver la producción de conchas de abanico anual que se ha dado a partir del año 2011, siendo el 2013 el año donde se alcanzó la mayor producción con 67 694 ton y la más baja se presentó en el 2017 con 11 927 ton, y la más reciente que es la del 2021 se reportó una cosecha de 54 204 ton.

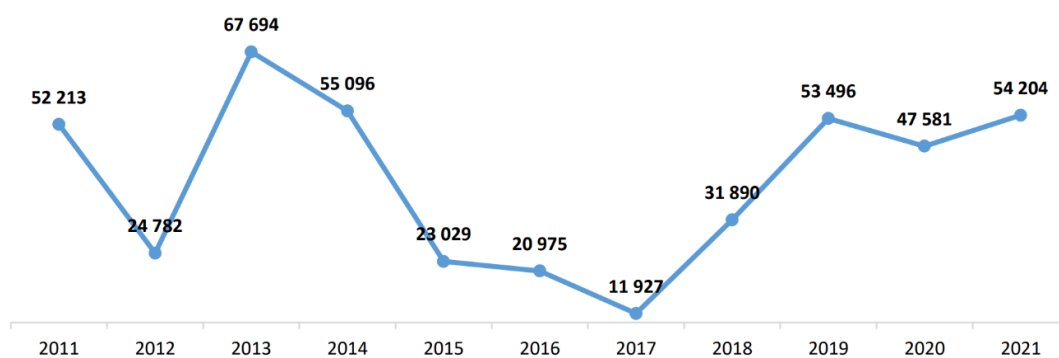


Fig. 2. Producción de CA de 2011-2021. [36].

Por otro lado, es importante mencionar que la región Piura, específicamente en la bahía de Sechura es la zona donde más CA se produce en comparación a las otras regiones que también cosechan CA, en la siguiente grafica se puede observar dicha tendencia.

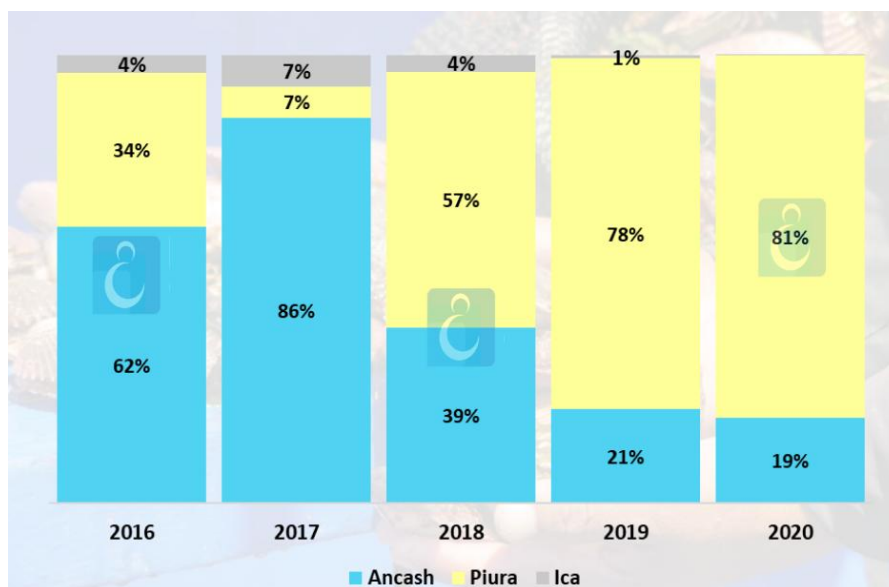


Fig. 3. Regiones Productoras de Conchas de Abanico [37].

La producción de CA se destina en parte a la exportación, teniendo como mercado principal Estados Unidos, España, Francia, Canadá y otros que importan en menor cantidad.

TABLA I

PAISES IMPORTADORES DE CONCHAS DE ABANICO[36].

PAÍS	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
<i>Estados Unidos</i>	913	435	273	1121	2624	4641	3927
<i>España</i>	325	753	302	1325	1223	1356	3516
<i>Francia</i>	3853	1837	1739	1737	5024	3073	2379
<i>Canada</i>	169	45	49	229	244	869	1038
<i>Chile</i>	186	64	112	111	163	165	511
<i>Belgica</i>	812	738	312	636	363	226	462
<i>Italia</i>	306	173	145	348	390	372	345
<i>Reino Unido</i>	136	46	69	116	92	152	252
<i>Paises Bajos</i>	390	616	328	1176	453	92	232
<i>Nueva Zelanda</i>	20	21	128	70	66	260	186
<i>Otros</i>	237	405	384	403	728	571	435
TOTAL	7346	5133	3841	7271	11368	11777	13284

En el año 2021 se logró exportar un total de 13 248 t como se indica en la tabla n°, sin embargo, teniendo en cuenta la producción anual de ese año en el país quedaron 40 920 t, esto genero sin duda una gran cantidad de residuos de CA, sin contar las cantidades de años anteriores.

Fibras de Sisal (FS)

El nombre sisal proviene de la lengua maya Zizal Xui, este nombre correspondía a una población ubicada en la región de Yucatán de donde es originaria la planta [38].

Agave sisalana, también conocido como sisal, pertenece a la familia de las agaváceas. Puede crecer en condiciones muy secas, originaria de América central y México. Sin embargo, es en Brasil, indonesia y el este de África en donde se da la mayor producción [13].

Las fibras de esta planta se obtienen de las hojas, estas se cortan y descortezan. Se recomienda hacer el descortezado lo antes posible una vez hayan sido cortadas las hojas de la planta, para reducir el deterioro de las fibras. La fibra se obtiene a través de trituración y raspado, puesto que se pretende eliminar la materia verde que la rodea [13]. El diámetro de estas fibras se muestra en la siguiente tabla, se muestra tanto en micrómetros (μm) como en milímetros (mm) que por lo general tiene la fibra de sisal [39]:

TABLA II
DIAMETRO DE LA FIBRA DE SISAL [39].

Fibra Sisal		
<i>Diámetro</i>	μm	140–200
	mm	0.14–0.20

Basándonos en la figura N°2 el sisal está compuesta por una gran cantidad de hojas en forma de lanza, cada planta puede estar conformada hasta por 150 hojas, y cada hoja puede alcanzar una longitud de hasta 2 metros [40].



Fig. 4. Planta de Sisal [40]

Proceso de extracción de la fibra

El proceso consta de cuatro fases, la primera es la cosecha, en esta fase la planta debe tener por lo menos entre 2 a 3 años para poder cortar sus hojas, el corte se realiza de manera manual por el personal contratado, cada trabajador puede cortar 2500 hojas por día [41].

La segunda fase corresponde al transporte, debido a que muchas veces no existen carreteras que conecten con los campos de cultivo las hojas de sisal pueden ser transportados por equinos, caso contrario se puede transportar en vehículos motorizados.

El tercer proceso corresponde a la desfibración, se cortan la puntas de las hojas y se procede a realizar el descortezado, desgastando la pulpa para exponer las fibras [41].

Por ultimo esta la cuarta fase, consiste en secar la fibra en tendedores para que pueda ser secada por el sol, este proceso demora entre 8 a 10 h [41].

Sostenibilidad

En cuanto a las emisiones de CO₂, para obtener una tonelada de fibra se necesita emitir 270 kg de CO₂, sin embargo una tonelada de fibra de sisal puede capturar 1582 kg CO₂ en el transcurso de su crecimiento [39]. Por lo tanto, se está aportando al desarrollo sostenible.

Normativa y ensayos para los agregados

Análisis granulométrico del agregado fino y grueso - NTP 400.012:2021

El objetivo de realizar este ensayo es para determinar las diferentes dimensiones de las partículas de cada muestra de agregado, ya sea fino o grueso. Graficar la curva granulométrica de acuerdo a la gradación y los límites establecidos en [31] y determinar el tamaño máximo, tamaño máximo nominal y el módulo de fineza [42].

Para el agregado fino

Equipos que se emplean:

- Cucharones
- Juego de tamices (N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, N°200).
- Balanza electrónica
- Depósitos de metal para el manejo de muestras.
- Fuentes de metal.

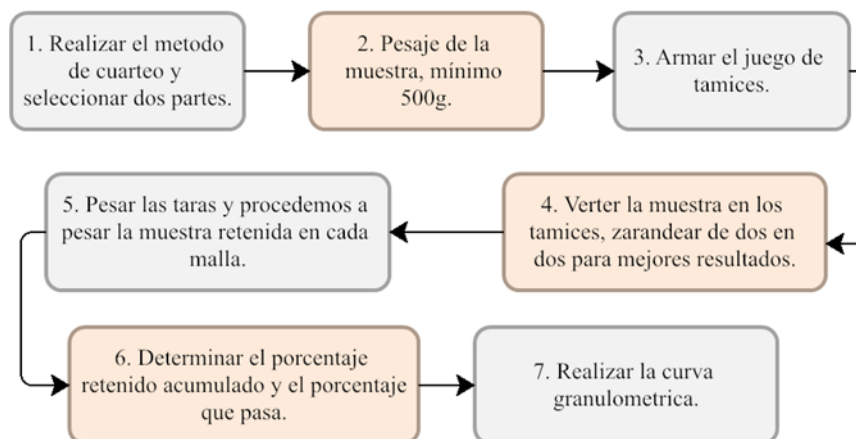
Procedimiento:

Fig. 5. Procedimiento para granulometría del agregado fino [42].

Para el agregado grueso*Equipos que se emplean:*

- Cucharones
- Juego de tamices ((1/2", 3/8", N° 4, N° 8 y N° 16, N°50)
- Balanza electrónica
- Depósitos de metal para el manejo de muestras.
- Fuentes de metal.

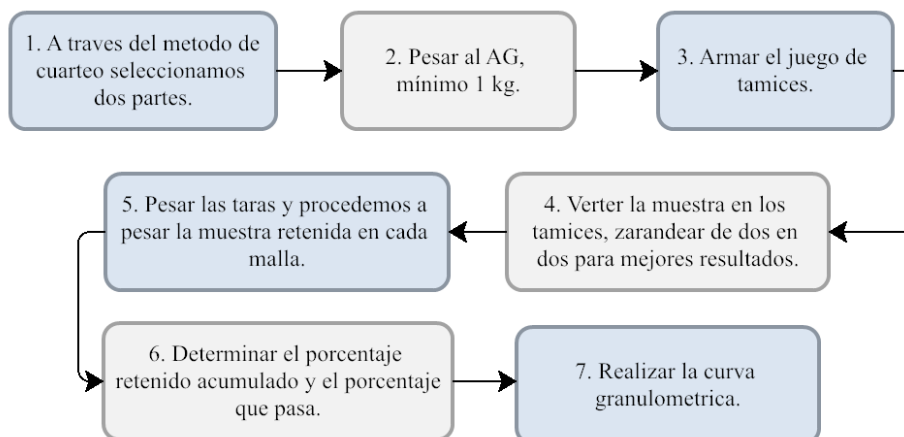
Procedimiento:

Fig. 6. Procedimiento para granulometría del agregado grueso [42].

Ensayo de peso específico y absorción del agregado fino y grueso**Para el agregado fino - NTP 400.022:2021 [43]**

La norma indica los lineamientos para determinar la gravedad específica y la absorción del agregado fino.

Equipos que se emplean:

- Fiola de 500 cm³
- Cono de absorción y pilón
- Balanza electrónica
- Taras de metal para el manejo de muestras.
- Horno con temperatura mantenida de 110 ± 5°

Procedimiento:

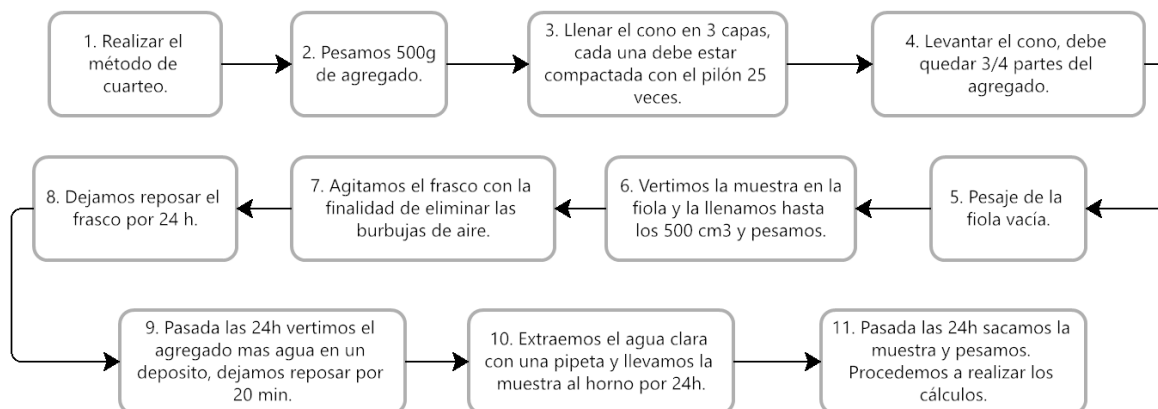


Fig. 7. Procedimiento para peso específico del agregado fino [43].

Peso específico

$$\gamma = \frac{B}{A-C} \quad (1)$$

A: Capacidad (fiola).

B: Peso de la muestra sacada del horno

C: Peso del volumen del agua en la fiola

Peso específico de masa saturada con superficie seca (PeSS)

$$PeSS = \frac{B}{B-C} \times 100 \quad (2)$$

Peso específico aparente (Pea)

$$Pea = \frac{B}{(A-C)-(A-B)} \quad (3)$$

Absorción (Ab)

$$Ab = \frac{A-B}{B} \times 100 \quad (4)$$

Para el agregado grueso - NTP 400.021:2020. [44]

Esta norma nos indica el procedimiento a seguir para determinar el peso específico seco, el saturado con superficie seca, el aparente, y además podemos calcular la absorción dejando la muestra en el horno por 24h. cabe mencionar que para obtener el peso específico de los agregados estos deben estar en estado húmedo y seco.

Equipos que se emplean:

- Matraz de 500 cm³
- Balanza electrónica
- Taras de metal para el manejo de muestras
- Horno con $110 \pm 5^\circ$

Procedimiento:

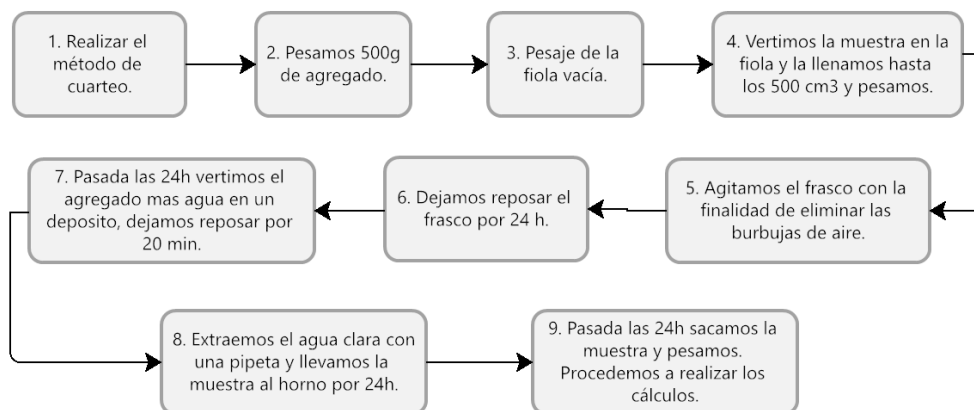


Fig. 8. Procedimiento para peso específico y absorción del agregado grueso [44]

Peso específico del agregado

$$\gamma = \frac{w_a}{w_b - w_c} \quad (5)$$

W_a: Peso de la muestra secada al aire

W_b: Muestra superficialmente saturada a la intemperie (kg).

W_c: Peso del volumen del agua el matraz

Peso específico de masa saturada con superficie seca (PeSS)

$$PeSS = \frac{w_b}{w_b - w_c} \quad (6)$$

Peso específico aparente (Pea)

$$Pea = \frac{w_a}{w_a - w_c} \quad (7)$$

Absorción (Ab)

$$Ab = \frac{w_b - w_a}{w_a} \quad (8)$$

Ensayo de humedad del agregado fino y grueso - NTP 339.185:2021

A través de este ensayo se calcula el porcentaje de humedad evaporable de los agregados. El porcentaje de humedad está comprendida por la humedad superficial y más la humedad que se pueden presentar en los poros de los materiales [45].

Equipos que se emplean:

- Balanza electrónica

- Taras de metal para el manejo de muestras.
- Horno entre $110 \pm 5^\circ$

Procedimiento

1. Pesar la muestra, mínimo 1kg para el agregado grueso y 500 gr. Mínimo de agregado fino.
2. Ingresar la muestra al horno, en este deberá permanecer 24h.
3. Pasada las 24h sacar la muestra y pesar.
4. Realizar los calcular para determinar el contenido de humedad.

Contenido de humedad (Ch)

$$Ch = \frac{Ph - Ps}{Ps} \quad (9)$$

Ps: Peso de la muestra seca

Ph: Peso de la muestra húmeda

Ensayo de peso unitario del agregado fino y grueso - NTP 400.017:2020

Esta norma indica el procedimiento para calcular la densidad aparente, lo que conocemos como peso unitario del agregado, tanto la muestra suelta como compactada. Además, indica como determinar los vacíos entre los elementos de los agregados. Esta norma es válida para agregados que no supere las 5" de tamaño máximo nominal [46].

Equipos que se emplean:

- Balanza
- Varilla de acero para apisonar
- Moldes de acero
- Mazo de goma
- Cucharón
- Brocha

Peso Unitario Suelto (PUS)

Procedimiento:

1. Pesar el molde en su estado vacío.
2. Llenar el molde máximo 5 cm arriba de la tapa de este, esto se realizara con ayuda de un cucharón, este proceso se realiza hasta llenar el molde.
3. En este paso enrasamos la superficie con la varilla de acero para apisonar.
4. Luego con ayuda de una brocha limpiamos los excedentes de material en los exteriores del molde.

5. Procedemos a pesar el molde más el agregado con ayuda de una balanza.

Tomamos datos y realizamos los cálculos:

$$PUS = \frac{M-N}{V} \times 100 \quad (10)$$

M: masa de la muestra más molde

N: Peso del molde

V: volumen del molde

Peso Unitario Compactado (PUC)

Procedimiento:

1. Pesar el molde en su estado vacío.
2. Llenar el molde máximo 5 cm arriba de la tapa de este, esto se realizará con ayuda de un cucharón, así hasta llenar el molde.
3. El molde se llena cada 1/3, cada una de las 3 capas se prensará con 25 veces con una varilla de acero, este para se realizará para las 3 capas.
4. Se ira golpeado periódicamente con la finalidad de eliminar vacíos.
5. Llenado el molde, enrasamos la superficie con la varilla de acero para apisonar.
6. Luego con ayuda de una brocha limpiamos los excedentes de material en los exteriores del molde.
7. Procedemos a pesar el molde más el agregado con ayuda de una balanza.

Tomamos datos y realizamos los cálculos:

$$PUC = \frac{M-N}{V} \times 100 \quad (11)$$

M: masa de la muestra más molde

N: Peso del molde

V: volumen del molde

Diseño de Mezcla

Es el proceso en donde se emplea la información de los componentes para obtener un concreto con los requisitos deseados. Es decir, previamente se debe tener en cuenta ciertas consideraciones, como la información de los materiales y la resistencia que se pretende lograr. Además es importante asociar el diseño de mezcla para desarrollar un excelente concreto tan económico como sea posible y que cumpla con todas las características deseadas tanto en su estado fresco como en su estado endurecido [47].

Método ACI 211

Procedimiento

Este proceso consiste en emplear tablas desarrolladas por el comité ACI 211:

I. Designar la resistencia (f'_{cr}).

El ACI presenta 3 casos según la resistencia que se requiera, cuando se cuenta con datos estadísticos, ensayos (15-30) y cuando los ensayos no pasan de 15 y/o no se cuenta con datos estadísticos. Este último caso es el que se presenta en esta investigación, por lo que se determina la resistencia con la siguiente tabla sugerida por el ACI [47].

TABLA III
RESISTENCIA REQUERIDA [47].

f'_c especificado	F'_{cr} (Kg/cm ²)
< 210	$f'_c + 70$
210 a 350	$f'_c + 84$
> 350	$f'_c + 98$

II. Designar el TMN del agregado grueso.

El TMN establecido por la norma varía según el motivo para que se lo requiera, esto puede variar según el encofrado, peralte de losas, entre otros. [47]:

III. Dignación del asentamiento

Se puede emplear los datos especificados en la siguiente tabla según la estructura:

TABLA IV
ASENTAMIENTO SEGUN ESTRUCTURA [47].

TIPO DE ESTRUCTURA	SLUMP MÁXIMO	SLUMP MÍNIMO
Zapatas y muros de cimentación reforzados	3"	1"
Cimentaciones simples y calzaduras	3"	1"
Vigas y muros armados	4"	1"
Columnas	4"	2"
Muros y pavimentos	3"	1"
Concreto ciclópeo	2"	1"

Para el caso de elementos prefabricados el concreto debe tener una consistencia seca, puesto que le dan mayor resistencia, y su asentamiento debe estar entre 0" y 1" [27].

IV. Designar el contenido de aire

TABLA V
CONTENIDO DE AIRE [47].

TNM del agregado Grueso	Aire Atrapado %
3/8"	3
1/2"	2.5
3/4"	2
1"	1.5
1 1/2"	1
2"	0.5
3"	0.3
4"	0.2

V. Designar el contenido de agua

TABLA VI
CONTENIDO DE AGUA [47]

Asentamiento	Agua en lt/m ³ , para TNM agregados y consistencias indicadas							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" (25mm) a 2" (50mm)	207	199	190	179	166	154	130	113
3" (75mm) a 4" (100mm)	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	--
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	187	184	174	166	154	--

VI. Designación de la relación agua/cemento

El ACI 211 presenta solo R a/c para un máximo de 400 kg/cm²

VII. Determinar el contenido de cemento e/f.

Se determina dividiendo Vol. Unitario del agua / Ra/c

VIII. Designar el peso del agregado grueso proporciona el valor de b/bo, donde bo y b son los pesos unitarios secos con y sin compactar respectivamente del agregado grueso.

TABLA VII
VOLUMEN DEL AGREGADO GRUESO SECO Y COMPACTADO[47]

TMN del agregado grueso	Volumen del agregado grueso seco y compactado por unidad de volumen de concreto para diversos Módulos de fineza del fino (b/bo)			
	2.4	2.6	2.8	3
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
4"	0.87	0.85	0.83	0.81

- IX. Determinar la suma de los volúmenes absolutos de todos los materiales sin considerar el agregado fino.**

$$Vol. = \frac{Peso Seco}{Peso Específico} \quad (12)$$

- X. Determinar el volumen del agregado fino.**

$$Vol. del agregado fino en m^3 = 1 - vol. absoluto m^3 \quad (13)$$

- XI. Determinar el peso en estado seco del agregado fino.**

$$P. S (kg) = Vol. (m^3) \times P. E. S. (kg/m^3) \quad (14)$$

- XII. Materiales en estado seco.**

Cemento, Agua, Aire, AG, AF, CA, FS.

- XIII. Corrección por el aporte de humedad de los agregados.**

Según Abanto C. (2009), el proceso es el siguiente:

- Masa de los materiales húmedos:

$$Peso humedo AG (kg) = (Peso AG seco) \times \left(1 + \frac{\%humedad AG}{100}\right) \quad (15)$$

$$Peso humedo AF (kg) = (Peso AF seco) \times \left(1 + \frac{\%humedad AF}{100}\right) \quad (16)$$

- Aporte de agua a la mezcla:

$$Agua en AG = (Peso AG seco) \times \left(\frac{\% humedad AG - \% absorción AG}{100}\right) \quad (17)$$

$$Agua en AF = (Peso AF seco) \times \left(\frac{\% humedad AF - \% absorción AF}{100}\right) \quad (18)$$

- Agua efectiva:

$$Agua efectiva = (Agua de diseño) - (Agua en AG + Agua en AF) \quad (19)$$

Elaboración de los adoquines de concreto

Luego de haber realizado los ensayos a los agregados cumpliendo con los estándares especificados en las NTP, se procede a realizar el diseño de mezcla para obtener las proporciones en peso de los materiales. para ello se debe seguir los siguientes pasos:

Mezclado

Los materiales se combinarán mecánicamente o manualmente, pero cabe mencionar que este último método de mezclado no es muy recomendado según [48] puesto que el material no resulta uniforme y se pueden obtener resistencias hasta de 50% menos. Ahora de acuerdo a [49] indica que el tiempo mínimo de mezclado para mezcladoras de 0.76 m³ o menos debe ser como mínimo 1 min y para mezcladoras de mayor capacidad, para cada 0.76m³ se debe aumentar 15 seg. Por cada 0.76 m³. [48] menciona que una vez la mezcla realizada, no debe transcurrir mucho tiempo entre esta fase y el embroquetado de adoquines, esto con la finalidad de evitar que la mezcla fragüe.

Moldeado

Ahora según [48], los moldes deben estar completamente limpios, seguidamente se coloca un tablero de madera donde se apoyaran los adoquines, el tiempo de vibración dependerá según la resistencia que se requiera, por lo general suele ser por 12 segundos.

Secado

Una vez desmoldados los adoquines, se ubicaran en una zona para su secado, los adoquines deberán estar protegidos del sol y del viento para impedir que el agua del adoquín se evapore y detenga el fraguado, esto afectaría a la resistencia del concreto [48].

Curado

Pasado las 24 horas secando, cada uno de los especímenes se colocaran en agua a temperatura ambiente, en un contenedor que alberguen todos los especímenes. El agua puede ser potable y limpia, además esta debe cubrir por completo a los especímenes.

Calidad del adoquín

Concreto en estado fresco

Asentamiento o Slump del concreto – NTP 339.035:2022/

Esta norma nos ayuda a controlar la consistencia del concreto, puede realizarse en el laboratorio o en obra. De esta manera podremos determinar el asentamiento del concreto y si es el adecuado para lo que queremos lograr [50].

Equipos:

- *Cono Abrams*
- *Plancha metálica*
- *Barra compactadora*
- *Cucharón*

Concreto en estado endurecido

Ensayo de absorción – NTP 399.604 – NTP 399.611:2017

La NTP 399.611 indica los requisitos, para el adoquín tipo II para un promedio de 3 adoquines la absorción máxima debe ser de 6% y de un espécimen debe ser 7.5% máximo [51].

Equipos que se emplean:

- Horno con $110 \pm 5^\circ$
- Balanza.
- Recipiente o contenedor para el agua.

Procedimiento:

1. Colocar las muestras contenedor de agua por un lapso de 24h.
2. Pasado el tiempo retiramos los adoquines, se seca el agua superficialmente con un trapo y procedemos a pesar la masa saturada.
3. Se calcula el peso de la muestra sumergida, posteriormente se lleva al horno y se deja secar por 24 horas.
4. En este paso se pesa la muestra sacada del horno.

Cálculos:

$$A = \frac{B-C}{C} \times 100 \quad (20)$$

$$D = \frac{C}{B-S} \times 100$$

(21)

B: espécimen saturado luego de 24h (kg).

C: muestra seca sacada del horno (kg).

S: peso sumergido.

D: Densidad.

A: Absorción

Ensayo de variación dimensional – NTP 399.611:2017

La norma de unidades de albañilería. Adoquines de concreto para pavimentos, indica las tolerancias máximas dimensionales que se puede tener con respecto al largo (± 1.6 mm), ancho (± 1.6 mm) y espesor (± 3.2 mm) del adoquín de concreto[51].

Equipos que se emplean:

- Vernier

Ensayo de resistencia a la compresión – NTP 399.611:2002

Esta norma nos indica el proceso para determinar la resistencia a la compresión de los especímenes fabricados [52].

Equipos que se emplean:

- Prensa hidráulica

Procedimiento:

1. Una vez completado el tiempo de curado
2. Se coloca el espécimen en la plataforma de la prensa.
3. Centramos la muestra con respecto a la superficie de la prensa.
4. Se activa la prensa y se aplica la carga al espécimen.

$$R = \frac{P}{A} \quad (22)$$

R: Resistencia obtenida (kg/cm²).

P: Carga aplicada en kg

A: área del espécimen cm².

Ensayo de resistencia a flexotracción – ITINTEC 339.124 - COGUANOR NTG 41087 h1- COGUANOR NTG 41086

NTG 41087 h1: Determinación del módulo de ruptura de los adoquines de concreto.

El ensayo consiste en aplicar una carga lineal al adoquín de concreto previamente apoyado en sus extremos[53]. La carga será aplicada uniformemente hasta que se produzca la rotura [54]. Además, la NTG 41086 especifica la resistencia mínima que debe tener cada espécimen [55].

Equipos que se emplean:

- Máquina de ensayo para determinar la resistencia a flexión.

- 3 varillas de acero de 3/8”.
- Brocha

Procedimiento:

1. Retirar los especímenes del depósito de curado y dejar reposar 24h, seguido de eso realizamos el ensayo.
2. Se coloca el espécimen en la plataforma de la máquina, con la superficie de desgaste hacia arriba.
3. Colocar dos varillas paralelas entre sí en la base del espécimen, deben estar ubicadas a 10 mm de los laterales del espécimen.
4. La tercera varilla se ubica en el centro de la superficie de desgaste del espécimen.
5. Se activa la maquina y se ejerce la carga.

$$MR = \frac{3PL}{2BH^2} \quad (23)$$

MR: Modulo de rotura en Mpa.

P: Carga aplicada máxima en N.

L: Distancia entre las varillas de apoyo en mm.

B: Distancia de la varilla menor en mm.

H: Espesor del adoquín.

Ensayo para determinar la resistencia a la abrasión mediante el método de rodillo giratorio – ASTM C944

La ASTM da los lineamiento para el método estándar para la resistencia a la abrasión del concreto o superficies de mortero mediante el método del rodillo giratorio [56]. Tiene como finalidad determinar el módulo de rotura.

Equipos que se emplean:

- Taladro de banco o equipo similar
- Rodillo giratorio
- Brocha

Procedimiento:

1. Pesar el espécimen.
2. Fijar la muestra al apoyo del taladro.
3. Activar el equipo y bajar de manera pausada hasta hacer contacto con la superficie del adoquín.

4. Aplicar una carga normal o una doble carga durante 3 ciclos de 2 minutos a 200 rev/min, después de cada ciclo se determina la masa.

$$\%desgaste = \frac{P_f - P_i}{P_i} \times 100 \quad (24)$$

Pi: Peso inicial.

Pf: Peso final.

Materiales y métodos

Tipo y nivel de investigación

Investigación tipo aplicada experimental, se está manipulando dos variables independientes, se añadirá parcialmente conchas de abanico trituradas y porcentajes de fibras de sisal, y se medirá por medio de ensayos de laboratorio el efecto en las propiedades físicas y mecánicas del adoquín de concreto tipo II.

Por medio de la presente investigación se busca plasmar un antecedente del efecto que puede causar las conchas de abanico y fibras de sisal a las propiedades físico-mecánicas del adoquín por tanto la presente investigación tiene nivel de investigación explicativa.

Diseño de investigación

Para la comprobación de la hipótesis, se considerará un grupo experimental (GE) y otro de control (GC). A continuación, se presenta la representación lógica de la investigación:

GE1	→	X1	→	M ₁
GE2	→	X2	→	M ₂
GE3	→	X3	→	M ₃
GE4	→	X4	→	M ₄
GE5	→	X5	→	M ₅
GE6	→	X6	→	M ₆
GC	→	-	→	M ₂

GE1, GE2, GE3, GE4, GE5, GE6: Adoquines GE.

GC: Adoquín muestra patrón.

X1: Adoquines con 1% FS +10%CA.

X2: Adoquines con 1% FS +20%CA

X3: Adoquines con 1% FS +30%CA

X4: Adoquines con 1.5% FS +10%CA

X5: Adoquines con 1.5% FS +20%CA

X6: Adoquines con 1.5% FS +30%CA

M: Medición de las propiedades físico-mecánicas del adoquín de concreto tipo II.

-: No aplica variable independiente

Hipótesis

Reemplazando al árido fino en porcentajes de conchas de abanico (CA) en presencia de fibras de sisal aporta a la mejora de las propiedades físico-mecánicas del adoquín de concreto tipo II.

Criterios de selección

La NTP 339.183 precisa que se debe usar como mínimo 3 especímenes para cada tiempo de curado y para cada porcentaje. En la presente investigación se elaboraron 3 especímenes para 7, 14 y 28 días de la muestra patrón y 3 especímenes para cada dosificación con la finalidad de realizar los ensayos físicos y mecánicos [57], para los especímenes modificados se planteó curar solo a los 28 días debido a que los resultados obtenidos a esta edad serán comparados con los resultados de las muestras patrón.

Población

La población para esta investigación está constituida por la cantidad de adoquines convencionales que vienen a ser la muestra patrón más los adoquines modificados con CA en presencia de fibra de sisal.

Los adoquines fueron diseñados para tránsito vehicular ligero, cumpliendo con los requisitos especificados en la NTP 399.611. Los porcentajes fueron escogidos por conveniencia en base a los antecedentes revisados, para elegir los porcentajes de CA se tomó en consideración a diversas investigaciones donde emplearon variables similares a las de esta investigación; [10] en su investigación emplearon conchas marinas para sustituir en porcentajes de 10%, 20% y 30 % al agregado fino para elaborar concreto; por otra parte [14] en su revisión del impacto de las conchas marinas en la construcción, recomienda que 20% es óptimo para reemplazar al agregado fino; [17] recomienda usar chonchas marinas como máximo 40%, puesto que al reemplazar en porcentajes mayor las características mecánicas disminuyeron.

En base a lo expuesto, en esta investigación se eligieron porcentajes de 10%, 20% y 30% de CA para reemplazar al agregado fino.

Para la selección de los porcentajes de la fibra de sisal se revisaron antecedentes, en [13] emplearon 1% de fibra de sisal en su investigación y comprobaron que las fibras pueden absorber energía y otorgar a las estructuras la capacidad de resistir cargas incluso después de la formación de fisuras; [19] emplearon fibra de sisal en porcentajes de 1% y 2% para producir concreto, obtuvieron mayores resultados en las propiedades con 1% de sisal que con 2% ; otro estudio es el de [18] donde adicionaron 1% de fibra de yute en relación al peso

TABLA X
GRUPO EXPERIMENTAL CON 1.5% DE FS

DISEÑO	ADOQUIN 6 TIPO II CON 1.5% DE FIBRA DE SISAL															TOTAL
	COMPRESIÓN			ABRASIÓN			FLEXOTRACCIÓN			VARIACION DIMENCIONAL			ABSORCIÓN			
DIAS	CONCHA DE ABANICO			CONCHA DE ABANICO			CONCHA DE ABANICO			CONCHA DE ABANICO			CONCHA DE ABANICO			
	10%	20%	30%	10%	20%	30%	10%	20%	30%	10%	20%	30%	10%	20%	30%	
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
28	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	45
TOTAL	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	45

Muestra y muestreo

La muestra para este estudio será igual al de la población. El muestreo es no probabilístico por conveniencia puesto que los especímenes tienen la misma probabilidad de ser escogidos para el estudio.

Variables y operacionalización

Variable independiente

Argopecten purpuratus (Conchas de abanico) en presencia de fibras de sisal.

Variable dependiente

Propiedades físico-mecánicas del adoquín tipo II.

Tablas de operacionalización de variables

TABLA XI
OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES INDEPENDIENTES

VARIABLE INDEPENDIENTE	INDICADOR	UND DE MEDIDA	RANGO DE APLICACIÓN	MÉTODO DE MEDICIÓN (Instrumento, Ensayo, NTP)
Argopecten purpuratus (Conchas de abanico) y fibra de sisal	Dosificación las conchas de abanico	%	10%, 20%, 30%	Balanza
	Dosificación de las fibras de sisal	%	1%, 1.5%	Balanza

TABLA XII
OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES DEPENDIENTES

VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIÓN	ESCALA DE MEDICIÓN	INDICADOR	UND DE MEDIDA	MÉTODO DE MEDICIÓN (Instrumento, Ensayo, NTP)
Adoquín tipo II	Es un bloque de concreto destinado al tránsito vehicular ligero, sus dimensiones son de 10x20 (cm) y su espesor es de 60 mm, deberá cumplir con ciertas especificaciones técnicas establecidas por la norma.	Diseño de mezcla	De razón	Cemento MS	Bls	Balanza
				f'c de 420	kg/cm ²	NTP 399.611
				Adoquín tipo II	Tipo	NTP 399.611
				Dimensiones de 20x10(largo y ancho)	cm	NTP 399.611
				Espesor de 60	mm	NTP 399.611
				Longitud de la fibra de sisal entre 5-12	mm	
				Diámetro min.	mm	NTP 400.037
				Proporción	kg	ACI 211
		Propiedades físicas del concreto fresco	De razón	Asentamiento (Slump)	pulg.	NTP 339.035, 2009 / ASTM C-143
		Propiedades Físicas del Adoquín	De razón	Variación dimensional	mm	Ensayo de variación dimensional / NTP 399.611
				Absorción	%	Ensayo de absorción / NTP 399.611
		Propiedades Mecánicas del Adoquín	De razón	Resistencia a la flexotracción	kg/cm ²	Ensayo de resistencia a la flexotracción / ITINTEC 339.124
				Resistencia a la abrasión	mm ³	Ensayo de resistencia a la abrasión/NTP 339.624
				Resistencia a la compresión	kg/cm ²	Ensayo de resistencia a la compresión/NTP 339.604
		Análisis de costos	De razón	Análisis de precios unitarios	S/.	

La longitud de la fibra fue escogida en base a los antecedentes, [18] en su estudio empleo fibras de yute entre 3-5 mm para sus adoquines; mientras que [19] empleo fibras de 6mm y 12 mm para la elaboración de concreto.

En base a estos datos en este estudio se consideró emplear fibras de entre 5 a 12 mm, no se utiliza de mayor longitud debido a que habría problemas al realizar la mezcla, al no distribirse correctamente, pudiendo ocasionar porosidad en los adoquines afectando así sus propiedades físico-mecánicas.

Diseño de contrastación de hipótesis

Para demostrar la hipótesis se empleará lo siguiente: para evaluar las propiedades físicas del adoquín se realizaron ensayos de absorción y de variación dimensional, para las propiedades mecánicas se realizaron ensayos de compresión, flexotracción y de abrasión, para llevar a cabo este procedimiento hizo uso de las normas mencionadas en las tablas de operacionalización de variables. De esta manera se comprobará si las propiedades mejoraron con respecto a las muestras patrón. Los porcentajes de conchas de abanico que se emplearan son de 10%, 20% y 30%; para las fibras de sisal se manejan dos porcentajes uno de 1% y el otro de 1.5%.

Técnicas e instrumentos aplicados

Técnicas

La observación directa para documentar los resultados obtenidos de la investigación.

Se revisó literatura en donde emplearon los porcentajes en la investigación, así como estudios actuales para mejorar las propiedades de los adoquines. Esta literatura fue de apoyo para cumplir con los objetivos previstos en la investigación.

Se llevo un control del entorno al momento de llevar a cabo los ensayos para garantizar unos resultados válidos y confiables.

Fuentes

Para la recopilación de antecedentes se utilizó bases de datos como Scopus y ScienceDirect.

Para la realización de los ensayos se emplearon las siguientes normas: Normas Técnicas Peruanas (NTP), ASTM, ACI.

Programas

Microsoft Excel

Microsoft Power Point

Microsoft Word

Bizagi Modeler

Flujograma

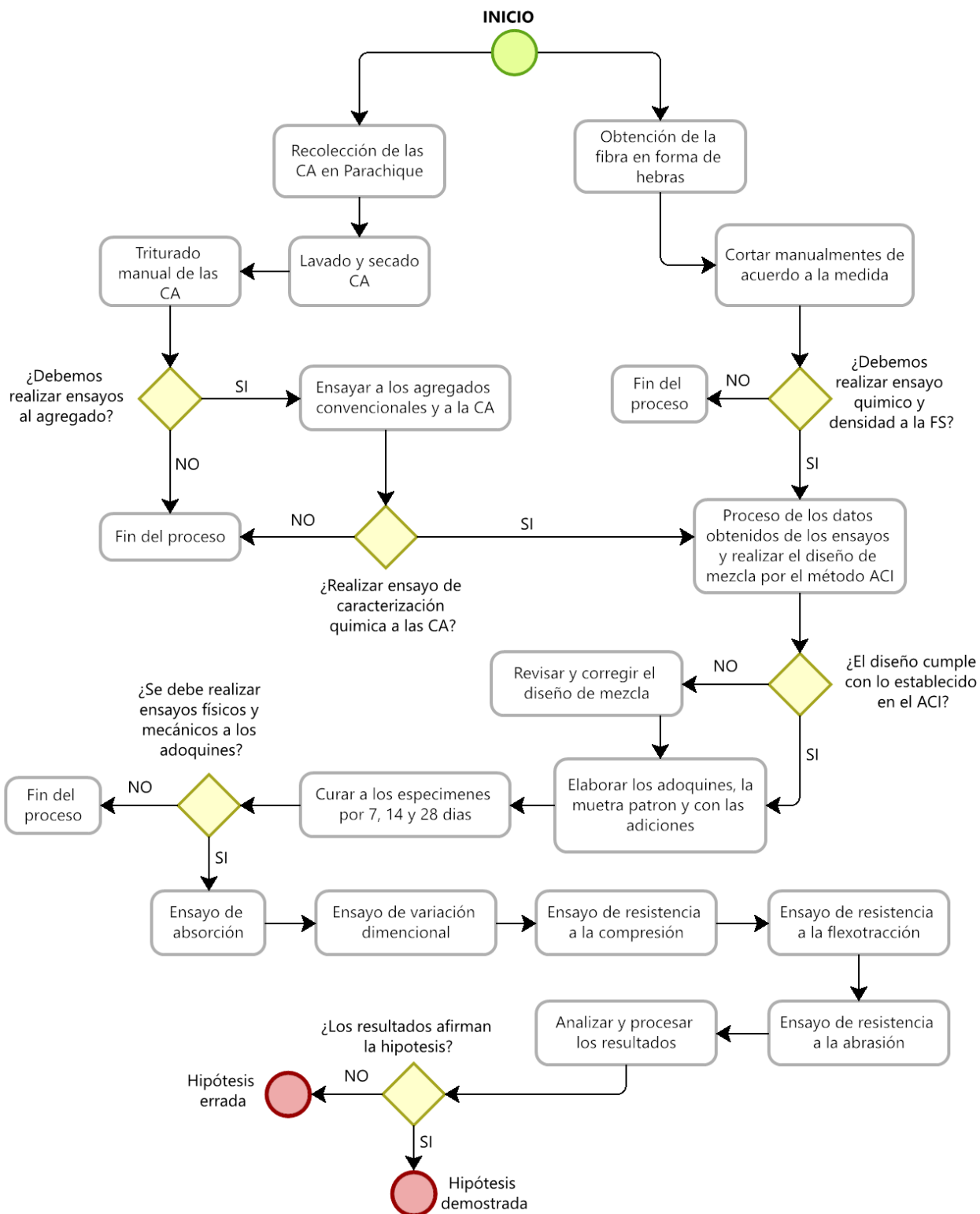


Fig. 9. Flujograma.

Procedimiento

Agregados

El agregado grueso es procedente de la cantera tres tomas, ubicada en la provincia de Ferreñafe, la otra cantera esta ubicada en Pátapo (la Victoria) de esta se extrajo el agregado fino, ambas ubicadas en la región Lambayeque. Estos agregados han sido ensayados de acuerdo con las normas expuestas en la base teórica. El cemento elegido para esta investigación es el cemento tipo MS, por su aporte contra los agentes agresivos del entorno.

Recolección y trituración de residuos de las conchas de abanico

Paso 1

Tomando en cuenta los distintos puntos de criaderos de CA a lo largo de la costa peruana y cuál de ellos son los mayores productores, ahora bien, se procedió a seleccionar el punto más adecuado, así pues, Parachique fue el punto más adecuado por ser el mayor productor a nivel nacional y por su cercanía a Lambayeque en comparación con los demás criaderos. Parachique es una localidad ubicada en la provincia de Sechura - Piura.



Fig. 10. Montículos de conchas de abanico en Parachique.



Fig. 11. Recolección de las conchas de abanico.

Ahora bien, luego de la obtención se transportó el material con destino a Chiclayo, el siguiente paso fue limpiar las CA puesto que fueron extraídas de un botadero, para ello se realizó un prelavado y posteriormente un lavado con la finalidad de limpiar completamente las conchas de abanico.



Fig. 12. Lavado de las CA.



Fig. 13. Lavado de las CA.

Paso 2

Esparcimos las conchas de abanico en este caso fue sobre un cartón de tal manera que la parte exterior quede hacia arriba y la interior hacia para que el agua pueda escurrirse, se cubrió con un plástico para proteger de las partículas en suspensión.

Fig. 14. Conchas de abanico secando.



Paso 3

En este paso se realiza la trituración, del tamaño adecuado para que pueda reemplazar al agregado fino, se realizó de forma manual, empleando una comba y un marco hecho de 4 tablas y clavos para evitar que se disperse a los costados al momento de golpear.



Fig. 15. Triturando las conchas de abanico.



Fig. 16. Triturando las conchas empelado una comba.

Adquisición de la fibra de sisal

Paso 1

La fibra se compró en forma hebras, cada porción de 500 gr., consultándole al negociante menciono que la fibra es procedente de la provincia de Santa Cruz posteriormente se cortó según la dimensión propuesta, para ello se utilizó una regla y una tijera.



Fig. 17. Adquiriendo la fibra de sisal.

Paso 2

Posteriormente se cortó la fibra según la dimensión propuesta, para ello se utilizó una regla, una tijera y una tina para depositar.



Fig. 18. Proceso de cortado de la fibra.

ENSAYOS DE LABORATORIO PARA LOS AGREGADOS GRANULOMETRÍA

Se realizo el ensayo de granulometría a los agregados convencionales, y a las CA.

Agregado grueso

La muestra ensayada peso 1651.09 gramos. Se ordeno los tamices según la Tabla XIII.

TABLA XIII

PESOS RETENIDOS DE CONFITILLO

Malla		Peso
Pulg.	(mm.)	Ret.
3/4"	19.00	0.0
1/2"	12.70	0.0
3/8"	9.52	92.8
N°04	4.75	1030.7
N°08	2.36	355.8
N°16	1.19	100.6
N°50	0.30	43.6
Fondo		27.6

En la Tabla XIII se presentan los pesos retenidos en cada malla, siendo la N°4 la que retuvo mayor peso con 1030.7 gr. mientras que la que menor retuvo fue la malla N°50 con 43.6 gr. y el material de fondo fue de 27.6 gr.



Fig. 19. Preparación y pesado de la muestra de AG.



Fig. 20. Material retenido en las diferentes mallas.

Agregado fino

La masa muestra ensayada fue de 787.47 gr. dicha muestra fue secada previamente al aire libre, se cuarteo y se seleccionó el material. Al igual que para el agregado grueso se ordenó los tamices y se pesó cada peso retenido.

TABLA XIV

PESOS RETENIDOS DEL AGREGADO FINO

Malla		Peso Ret.
Pulg.	(mm.)	
1/2"	12.700	0
3/8"	9.500	0
N°04	4.750	13.73
N°08	2.360	21.60
N°16	1.180	206.81
N°30	0.600	290.66
N°50	0.300	181.11
N°100	0.150	60.18
Fondo		13.38

La tabla muestra que la malla N°30 es la que mas material a retenido con 290.66 gr. por otro lado la malla N°4 fue la que menos retuvo con 13.73 gr. y el material que paso al fondo fue de 13.78 gr.



Fig. 21. Peso del AF.



Fig. 22. Zarandeo manual de la muestra.

CONTENIDO DE HUMEDAD

Agregado grueso

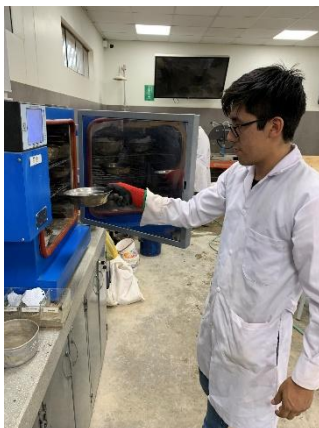
Se empleó 3 muestras de confitillo, en este caso fue de 1700 gr, 1690 gr. y 1695 gr. Ya que la norma indica como mínimo 1000 gr. En la siguiente tabla se muestran los datos obtenidos de laboratorio.

TABLA XV
DATOS DE HUMEDAD DEL AG

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	1700	1690	1695
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	1689.9	1679.6	1685.2
D.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0.0	0.0
E.- Contenido de humedad	(%)	0.60	0.62	0.58

La Tabla XV presenta las porciones en su estado húmedo y el peso de las muestras secas después de haber pasado 24h en el horno. Se presenta además el grado de humedad para cada una de las porciones siendo la menos de 0.58 %, de estas tres muestras se sacará un promedio, este cálculo se presenta en la sección de resultados.

Fig. 23. Ingreso de muestras la horno.



Agregado fino

Se realizo el contenido de humedad para 3 fragmentos de complemento fino, en este caso fue de 700 gr, 689 gr. y 695 gr. considerando que como mínimo debe ser 500 gr. En la siguiente tabla presenta los pesos y la porción seca después de haber pasado 24h en el horno.

TABLA XVI
DATOS DE LABORATORIO DEL AF

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	700	689	695
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	693.3	683.2	690.1
D.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0.0	0.0
E.- Contenido de humedad	(%)	0.97	0.85	0.71

Para el agregado fino de la misma manera se pesó tres muestras en su estado húmedo, se muestran en la tabla los pesos secos calculados luego de que la muestra haya pasado 24h en el horno. Se presenta además el grado de humedad para cada una de las porciones siendo la menor de 0.71 %, de estas tres muestras se sacará un promedio, este cálculo se presenta en la sección de resultados.



Fig. 24. Pesaje de muestras.

PESO ESPECIFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCIÓN

Agregado grueso

Este ensayo se aplicó para determinar el peso específico y la cantidad de agua que absorbe el agregado, para ello se empleó tres muestras de 500g.

TABLA XVII

DATOS DE LAB. PARA AGREGADO GRUESO

1.- Peso de la muestra superficialmente seca	(g)	500	500	500
2.- Peso del frasco	(g)	185.64	185.64	185.64
3.- Peso de la muestra Sup. Seca + Peso del Matraz + Peso del agua	(g)	987.83	986.74	985.53
4.- Peso de la muestra Sup. Seca + Peso del Matraz	(g)	685.64	685.64	685.64
5.- Peso del agua	(g)	302.19	301.10	299.89
6.- Peso de la muestra secada al horno + Peso del Matraz	(g)	683.28	683.48	683.60
7.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	497.64	497.84	497.96
8.- Volumen del Matraz	(g)	500.00	500.00	500.00

La tabla anterior presenta los pesos del agregado, el de los equipos, el peso del agua, además se presenta los pesos de las muestras luego de haber pasado 24h sacando a temperatura constante en el horno. Los cálculos se presentan en la sección de resultados.

TABLA XVIII
CALCULOS

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.52	2.50	2.49
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.53	2.51	2.50
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.55	2.53	2.51
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	0.47	0.43	0.41

La tabla anterior presenta el peso específico y porcentaje de absorción de cada una de las tres muestras de estas muestras se sacará el promedio, este cálculo se presenta en el apartado de resultados.



Fig. 25. Pesaje de la muestra y lista para dejar saturar 24h.

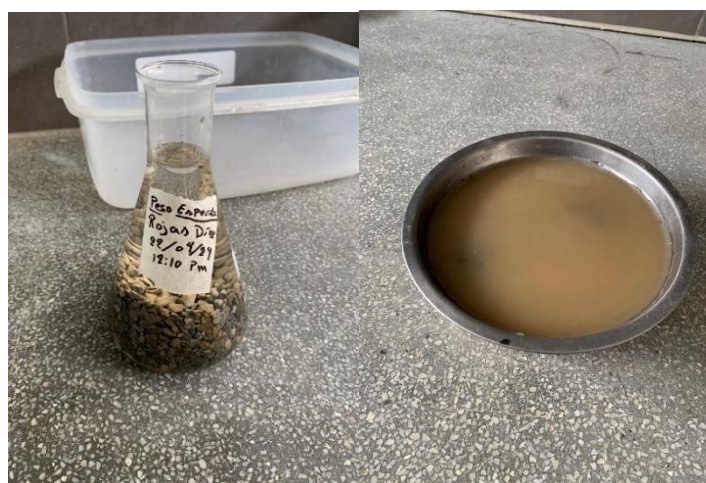


Fig. 26. Muestra luego de 24h y tara antes de ingresar al horno.

Agregado fino

- Para realizar este ensayo se empleó tres muestras de 500g.

TABLA XIX

DATOS DE LAB. DEL AF PARA PESO ESPEC. Y ABSORCIÓN

1.- Peso de la muestra superficialmente seca	(g)	500.0	500.0	500.0
2.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + Peso del Agua	(g)	1013.2	1014.7	1014.1
3.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco	(g)	709.6	709.6	709.6
4.- Peso del Agua	(g)	303.6	305.1	304.46
5.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasco	(g)	702.71	705.51	705.14
6.- Peso del Frasco	(g)	209.61	209.61	209.61
7.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	493.10	495.90	495.53
8.- Volumen del frasco	(g)	500	500	500

La tabla anterior presenta los pesos del agregado, el de los equipos, el peso del agua, además se presenta los pesos de las muestras luego de haber pasado 24h sacando a temperatura constante en el horno.

TABLA XX

CALCULOS

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.511	2.544	2.534
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.546	2.565	2.557
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.602	2.599	2.593
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	1.40	0.83	0.90

La tabla XX presenta los resultados de laboratorio obtenidos, de esto se sacara un promedio, este cálculo está en el apartado de resultados.



Fig. 27. Condición SSS – Eliminación de burbujas de aire.



Fig. 28. Muestra saturada - Muestra reposando.

PESO UNITARIO SUELTO

Agregado grueso

En seguida, se presenta los pesos del material y de los moldes. Empleando un cucharón hasta llenar el recipiente. Los resultados se presentan en el apartado de resultados y discusión.

TABLA XXI

DATOS PARA EL PESO UNITARIO SUELTO DEL AG

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	12574.3	12578.9	12596.1
2.- Peso del recipiente	(gr.)	8480.00	8480.00	8480.00
3.- Peso del material	(gr.)	4094.30	4098.90	4116.10
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00299	0.00299	0.00299
5.- Peso unitario suelto seco	(kg/m ³)	1369.33	1370.87	1376.62
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)		1372.27	



Fig. 29. Vaciado del agregado en el molde.

Agregado fino

En la Tabla XXII se presenta los pesos del material y de los moldes para el agregado fino. En este caso solo se vierte el material hasta llenar el recipiente. Los resultados se presentan en el apartado de resultados y discusión.

TABLA XXII

DATOS PARA EL PESO UNITARIO SUELTO DEL AF

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	13356	13413	13381
2.- Peso del recipiente	(gr.)	8480.00	8480.00	8480.00
3.- Peso del material	(gr.)	4876.00	4933.00	4901.00
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00299	0.00299	0.00299
5.- Peso unitario suelto seco	(kg/m ³)	1630.77	1649.83	1639.13
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)		1639.91	



Fig. 30. Vertido de agregado fino en el molde.

PESO UNITARIO COMPACTADO

Agregado grueso

La Tabla XXIII presenta los pesos del material y de los moldes para el agregado grueso. En este caso se vierte el material y se compacta cada tercio del molde con una varilla de acero hasta llenar el recipiente. Los resultados se presentan en el apartado de resultados y discusión.

TABLA XXIII

DATOS PARA EL PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AG

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	12970.3	12979.4	12981.4
2.- Peso del recipiente	(gr.)	8480.00	8480.00	8480.00
3.- Peso del material	(gr.)	4490.30	4499.40	4501.40
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00299	0.00299	0.00299
5.- Peso unitario compactado seco	(kg/m ³)	1501.77	1504.82	1505.48
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1504.02		



Fig. 31. Equipos y compactado del agregado grueso.

Agregado fino

- La Tabla XXIV presenta los pesos del material y de los moldes para el agregado fino. En este caso se vierte el material y se compacta cada tercio del molde con una varilla de acero hasta llenar el recipiente. Los resultados se presentan en el apartado de resultados y discusión.

TABLA XXIV

DATOS PARA EL PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AF

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	13737	13688	13649
2.- Peso del recipiente	(gr.)	8480.00	8480.00	8480.00
3.- Peso del material	(gr.)	5257.00	5208.00	5169.00
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00299	0.00299	0.00299
5.- Peso unitario compactado seco	(kg/m ³)	1758.19	1741.81	1728.76
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1742.92		



Fig. 32. Compactado del agregado fino.

Ensayos a las conchas de abanico (CA)

Granulometría

Agregado - CA

Se realizó el ensayo de granulometría a las conchas de abanico al igual que al agregado fino, la muestra ensayada fue de 830.0 gr. En la Tabla XXV se muestran las mallas y los pesos retenidos en cada una de ellas.

TABLA XXV

PESOS RETENIDOS DEL AGREGADO FINO (CA)

Malla		Peso Ret.
Pulg.	(mm.)	
1/2"	12.700	0
3/8"	9.500	0
N°04	4.750	8.00
N°08	2.360	39.01
N°16	1.180	212.14
N°30	0.600	292.04
N°50	0.300	201.14
N°100	0.150	62.24
Fondo		15.43

La tabla muestra que la malla N°30 es la que más material a retenido con 292.04 gr. por otro lado la malla N°4 fue la que menos retuvo con 8.00 gr. y el material que paso al fondo fue de 15.43 gr.



Fig. 33. Pesaje de la muestra y zarandeo.

CONTENIDO DE HUMEDAD

Agregado - CA

Para determinar el grado de humedad se plantearon tres pesos de 500 gr., 506 gr. y 500 gr. La Tabla XXVI presenta el peso de las muestras, los pesos luego de pasar 24h en el horno, el resultado se presenta el apartado de resultados y discusión.

TABLA XXVI

DATOS DE HUMEDAD DE LAS CA

A.- Peso de muestra húmeda (gr.)	500	506	500
B.- Peso de muestra seca (gr.)	495.7	501.87	496.21
C.- Peso de recipiente (gr.)	0.0	0.0	0.0
D.- Contenido de humedad (%)	0.87	0.82	0.76

Para las CA de la misma manera que para el agregado fino se pesó tres muestras en su estado húmedo, se puede observar en la tabla los pesos secos calculados luego de que la muestra haya pasado 24h en el horno. Se presenta además el grado de humedad para cada una de las porciones.



Fig. 34. Ingreso de muestras al horno.



Fig. 35. Muestra sacada del horno.

PESO ESPECIFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCIÓN

Agregado - CA

Las muestras ensayadas fueron tres cada una de 500 gr. Con este ensayo se determinó el peso específico y el porcentaje de absorción de las conchas de abanico. En la Tabla XXVII se presentan los pesos de las muestras, el peso del frasco y el peso luego de pasar 24 horas en el horno.

TABLA XXVII

DATOS DE LAB. DE LAS CA PARA PESO ESPEC. Y ABSORCIÓN

1.- Peso de la muestra superficialmente seca	(g)	500.0	500.0	500.0
2.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + Peso del Agua	(g)	1023.71	1023.51	1017.11
3.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco	(g)	709.61	709.61	709.61
4.- Peso del Agua	(g)	314.10	313.90	307.50
5.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasco	(g)	700.41	700.31	707.04
6.- Peso del Frasco	(g)	209.61	209.61	209.61
7.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	490.80	490.70	497.43
8.- Volumen del frasco	(g)	500	500	500

En la tabla XXVII están los pesos de las muestras, el peso del frasco (fiola), los pesos de la muestra más el peso de la fiola y el peso del agua, además se presenta los pesos de las muestras luego de haber pasado 24h sacando a temperatura constante en el horno.

TABLA XXVIII
CALCULOS

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA (g/cm ³)	2.640	2.637	2.584
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO (g/cm ³)	2.690	2.687	2.597
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE (g/cm ³)	2.778	2.775	2.619
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	1.87	1.90	0.52

La tabla XXVIII presenta el peso específico y porcentaje de absorción de cada una de las tres muestras de estas muestras se sacará el promedio, este cálculo se presenta en el apartado de resultados.



Fig. 36. Liberando aire atrapado entre las partículas.



Fig. 37. Muestra saturada después de 24h y después de 24h en el horno.

PESO UNITARIO SUELTO

Agregado - CA

- En la Tabla XXIX se presenta los pesos del material y de los moldes. En este caso solo se vierte el material hasta llenar el recipiente. Los resultados se presentan en el apartado de resultados y discusión.

TABLA XXIX

DATOS PARA EL PESO UNITARIO SUELTO PARA LAS CA

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	13371	13462	13359
2.- Peso del recipiente	(gr.)	8480.00	8480.00	8480.00
3.- Peso del material	(gr.)	4891.20	4982.40	4878.60
4.- Constante ó Volumen	(cm ³)	0.00	0.00	0.00
5.- Peso unitario suelto seco	(kg/m ³)	1635.85	1666.35	1631.64
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1644.6		



Fig. 38. Llenado del molde con la muestra de CA.

PESO UNITARIO COMPACTADO

Agregado - CA

- En la Tabla XXXII se presenta los pesos del material. En este caso solo se vierte el material hasta llenar el recipiente. Los resultados se presentan en el apartado de resultados y discusión.

TABLA XXX

DATOS PARA EL PESO UNITARIO COMPACTADO PARA LAS CA

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	13709.1	13669.7	13664.3
2.- Peso del recipiente	(gr.)	8480.00	8480.00	8480.00
3.- Peso del material	(gr.)	5229.10	5189.70	5184.30
4.- Constante ó Volumen	(cm ³)	0.00	0.00	0.00
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1748.86	1735.69	1733.88
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1739.48		



Fig. 39. Compactado de las capas de la muestra de CA.

Diseño de mezcla – ACI 211

Datos

Cemento:

- ✓ Tipo MS
- ✓ Marca Pacasmayo
- ✓ P. específico es 2.9 kg/m³
- ✓ Pesa 42.5 kg

Agua:

- ✓ Agua potable de la red pública de Chiclayo
- ✓ P. específico es 1000 kg/m³

Diseño: 420 kg/cm²

TABLA XXXI

RESUMEN DE PROPIEDADES DEL AF Y AG

Propiedades	Und	A. Grueso	A. Fino
01.- TMN	pulg.	3/8"	-----
02.- Peso Unitario suelto seco	kg/m ³	1372.27	1639.91
03.- Peso Unitario compactado seco	kg/m ³	1504.02	1742.92
04.- Peso específico de masa seco	kg/cm ³	2.50	2.53
05.- Contenido de humedad	%	0.60	0.84
06.- Contenido de absorción	%	0.44	1.04
07.- Módulo de fineza	-	-----	2.94

Cálculos para el diseño – Muestra Patrón

✓ Resistencia ($f'c$):

Debido a que no se cuenta con datos estadísticos, el consejo del ACI recomienda aumentar 98 kg/cm². Esto partiendo como base la resistencia mínima que sugiere la NTP 399.611 para adoquín tipo II de 60 mm de espesor.

$$f'c = f'c + 98$$

$$f'c = 420 + 98$$

$$f'c = 518 \text{ kg/cm}^2$$

✓ TMN del agregado grueso:

En los ensayos granulométricos se obtuvo:

$$TMN = 3/8''$$

✓ **Slump:**

El ACI plantea un cuadro con revenimientos para distintos tipos de estructuras, sin embargo, para elementos prefabricados no plantea un valor especificado por lo que se seleccionó de acuerdo a [27] en donde indica que para estos casos la consistencia debe estar entre 0" y 1":

$$\text{Slump} = 0.197''$$

✓ **Contenido de aire**

El contenido de aire se selecciona de acuerdo al tamaño máximo nominal.

$$TMN = 3/8''$$

$$\text{Contenido de aire} = 3\%$$

✓ **Contenido de agua**

Para el cálculo se debe conocer el TMN del agregado grueso y el revenimiento.

SI: $TMN = 3/8$ y Slump está entre 0" a 1" sera:

$$((75 + 100)/2) \quad 228$$

$$((25 + 50)/2) \quad 207$$

$$((0 + 10)/2) \quad X$$

$$\frac{5 - 87.5}{x - 228} = \frac{87.5 - 37.5}{228 - 207}$$

$$X = 193.35$$

$$\text{Contenido de agua} = 193.35 \text{ lt/m}^3$$

✓ **Relación a/c por resistencia**

Determinada la resistencia deseada $F'c = 518 \text{ kg/cm}^2$. Se realiza una interpolación y determinamos la relación a/c para la resistencia de 518 kg/cm^2 , entonces:

$$400 \quad 0.43$$

$$450 \quad 0.38$$

$$518 \quad X$$

$$\frac{518 - 400}{x - 0.43} = \frac{450 - 400}{0.38 - 0.43}$$

$$a/c = X = 0.312$$

✓ **Contenido de cemento**

Para ello realizamos la siguiente ecuación:

$$\text{Contenido del cemento} = \frac{\text{Contenido de agua}}{\text{Relación a/c}}$$

$$\text{Contenido del cemento} = \frac{193.35}{0.312}$$

$$\text{Contenido del cemento} = 619.71 \text{ kg/m}^3$$

Donde:

$$FC = \frac{619.71}{42.5}$$

$$FC = 14.58 \text{ bls}$$

✓ **Peso del agregado grueso**

La Tabla VII da los alcances para en función del TMN que es 3/8" y del módulo de fineza del agregado fino que es 2.94. b (PUC) y bo (PUS).

PUC seco del agregado grueso: 1504.02 kg/m³

$$2.80 \quad 0.46$$

$$2.94 \quad X$$

$$3.00 \quad 0.44$$

$$\frac{3.00 - 2.80}{0.44 - 0.46} = \frac{3.00 - 2.94}{0.44 - X}$$

$$b/bo = X = 0.446$$

Donde:

$$\text{Peso del agregado grueso} = 0.446 \times 1504.02$$

$$\text{Peso del agregado grueso} = 671.40 \text{ kg}$$

✓ **Volúmenes absolutos y peso en estado seco de los materiales excepto el agregado fino**

Donde:

$$\text{Volumen} = \frac{\text{Peso Seco}}{\text{Peso Específico}}$$

Para el cemento:

$$\text{Contenido del cemento} = \frac{\text{Contenido de agua}}{\text{Relación a/c}}$$

$$\text{Contenido del cemento} = \frac{193.35}{0.312}$$

$$\text{Contenido del cemento} = 619.71 \text{ kg}$$

$$\text{Vol. del cemento} = \frac{\text{Peso}}{\text{Peso Específico del cemento}}$$

$$\text{Vol. del cemento} = \frac{619.71}{2.9 \times 1000}$$

$$\text{Vol. del cemento} = 0,214 \text{ m}^3$$

Para el agua:

$$SI: \quad TMN = 3/8 \quad y \quad \text{Slump es } 0.197" \text{ sera:}$$

$$\text{Contenido de agua} = 193.35 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{Vol. del agua} = \frac{\text{Peso}}{\text{Peso Específico del agua}}$$

$$\text{Vol. del agua} = \frac{193.35}{1000}$$

$$\text{Vol. del agua} = 0.193 \text{ m}^3$$

TABLA XXXII

VOLÚMENES Y PESO EN ESTADO SECO DE LOS MATERIALES

Material	Peso Seco	P. específico	Volumen (m3)
Cemento (kg)	619.71	2900.00	0.214
Agua (lt)	193.35	10000.00	0.193
Aire (%)	3.00	-	0.030
A. Grueso (kg)	671.40	2446.22	0.268
TOTAL			0.705

✓ Volúmenes absolutos del agregado fino

$$\text{Vol. agregado fino} = 1 - 0.708$$

$$\text{Vol. agregado fino} = 0.295 \text{ m}^3$$

✓ Peso en estado seco del agregado fino

$$\text{Peso seco del A. F.} = 0.295 * 2.53 * 1000$$

$$\text{Peso seco del A. F.} = 745.39 \text{ kg}$$

✓ Diseño en estado seco

TABLA XXXIII

DISEÑO EN ESTADO SECO

Material	Peso Seco/m3
Cemento (kg)	619.71
Agua (lt)	193.35
Aire (%)	3.00
A. Grueso (kg)	671.40
A. Fino (kg)	745.40

✓ Corrección por el aporte de humedad de los agregados

Masa de los agregados húmedos:

$$P. humedo A. G. = 671.4 * \left(1 + \frac{0.60}{100}\right)$$

$$P. humedo A. G. = 675.42 \text{ kg/m}^3$$

$$P. humedo A. F. = 745.40 * \left(1 + \frac{0.84}{100}\right)$$

$$P. \text{ humedo } A. F. = 751.67 \text{ kg/m}^3$$

Aporte de agua a la mezcla:

$$\text{Agua del A. G.} = 671.4 * \left(\frac{0.60 - 0.44}{100} \right)$$

$$\text{Agua del A. G.} = 1.08 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{Agua del A. F.} = 745.40 * \left(\frac{0.84 - 1.04}{100} \right)$$

$$\text{Agua del A. F.} = -1.50 \text{ lt/m}^3$$

Agua efectiva:

$$\text{Agua Efectiva (lt)} = 193.35 + 0.42$$

$$P. \text{ humedo } A. G. = 193.77 \text{ kg/m}^3$$

✓ **Presentación de diseño corregido**

TABLA XXXIV

DISEÑO CORREGIDO

Material	Peso /m ³
Cemento (kg)	619.71
Agua (lt)	193.77
Aire (%)	3.00
A. Grueso (kg)	675.42
A. Fino (kg)	751.67

✓ **Proporciones en peso para el diseño de la muestra patrón**

TABLA XXXV

PROPORCIONES EN PESO DE LA MUESTRA PATRON

Proporción en peso (a/c = 0.312)			
Cemento	A.F.	A.G.	Agua (lt/bls)
1.00	1.21	1.09	13.29
Proporción para un adoquín de 20x10x6			
Cemento (kg)	A.F. (kg)	A.G. (kg)	Agua (lt)
0.74	0.90	0.81	0.23
Para 45 adoquines			
Cemento (kg)	A.F. (kg)	A.G. (kg)	Agua (lt)
33.46	40.59	36.47	10.46

Resultados y discusión

DISEÑO DE MEZCLA

Ensayos de los agregados pétreos y al aditivo

A continuación, se presentan los resultados de los ensayos aplicados al agregado grueso, fino y a las conchas de abanico:

TABLA XXXVI
ENSAYOS A LOS AGREGADOS

Ensayo	A. Grueso	A. Fino	A. CA	Und
Tamaño máximo nominal	3/8"	-----	-----	pulg.
Peso Unitario suelto seco	1372	1640	1645	kg/m ³
Peso Unitario compactado seco	1504	1743	1739	kg/m ³
Peso específico de masa seco	2.50	2.53	2.62	kg/cm ³
Contenido de humedad	0.60	0.84	0.82	%
Contenido de absorción	0.44	1.04	1.43	%
Módulo de fineza	-----	2.94	2.93	-

La *Tabla XXXVI* presenta los resultados de los ensayos de laboratorio realizados al agregado fino, grueso y las conchas de abanico.

Proporciones por diseño de mezcla

TABLA XXXVII
DISEÑO DE MEZCLA (PROPORCIONES)

Proporción en Peso (a/c = 0.312)							
FS	CA	Cemento	A.F.	A.G.	A.C.A.	F.S.	Agua (lt/bls)
0%	0%	1.00	1.21	1.09	X	X	13.29
1%	10%	1.00	1.08	1.09	0.12	0.01	13.31
	20%	1.00	0.96	1.09	0.25	0.01	13.33
	30%	1.00	0.84	1.09	0.37	0.01	13.35
1.5%	10%	1.00	1.07	1.09	0.12	0.02	13.31
	20%	1.00	0.95	1.09	0.25	0.02	13.33
	30%	1.00	0.83	1.09	0.37	0.02	13.35

Para lograr la resistencia deseada se trabajó con una relación a/c de 0.312, y se realizó 7 diseños de mezcla y se obtuvo las proporciones mostradas en la tabla XXXVII.

ELABORACIÓN DE ADOQUINES

Se logro fabricar los 135 adoquines de concreto: 45 muestras convencionales, 15 muestras con 1% FS + 10% CA; 15 muestras con 1% FS + 10% CA; 15 muestras con 1% FS + 20% CA; 15 muestras con 1.5% FS + 10% CA; 15 muestras con 1.5% FS + 20% CA; 15 muestras con 1.5% FS + 30% CA. (*Fig, 116 hasta fig. 120.*)

ENSAYOS FÍSICOS A LOS ADOQUINES

Ensayo de absorción

Muestra patrón

TABLA XXXVIII

ENSAYO DE ABSORCIÓN A LA MP (7, 14 Y 28 DIAS)

Muestra N°	Denominación de Espécimen	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Muestra			Densidad (Kg/m ³)	Absorción (%)	Absorción promedio 3 und (%)	Verificación según NTP 399.611
					Peso Saturada (kg)	Peso Sumergida (kg)	Peso Seco (kg)				
01	MP-SIN CA & FS	22/05/2024	29/05/2024	7	2.98	1.72	2.94	2333.33	1.36	1.67	CUMPLE
02		22/05/2024	29/05/2024	7	2.40	1.1	2.35	1807.69	2.13		
03		22/05/2024	29/05/2024	7	2.67	1.19	2.63	1777.03	1.52		
04	MP-SIN CA & FS	22/05/2024	05/06/2024	14	3.03	1.93	2.97	2700.00	2.02	2.15	CUMPLE
05		22/05/2024	05/06/2024	14	3.10	1.91	3.04	2554.62	1.97		
06		22/05/2024	05/06/2024	14	2.93	1.74	2.86	2403.36	2.45		
07	MP-SIN CA & FS	22/05/2024	19/06/2024	28	3.14	1.97	3.03	2589.74	3.63	3.24	CUMPLE
08		22/05/2024	19/06/2024	28	3.10	1.95	3.01	2617.39	2.99		
09		22/05/2024	19/06/2024	28	3.06	1.71	2.97	2196.75	3.10		

En la tabla presenta los resultados de absorción realizados 9 muestras patrón para 7, 14 y 28 días de edad. Para realizar este ensayo se basó en la NTP 399.604 y la NTP 399.611, esta última norma establece la absorción máxima que cada espécimen y el promedio de 3 unidades deben tener. Para el ensayo se obtuvieron tres pesos, el peso saturado, el peso sumergido que servirá para calcular la densidad de cada muestra y el peso seco luego de haber pasado 24h en el horno.

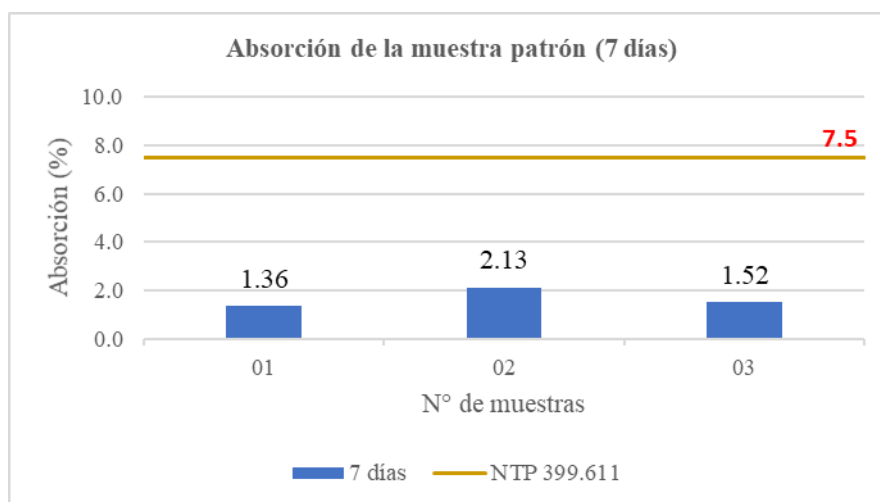


Fig. 40. Absorción de MP a los 7 días.

La Fig.41. muestra que a los 7 días el porcentaje de absorción es bajo, siendo la muestra N°1 la más baja con 1.36%, cabe mencionar que las 3 muestras están por debajo del límite establecido por la NTP 399.611.

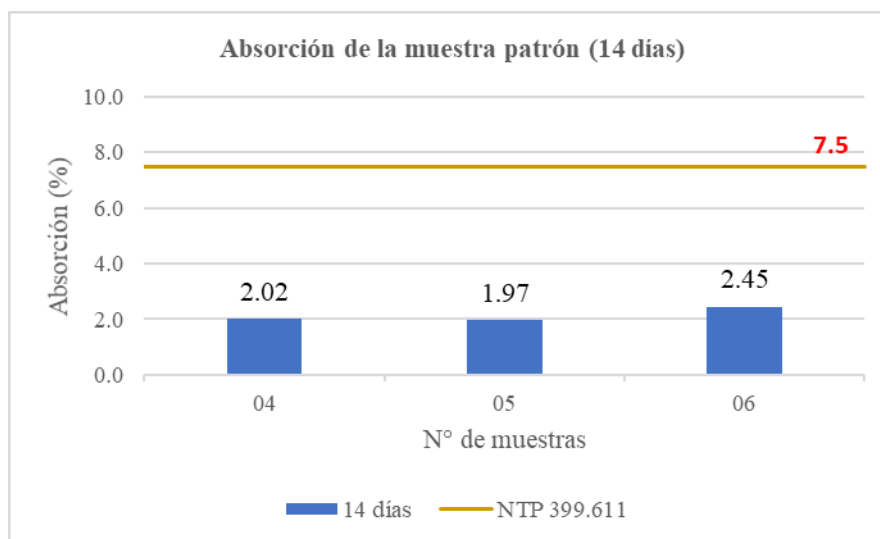


Fig. 41. Absorción de MP a los 14 días.

En la Fig.42. muestra que a los 14 días el porcentaje de absorción aumento un poco en relación a los 7 días, y continúan por debajo del rango establecido.

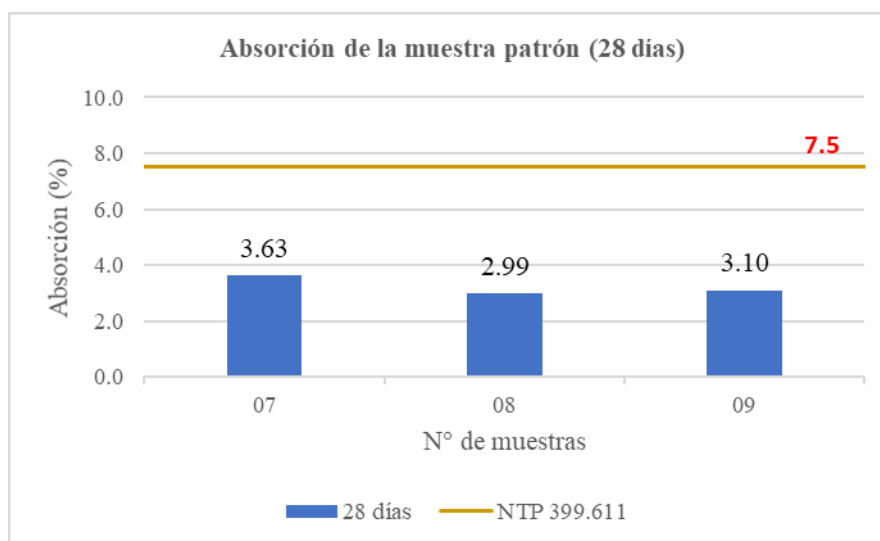


Fig. 42. Absorción de MP a los 28 días.

A los 28 días se pues observar que la absorción aumento, siendo la muestra N°7 la que más absorbió con 3.63%, sin embargo, continúa cumpliendo con lo indicado en la NTP 399.611.

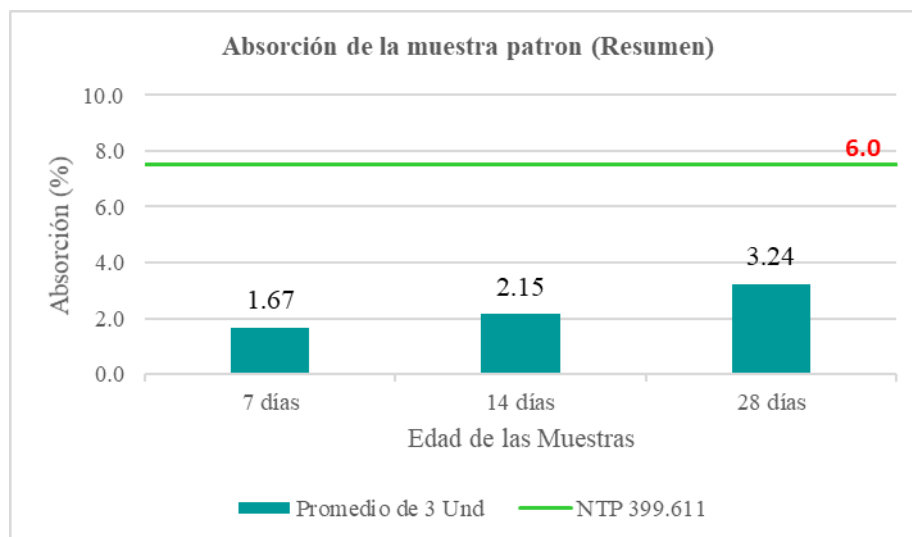


Fig. 43. Absorción promedio de 3 und de MP.

En la Fig. 44. Se presenta el resumen y absorción promedio para las edades de 7, 14 y 28 días, para cada promedio se empleó 3 muestras. Se puede ver que a los 28 días la absorción es mayor con 3.24% respecto a las otras dos edades que tienen 1.67% a los 7 días y 2.15% a los 14 días.

Muestra modificada con 1% de FS y (10%, 20% y 30% de CA)

TABLA XXXIX

ABSORCIÓN CON 1% DE FS Y CA

Muestra N°	Denominación de Espécimen	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Muestra			Densidad (Kg/m ³)	Absorción (%)	Absorción promedio 3 und (%)	Verificación según NTP 399.611
					Masa Saturada (kg)	Masa Sumergida (kg)	Masa seca al horno (kg)				
01	MM-1%FS + 10%CA	22/05/2024	19/06/2024	28	3.14	1.77	3.032	2213.14	3.56	3.97	CUMPLE
02		22/05/2024	19/06/2024	28	3.10	1.75	2.972	2208.02	4.17		
03		22/05/2024	19/06/2024	28	3.09	1.74	2.966	2197.04	4.18		
04	MM-1%FS + 20%CA	22/05/2024	19/06/2024	28	3.08	1.73	2.938	2176.30	4.83	4.18	CUMPLE
05		22/05/2024	19/06/2024	28	3.21	1.82	3.116	2235.29	3.15		
06		22/05/2024	19/06/2024	28	3.07	1.73	2.94	2187.50	4.56		
07	MM-1%FS + 30%CA	22/05/2024	19/06/2024	28	3.26	1.86	3.082	2204.58	5.71	5.23	CUMPLE
08		22/05/2024	19/06/2024	28	3.26	1.88	3.104	2246.02	5.09		
09		22/05/2024	19/06/2024	28	3.17	1.81	3.018	2225.66	4.90		

En la tabla presenta los resultados de absorción realizados a las muestras modificadas (MM) a los 28 días de edad. Tenemos tres unidades para cada dosificación. Se calcularon tres pesos, el peso saturado, el peso sumergido que servirá para calcular la densidad de cada muestra y el peso seco luego de haber pasado 24h en el horno.

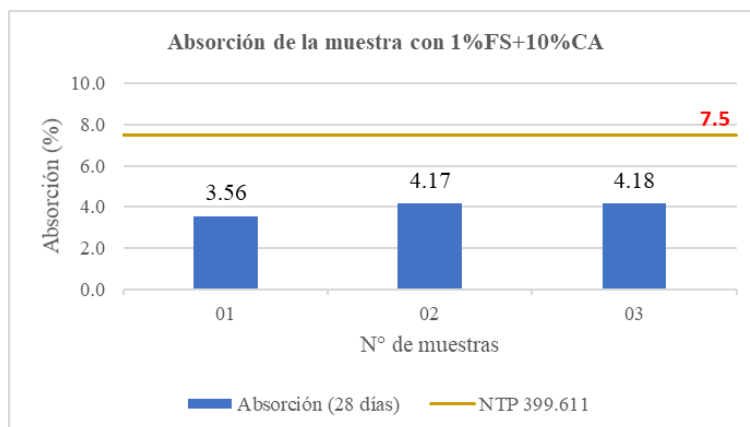


Fig. 44. Absorción de la muestra con 1%FS+10%CA.

En la Fig. 44 se puede observar que la muestra N°3 es la que más absorbió, pero si está cumpliendo con lo especificado con la norma.

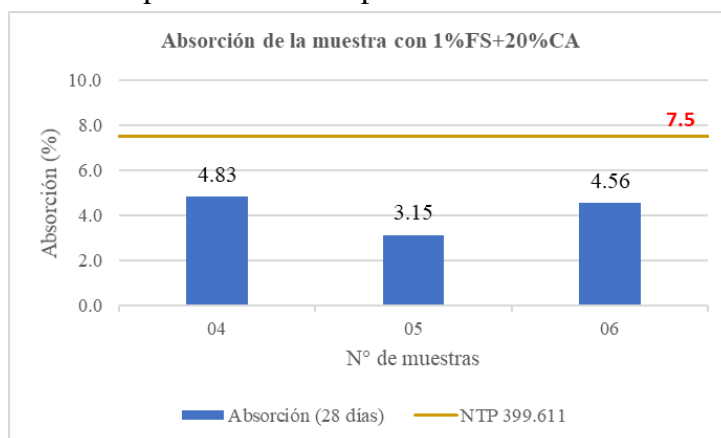


Fig. 45. Absorción de la muestra con 1%FS+20%CA.

En la Fig. 45 se puede observar que la muestra N°4 es la que más absorbió, pero si está cumpliendo con lo especificado con la norma.

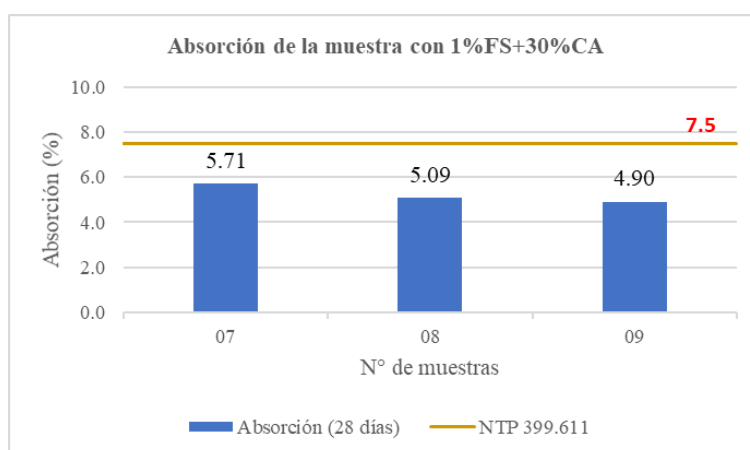


Fig. 46. Absorción de la muestra con 1%FS+30%CA.

En la Fig. 47 se puede observar que la muestra N°7 es la que más absorbió, pero si está cumpliendo con lo especificado con la norma.

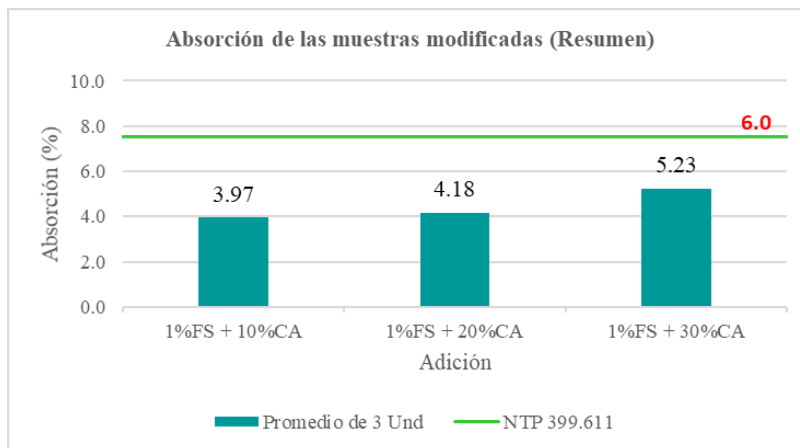


Fig. 47. Absorción promedio de 3 und.

En la Fig. 48 se muestra la absorción según las dosificaciones, en donde se puede ver que el 1% de FS junto con el 30% de CA presentan mayor absorción respecto a los otros dos porcentajes.

Muestra modificada con 1.5% de FS y (10%, 20% y 30% de CA)

TABLA XL

ABSORCIÓN CON 1.5% DE FS.

N°.	Denominación de Espécimen	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Muestra			Densidad (Kg/m ³)	Absorción (%)	Absorción promedio 3 und (%)	Verificación según NTP 399.611
					Masa Saturada (kg)	Masa Sumergida (kg)	Masa seca al horno (kg)				
01	MM-1.5%FS + 10%CA	22/05/2024	19/06/2024	28	3.17	1.78	3.034	100.43	4.61	4.53	CUMPLE
02		22/05/2024	19/06/2024	28	3.18	1.79	3.048	93.66	4.27		
03		22/05/2024	19/06/2024	28	3.15	1.78	3.01	103.50	4.72		
04	MM-1.5%FS + 20%CA	22/05/2024	19/06/2024	28	3.26	1.88	3.082	126.45	5.65	4.98	CUMPLE
05		22/05/2024	19/06/2024	28	3.23	1.85	3.056	126.09	5.69		
06		22/05/2024	19/06/2024	28	3.28	1.9	3.162	82.85	3.61		
07	MM-1.5%FS + 30%CA	22/05/2024	19/06/2024	28	3.15	1.79	2.99	115.04	5.22	5.39	CUMPLE
08		22/05/2024	19/06/2024	28	3.17	1.81	3.052	88.11	3.93		
09		22/05/2024	19/06/2024	28	3.23	1.84	3.014	152.96	7.03		

La tabla XL revela los resultados de absorción realizados a las muestras modificadas (MM) a los 28 días de edad. Tenemos tres unidades para cada dosificación. Se calcularon tres pesos, el peso saturado, el peso sumergido que servirá para calcular la densidad de cada muestra y el peso seco luego de haber pasado 24h en el horno.

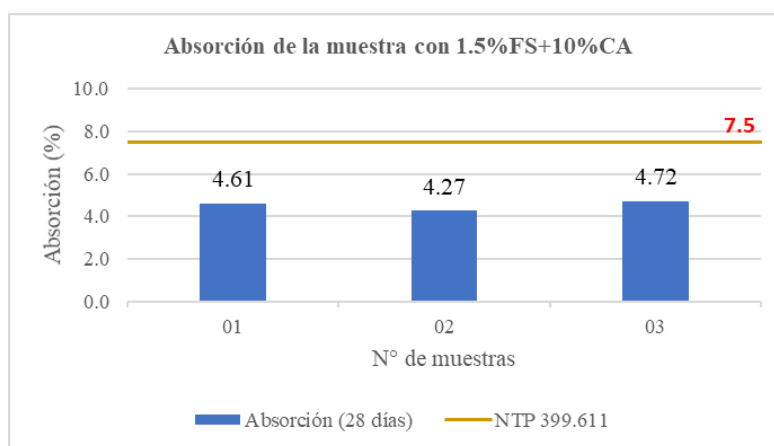


Fig. 48. Absorción de muestra con 1.5%FS + 10%CA.

En la Fig. 48 se puede observar que la muestra N°3 es la que más absorbió, pero si está cumpliendo con lo especificado con la norma.

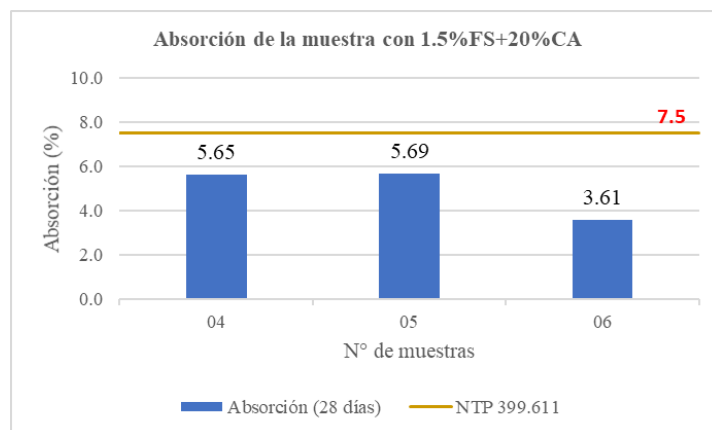


Fig. 49. Absorción de la muestra con 1.5%FS+20%CA.

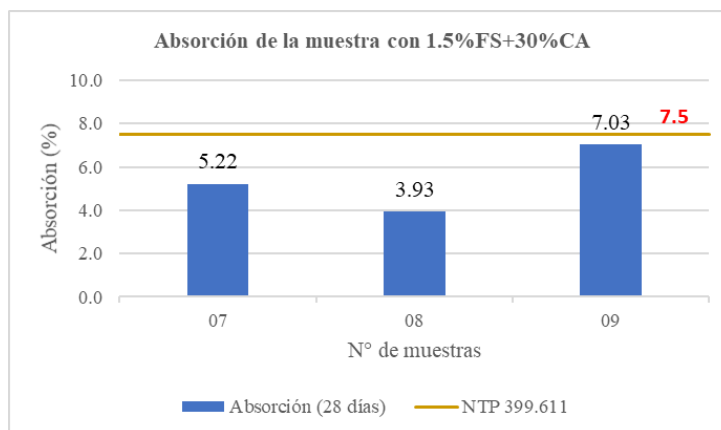


Fig. 50. Absorción de la muestra con 1.5%FS+30%CA.

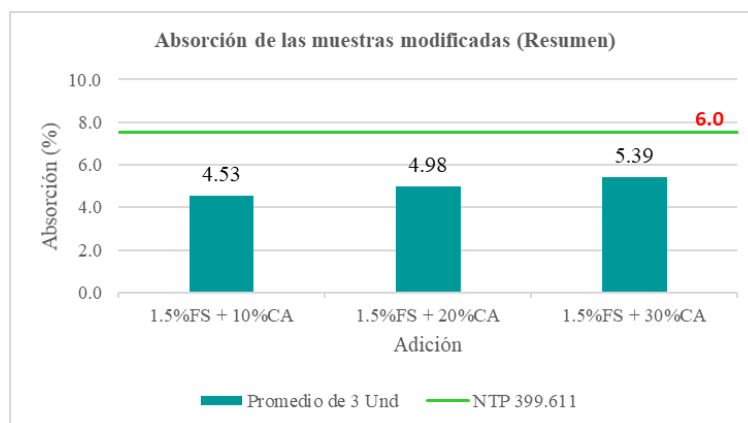


Fig. 51. Absorción promedio de 3 und con 1.5%FS.

Ensayo de variación dimensional

Muestra patrón

TABLA XLI
VARIACIÓN DIMENSIONAL MP

N°	CODIGO	DIMENSIONES			TOLERANCIA DIMENSIONAL MAX			TOLERANCIA		
		LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ESPEJOR (mm)	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ESPEJOR (mm)	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ESPEJOR (mm)
1	MP-1	198.50	99.12	61.85	1.50	0.88	1.85	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
2	MP-2	197.90	101.17	63.53	2.10	1.17	3.53	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE
3	MP-3	199.50	101.15	59.82	0.50	1.15	0.18	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
4	MP-4	200.50	99.35	60.32	0.50	0.65	0.32	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
5	MP-5	198.50	100.86	61.94	1.50	0.86	1.94	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
6	MP-6	201.00	99.63	63.15	1.00	0.37	3.15	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
7	MP-7	200.07	100.40	60.97	0.07	0.40	0.97	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
8	MP-8	199.97	101.51	58.75	0.03	1.51	1.25	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
9	MP-9	201.50	98.92	61.50	1.50	1.08	1.50	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE

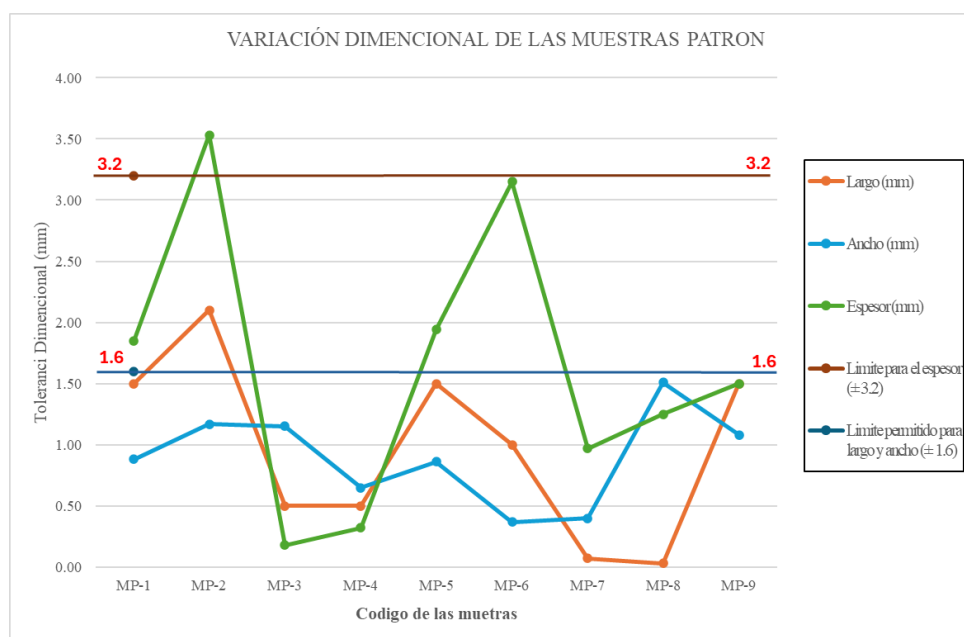


Fig. 52. Variación dimensional MP

En la Tabla XLI y la Fig. 52 de variación dimensional se obtuvo que de 9 muestras ensayadas la MP-2 no cumple con la longitud ni el espesor establecido por la NTP 399.611. las demás muestras se pueden observar que están dentro de los rangos de tolerancia establecidos por dicha norma.

Muestra modificada con 1% de FS y (10%, 20% y 30% de CA)

TABLA XLII

VARICACIÓN DIMENCIONAL PARA MUESTRA MODIFICADA CON 1% FS+10%CA.

N°	CODIGO	DIMENSIONES			TOLERANCIA DIMENCIONAL MAX			TOLERANCIA		
		LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ESPESOR (mm)	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ESPESOR (mm)	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ESPESOR (mm)
1	MM-1%FS+10%CA	199.30	99.10	61.86	0.70	0.90	1.86	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
2		199.80	101.10	62.50	0.20	1.10	2.50	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
3		200.20	101.30	59.91	0.20	1.30	0.09	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
4	MM-1%FS+20%CA	200.90	99.20	61.22	0.90	0.80	1.22	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
5		198.70	100.30	60.84	1.30	0.30	0.84	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
6		202.00	99.70	62.55	2.00	0.30	2.55	NO CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
7	MM-1%FS+30%CA	201.20	98.40	61.32	1.20	1.60	1.32	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
8		199.50	101.50	61.94	0.50	1.50	1.94	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
9		200.50	99.80	63.70	0.50	0.20	3.70	CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE

En la tabla LIV se presenta la tolerancia dimensional permitida por la NTP 399.611, para determinar eso se realizó la medida del largo, ancho y espesor de las muestras y se comparó con las tolerancias admitidas por la norma.

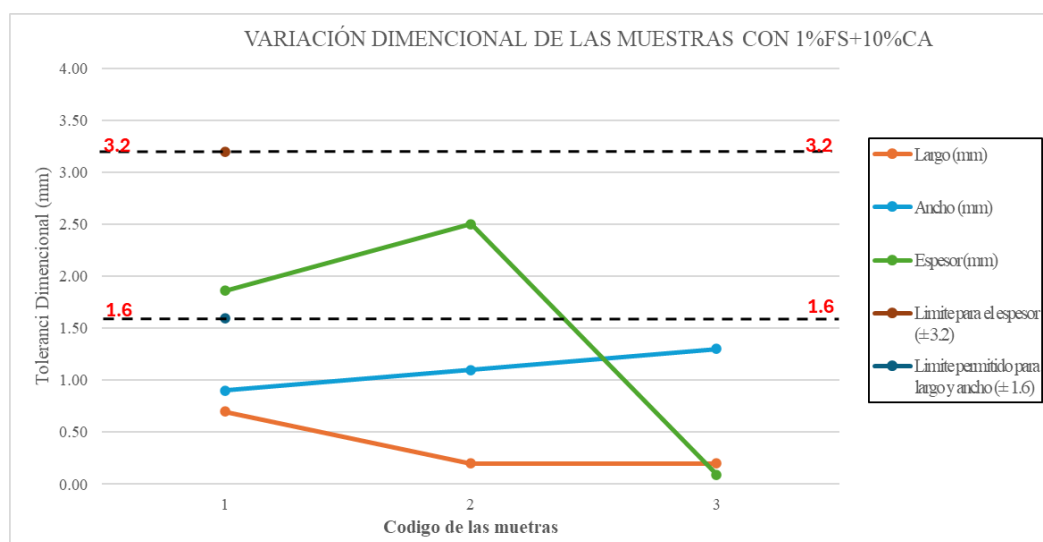


Fig. 53. Variación dimensional de la muestra con 1%FS+10%CA.

Podemos ver que para esta dosificación la variación está dentro de los rangos permitidos por la norma por lo que cumple.

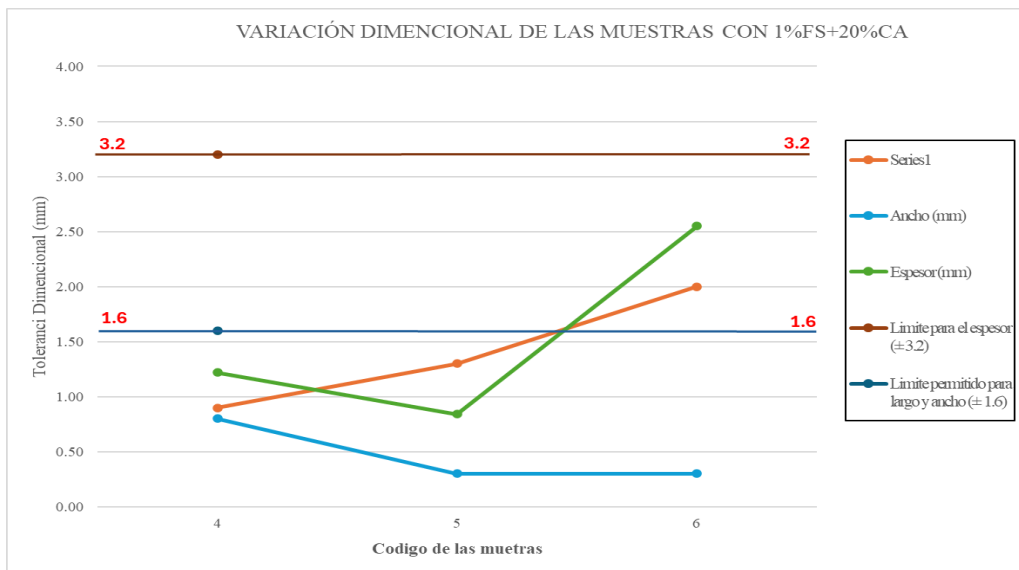


Fig. 54. Variación dimensional de la muestra con 1%FS+20%CA.

Para esta dosificación podemos ver que la longitud de la muestra N°6 esta fuera del rango propuesta por la norma que es 1.6 mm.

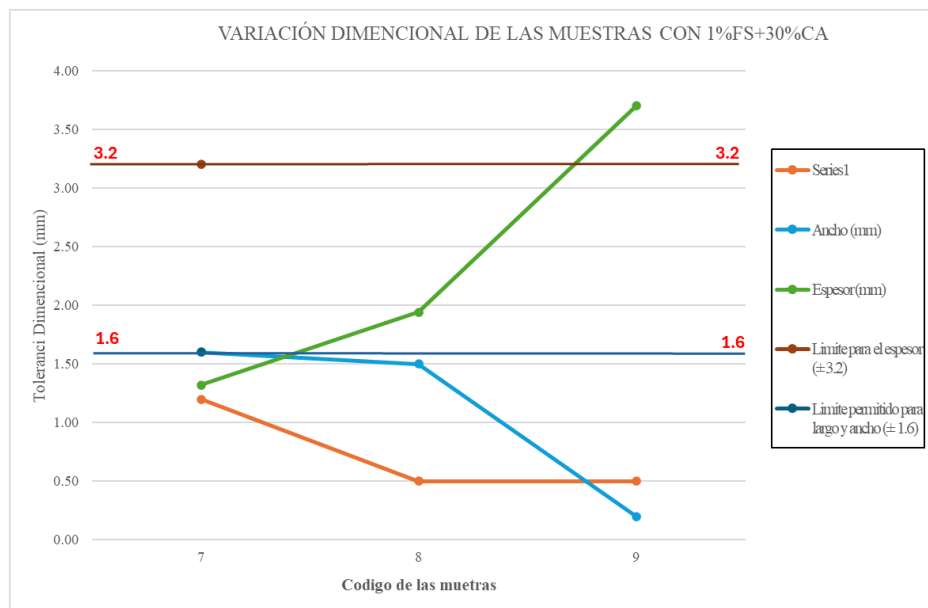


Fig. 55. Variación dimensional de la muestra con 1%FS+30%CA.

Para esta dosificación podemos ver que el espesor de la muestra N°9 está fuera del rango propuesta por la norma que es 3.2 mm.

Muestra modificada con 1.5% de FS y (10%, 20% y 30% de CA)

TABLA XLIII

VARICACIÓN DIMENCIONAL PARA MUESTRA MODIFICADA

N°	CODIGO	DIMENSIONES			TOLERANCIA DIMENCIONAL MAX			TOLERANCIA		
		LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ESPEJOR (mm)	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ESPEJOR (mm)	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ESPEJOR (mm)
1	MM-1.5%FS+10%CA	199.20	101.10	61.86	0.80	1.10	1.86	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
2		201.10	98.40	60.30	1.10	1.60	0.30	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
3		200.20	101.00	59.81	0.20	1.00	0.19	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
4	MM-1.5%FS+20%CA	200.12	98.70	62.31	0.12	1.30	2.31	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
5		199.10	101.20	61.84	0.90	1.20	1.84	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
6		199.30	99.30	62.95	0.70	0.70	2.95	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
7	MM-1.5%FS+30%CA	199.23	99.10	62.85	0.77	0.90	2.85	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
8		200.20	101.40	59.82	0.20	1.40	0.18	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
9		201.03	98.30	59.32	1.03	1.70	0.68	CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE

En la tabla se presenta la tolerancia dimensional permitida por la NTP 399.611, para determinar eso se realizó la medida del largo, ancho y espesor de las muestras y se comparó con las tolerancias admitidas por la norma.

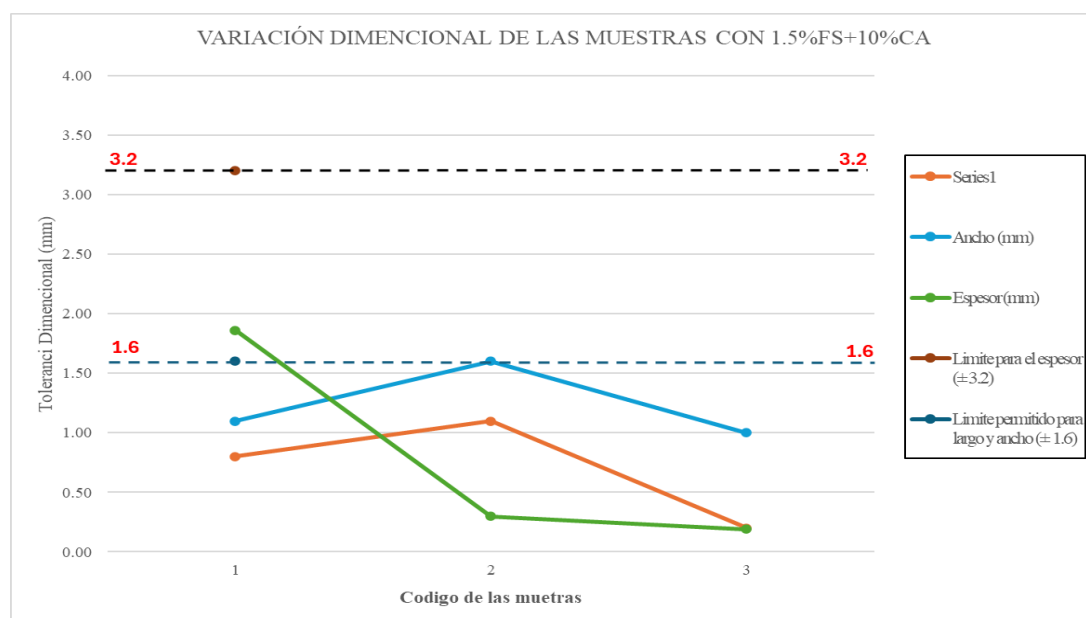


Fig. 56. Variación dimensional de la muestra con 1.5%FS+10%CA.

En la Fig. 56. Se puede ver que para esta dosificación las 3 muestras cumplen con lo especificado en la norma.

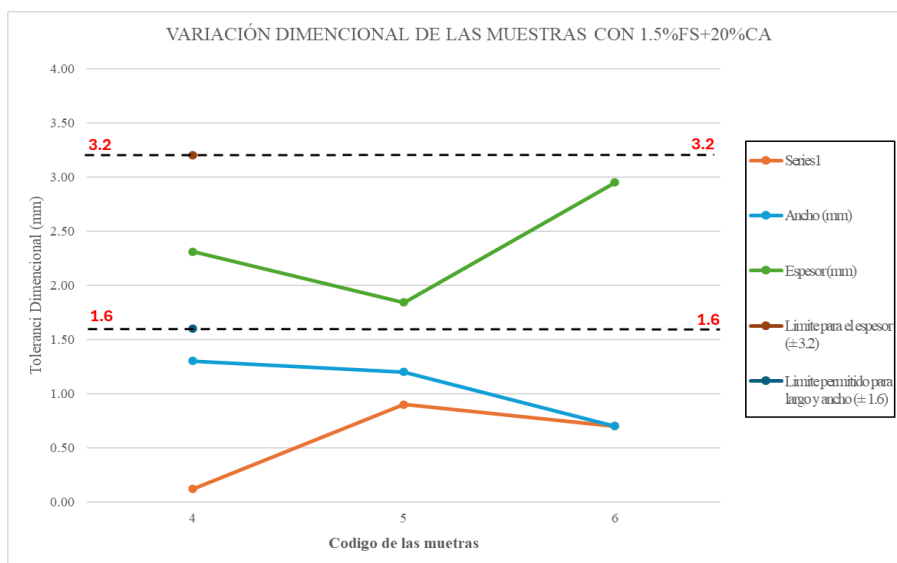


Fig. 57. Variación dimensional de la muestra con 1.5%FS+20%CA.

En la Fig. 57. Se puede ver que para esta dosificación las 3 muestras cumplen con lo especificado en la norma. Podemos ver que el espesor está alto sin embargo sigue estando dentro de lo permitido por la norma.

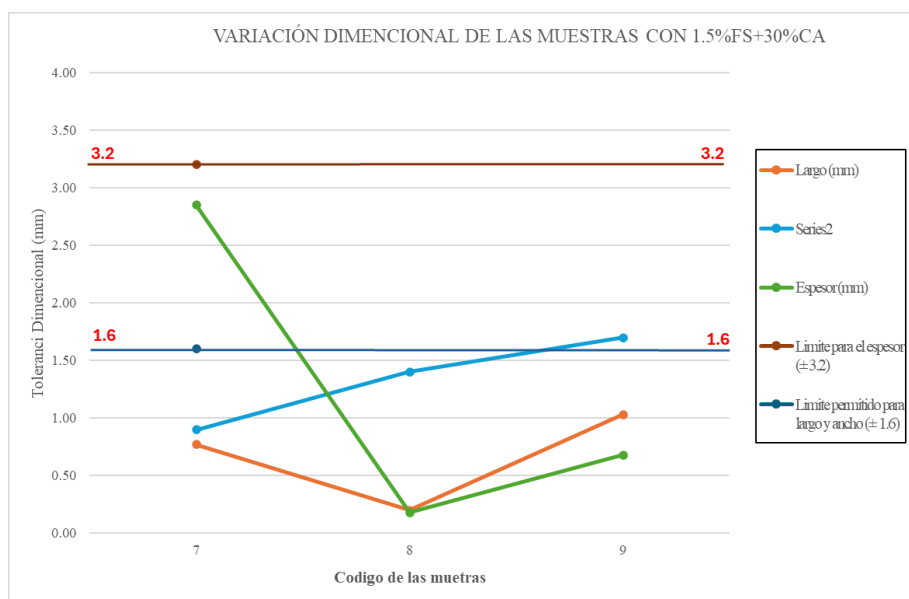


Fig. 58. Variación dimensional de la muestra con 1.5%FS+30%CA.

En la Fig. 58. Se puede ver que para esta dosificación de las 3 muestras la N°9 no cumple con el espesor especificado por la norma.

ENSAYOS MECANICOS A LOS ADOQUINES

Ensayo de resistencia a la compresión

Muestra patrón

TABLA XLIV
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN MP (7, 14 Y 28 DÍAS)

Muestra Nº	Descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad Días	Área (cm ²)	Resistencia a la compresión (f'c)	
						kg/cm ²	(%)
01	MP - ADOQUIN 420 kg/cm ²	22/05/2024	29/05/2024	7	199.30	294.91	70.22%
02		22/05/2024	29/05/2024	7	203.01	272.55	64.89%
03		22/05/2024	29/05/2024	7	202.10	271.50	64.64%
04	MP - ADOQUIN 420 kg/cm ²	22/05/2024	05/06/2024	14	201.30	391.34	93.18%
05		22/05/2024	05/06/2024	14	198.70	316.25	75.30%
06		22/05/2024	05/06/2024	14	202.41	339.19	80.76%
07	MP - ADOQUIN 420 kg/cm ²	22/05/2024	19/06/2024	28	200.40	424.00	100.95%
08		22/05/2024	19/06/2024	28	198.60	434.14	103.37%
09		22/05/2024	19/06/2024	28	200.60	426.38	101.52%

La Tabla exhibe las mediciones de compresión obtenidos para 7, 14 y 28 días, para entender mejor los resultados para los 7 días se puede observar la Fig.59., en esta se puede observar las resistencias de los 3 especímenes muestreados, en donde el valor más alto lo obtuvo la muestra N°1, la cual alcanzo un f'c de 294.91 kg/cm² llegando a un 70.22% respecto a la resistencia mínima plasmada por la NTP 399.611 que es de 420 kg/cm². Mientras que para los 14 días está la Fig.60., en esta se puede observar las resistencias de los 3 especímenes muestreados, en donde el valor más alto lo obtuvo la muestra N°1, la cual alcanzo un f'c de 391.34. kg/cm² llegando a un 93.18%.

Para los 28 días se obtuvo resultados positivos que superan el f'c mínimo establecido por la norma para este tipo de adoquín, esto se puede ver con más detalle en la Fig. 61.

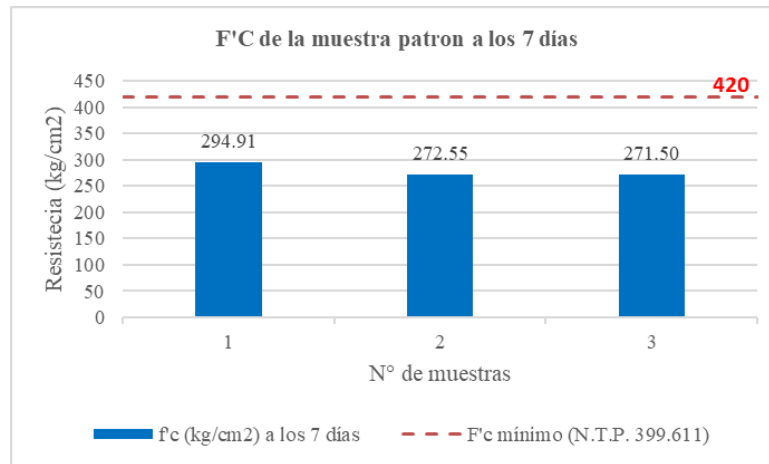


Fig. 59. Resistencia a la compresión de la MP a los 7 días.

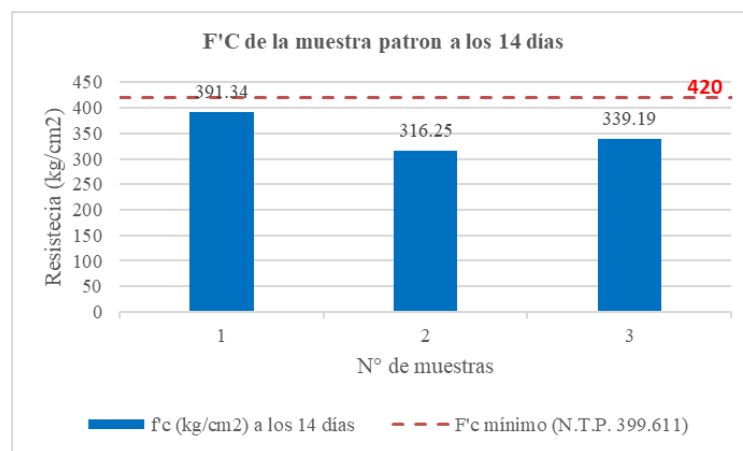


Fig. 60. Resistencia a la compresión de la MP a los 14 días.

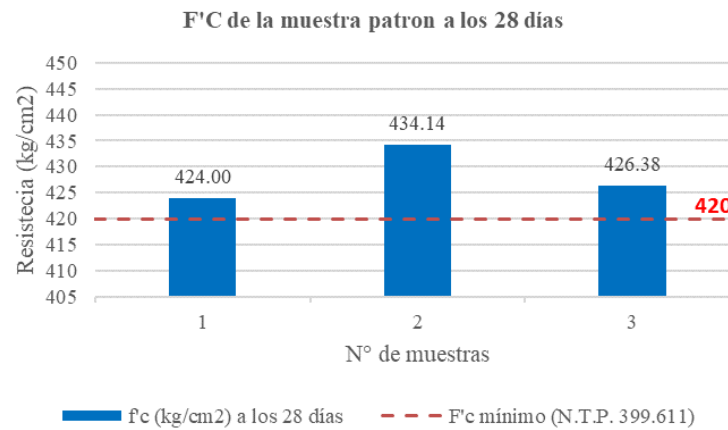


Fig. 61. Resistencia a la compresión de la MP a los 28 días.

El resumen de las resistencias a la compresión obtenidas de las muestras patrón para los 7, 14 y 28 días se muestran en el siguiente grafico:

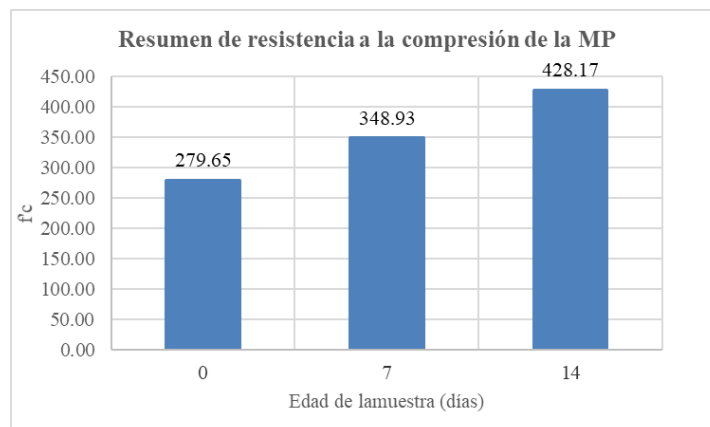


Fig. 62. Resumen promedio de la resistencia a la compresión para 7, 14 y 28 días.

Muestra modificada con 1% de FS y (10%, 20% y 30% de CA)

TABLA XLV

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON 1%FS+(10%, 20% Y 30 DE CA)

Muestra N°	Descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad Días	Área (cm2)	Resistencia a la compresión (f'c)	
						kg/cm ²	(%)
01	MM - 1%FS + 10%CA	22/05/2024	19/06/2024	28	199.40	439.09	104.55%
02		22/05/2024	19/06/2024	28	199.10	425.23	101.24%
03		22/05/2024	19/06/2024	28	199.50	424.71	101.12%
04	MM - 1%FS + 20%CA	22/05/2024	19/06/2024	28	201.39	410.50	97.74%
05		22/05/2024	19/06/2024	28	199.10	412.92	98.31%
06		22/05/2024	19/06/2024	28	199.10	419.31	99.84%
07	MM - 1%FS + 30%CA	22/05/2024	19/06/2024	28	199.50	393.52	93.69%
08		22/05/2024	19/06/2024	28	199.00	401.41	95.57%
09		22/05/2024	19/06/2024	28	200.00	394.33	93.89%

La Tabla presenta las mediciones de la compresión obtenidos para 28 días, las resistencias obtenidas para la dosificación de 1% de FS con 10% de CA se puede observar la Fig.63., en esta se puede observar las resistencias de los 3 especímenes muestreados, en donde el valor más alto lo obtuvo la muestra N°1, la cual alcanzo un f'c de 439.09 kg/cm², respecto a la resistencia mínima establecida por la NTP 399.611 que es de 420 kg/cm². Mientras que la Fig.64., en esta se puede observar las resistencias de los 3 especímenes muestreados, en donde el valor más alto lo obtuvo la muestra N°6, la cual alcanzo un f'c de 419.31 kg/cm².

Y para la tercera dosificación se puede observar la fig.65. en la cual se obtuvo una resistencia de máxima de 401.41 kg/cm².

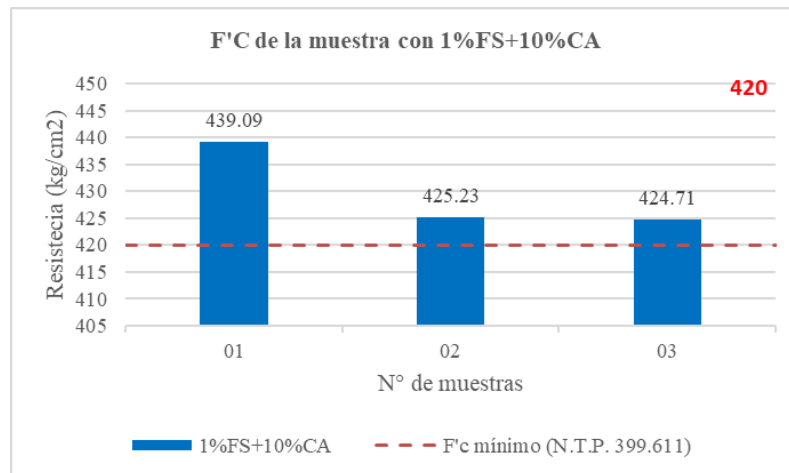


Fig. 63. Compresión de la muestra con 1%FS+10%CA a los 28 días.

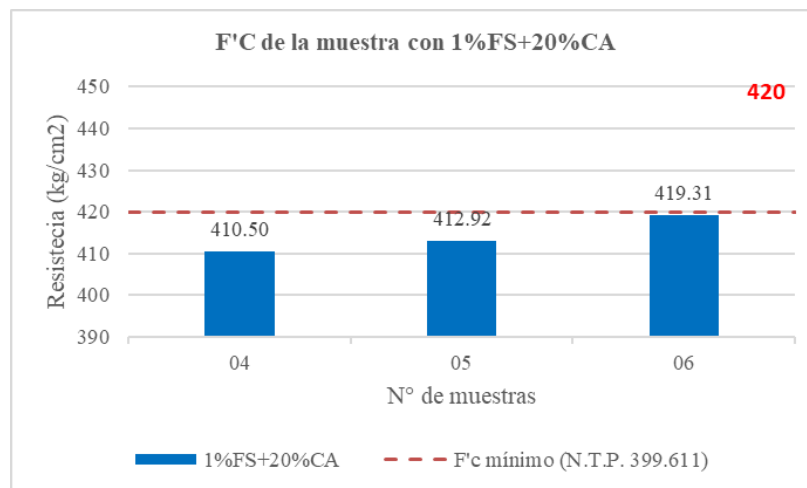


Fig. 64. Compresión de la muestra con 1%FS+20%CA a los 28 días.

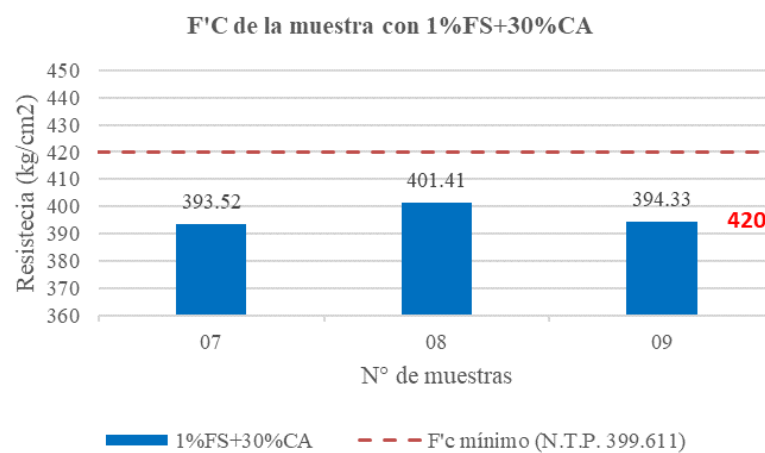


Fig. 65. Compresión de la muestra con 1%FS+30%CA a los 28 días.

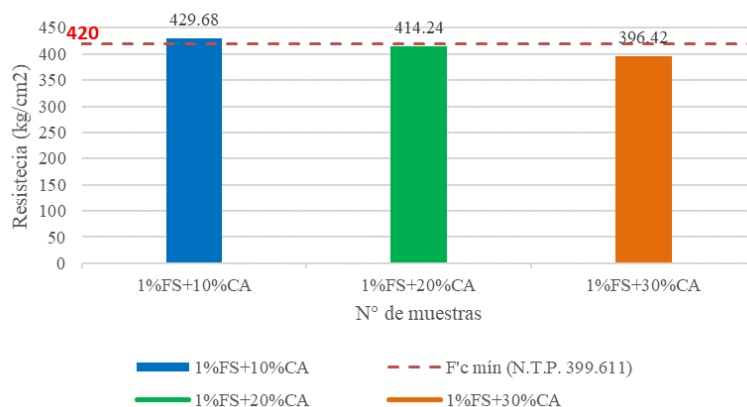


Fig. 66. Promedio resultados de compresión (1%FS).

La figura se muestra los resultados de la resistencia a la compresión a los 28 días con 1% de FS y con el 10%, 20% y 30% de CA.

Muestra modificada con 1.5% de FS y (10%, 20% y 30% de CA)

TABLA XLVI

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON 1.5%FS+(10%, 20% Y 30 DE CA)

Muestra Nº	Descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad Días	Área (cm ²)	Resistencia a la compresión (f'c)	
						kg/cm ²	(%)
01	MM - 1.5%FS + 10% CA	22/05/2024	19/06/2024	28	198.90	432.07	102.87%
02		22/05/2024	19/06/2024	28	199.90	454.33	108.17%
03		22/05/2024	19/06/2024	28	200.40	434.91	103.55%
04	MM - 1.5%FS + 20% CA	22/05/2024	19/06/2024	28	199.20	406.77	96.85%
05		22/05/2024	19/06/2024	28	198.50	418.54	99.65%
06		22/05/2024	19/06/2024	28	197.11	408.27	97.21%
07	MM - 1.5%FS + 30% CA	22/05/2024	19/06/2024	28	199.60	391.53	93.22%
08		22/05/2024	19/06/2024	28	199.10	397.02	94.53%
09		22/05/2024	19/06/2024	28	199.90	388.70	92.55%

La Tabla exhibe los datos de compresión obtenidos para 28 días, las resistencias obtenidas para la dosificación de 1.5% de FS con 10% de CA se puede observar la Fig.67., en esta se puede observar las resistencias de los 3 especímenes muestreados, en donde el valor más alto lo obtuvo la muestra N°2, la cual alcanzo un f'c de 454.33 kg/cm².

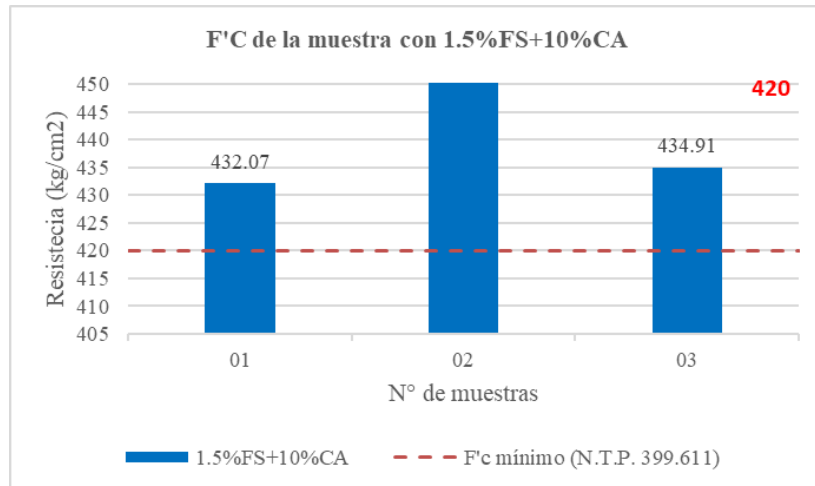


Fig. 67. Compresión de la muestra con 1.5%FS+10%CA a los 28 días.

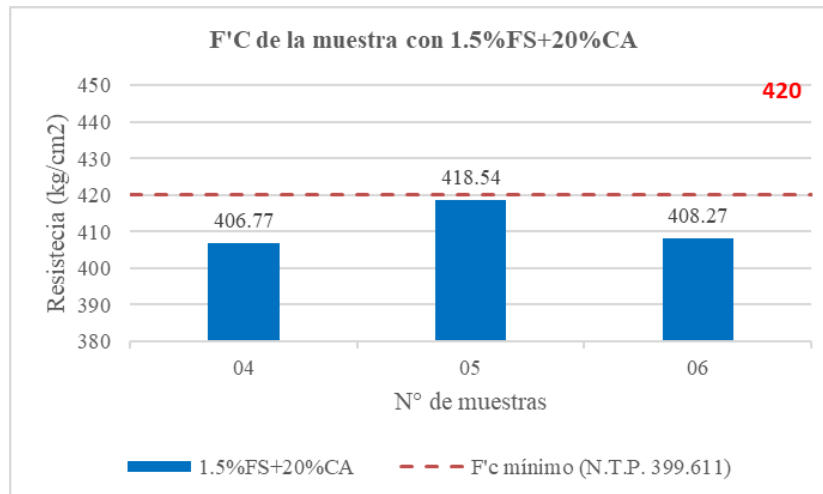


Fig. 68. Compresión de la muestra con 1.5%FS+20%CA a los 28 días.

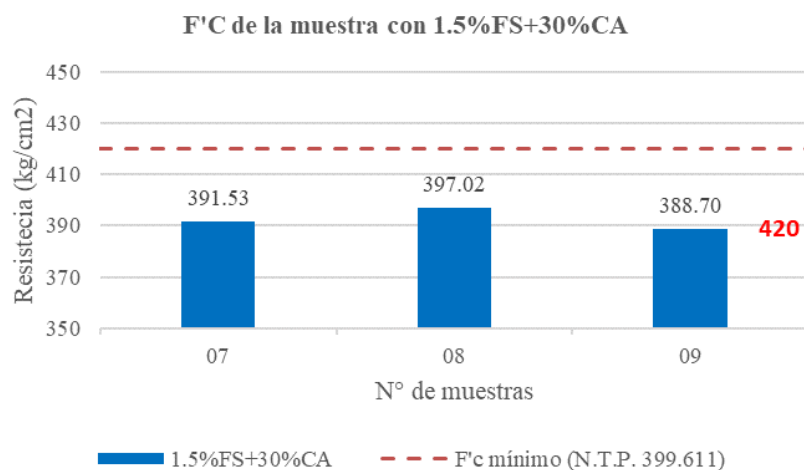


Fig. 69. Compresión de la muestra con 1.5%FS+30%CA a los 28 días.

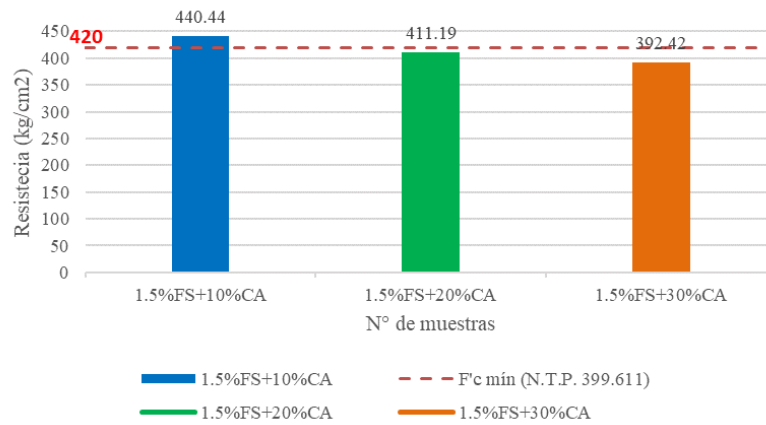


Fig. 70. Promedio de resultados de compresión (1.5%FS)

La fig. 70 exhibe los resultados de compresión a los 28 días con 1.5% de FS y con el 10%, 20% y 30% de CA.

Ensayo de abrasión

Muestra patrón

TABLA XLVII

ABRASIÓN DE LA MP A LOS 7, 14 Y 28 DÍAS

Muestra N°	Descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad Días	Peso Inicial (gr)	Peso del Primer Ciclo (gr)	Peso del Segundo Ciclo (gr)	Peso del Tercer Ciclo (gr)	Desgaste	Desgaste Promedio 3 unidades
									%	(%)
01	MP - SIN FS & CA	22/05/2024	29/05/2024	7	3054.00	3052	3046	3040	0.46	0.38
02		22/05/2024	29/05/2024	7	3082.00	3078	3073	3072	0.32	
03		22/05/2024	29/05/2024	7	2963.00	2960	2953	2952	0.37	
04	MP - SIN FS & CA	22/05/2024	05/06/2024	14	3055.00	3051	3048	3045	0.33	0.32
05		22/05/2024	05/06/2024	14	3081.00	3079	3075	3072	0.29	
06		22/05/2024	05/06/2024	14	2968.00	2964	2960	2958	0.34	
07	MP - SIN FS & CA	22/05/2024	05/06/2024	28	3036.00	3033	3030	3029	0.23	0.20
08		22/05/2024	05/06/2024	28	3055.00	3053	3051	3049	0.20	
09		22/05/2024	05/06/2024	28	2930.00	2928	2926	2925	0.17	

La Tabla presenta los datos de abrasión obtenidos para 7, 14 y 28 días, para entender mejor los resultados para los 7 días se puede observar la Fig.71., en ella se puede observar que a los 7 días se presentó más desgaste con porcentajes de 0.46, 0.32 y 0.37. Mientras que para los 14 días está la Fig.71., se ve que se el desgaste se redujo obteniendo porcentajes de 0.33, 0.29 y 0.34.

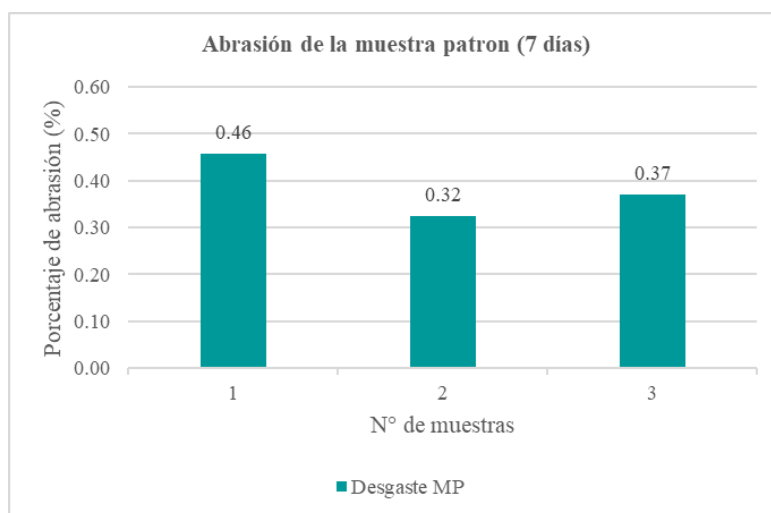


Fig. 71. Abrasión de la MP a los 7 días.

En la figura 71 se presentan 3 muestras patrón a los 7 días y se puede observar que de las 3 muestras la numero 2 es la que menos desgaste sufrió mientras que la que más desgaste presento fue la muestra n°1.

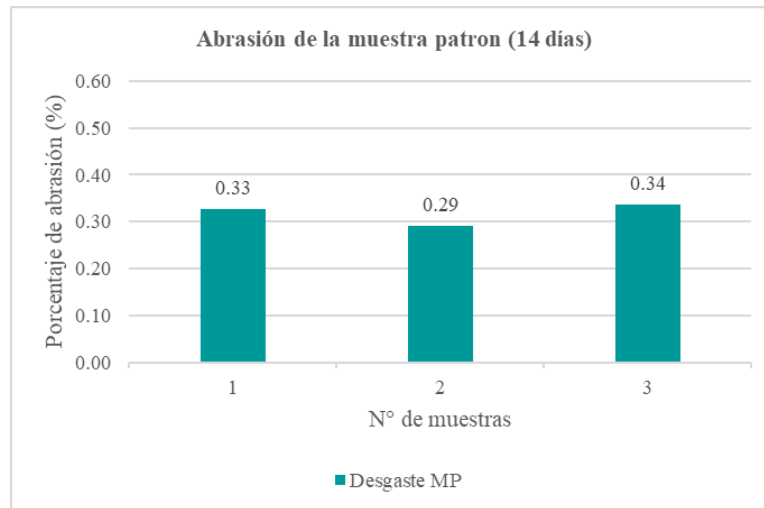


Fig. 72. Abrasión de la MP a los 14 días.

En la figura 72 se puede observar que de las 3 muestras la numero 2 es la que menos desgaste sufrió mientras que la que más desgaste presento fue la muestra n° 3.

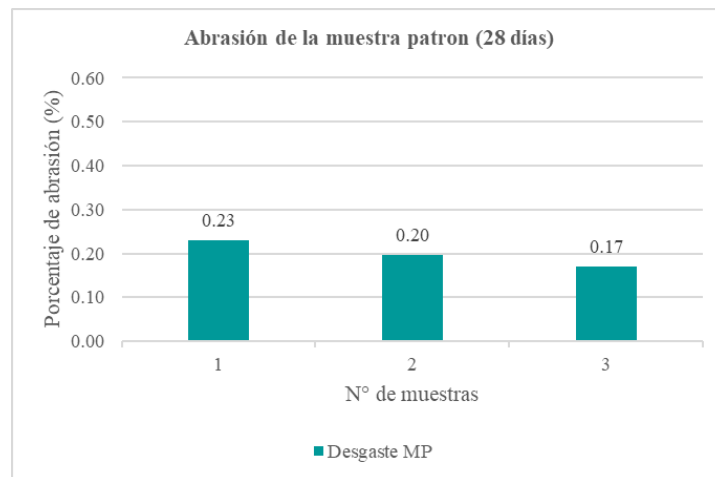


Fig. 73. Abrasión de la MP a los 28 días.

En la siguiente figura se presenta el promedio de los resultados del ensayo de abrasión para la muestra patrón a los 7, 14 y 28 días:

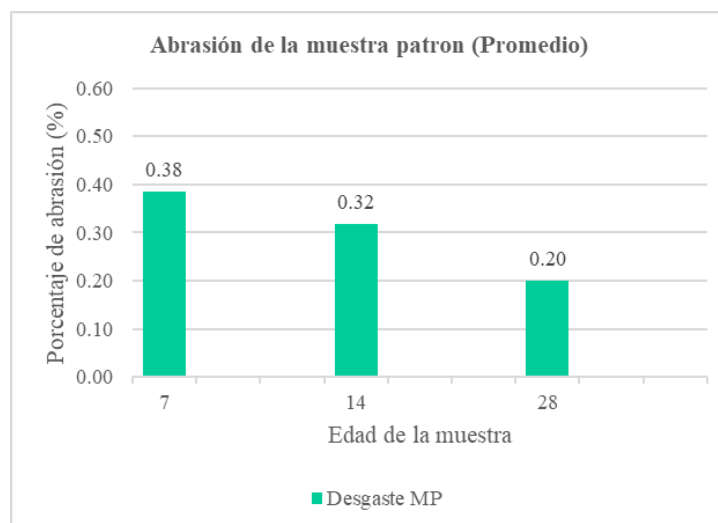


Fig. 74. Abrasión promedio para las MP según sus edades.

Muestra modificada con 1% de FS y (10%, 20% y 30% de CA)

TABLA XLVIII

RESISTENCIA A LA ABRASIÓN CON 1%FS+(10%, 20% Y 30 DE CA)

Muestra N°	Descripción del espécimen	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad Días	Peso Inicial (gr)	Peso del Primer Ciclo (gr)	Peso del Segundo Ciclo (gr)	Peso del Tercer Ciclo (gr)	Desgaste	Desgaste Promedio 3 und
									%	(%)
01	1% FS + 10% CA	22/05/2024	19/06/2024	28	3005.00	3002	2999	2998	0.23	0.21
02		22/05/2024	19/06/2024	28	2962.00	2960	2958	2955	0.24	
03		22/05/2024	19/06/2024	28	3056.00	3054	3053	3051	0.16	
04	1% FS + 20% CA	22/05/2024	19/06/2024	28	2871.00	2870	2867	2863	0.28	0.26
05		22/05/2024	19/06/2024	28	2947.00	2943	2940	2939	0.27	
06		22/05/2024	19/06/2024	28	2896.00	2894	2892	2889	0.24	
07	1% FS + 30% CA	22/05/2024	19/06/2024	28	2933.00	2930	2927	2925	0.27	0.33
08		22/05/2024	19/06/2024	28	3006.00	3003	2999	2996	0.33	
09		22/05/2024	19/06/2024	28	2926.00	2922	2918	2915	0.38	

En la Tabla presenta los datos de abrasión obtenidos a los 28 días, para entender mejor los resultados para las muestras con 1% de FS con 10% de CA se puede observar la Fig.75., en ella se puede observar que la muestra n°2 presenta más desgaste con porcentajes de 0.24 y el n°3 presenta el desgaste más bajo con 0.16%. Para el 1% de FS con 20% de CA se puede observar la Fig.76., en donde la muestra n°4 presenta más desgaste con porcentajes de 0.28% y la n°6 presenta el desgaste más bajo con 0.24%. Para la dosificación de 1% de FS con 30% de CA se puede observar la Fig.77., en donde la muestra n°9 presenta más desgaste con porcentajes de 0.38% y la n°7 presenta el desgaste más bajo con 0.27%.

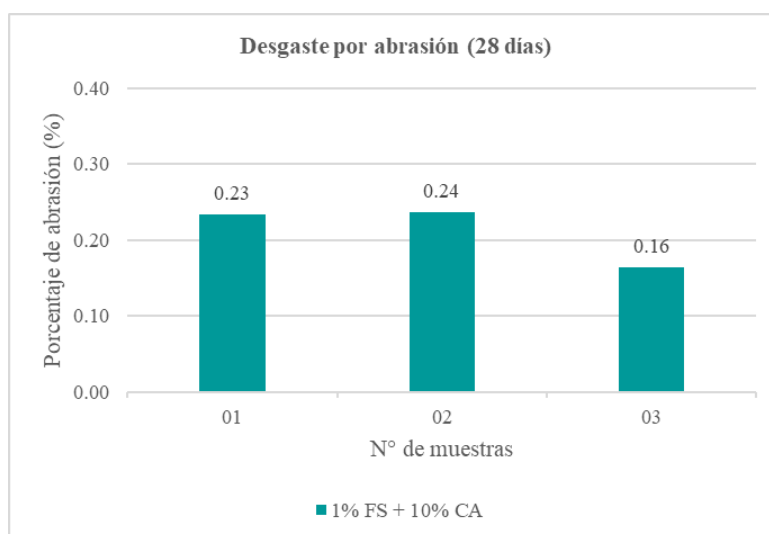


Fig. 75. Abrasión de la MM con 1%FS+10%CA.

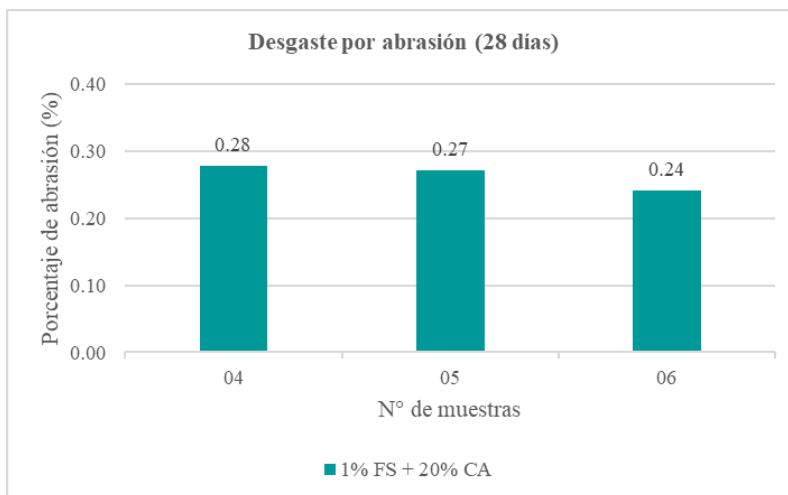


Fig. 76. Abrasión de la MM con 1%FS+20%CA.

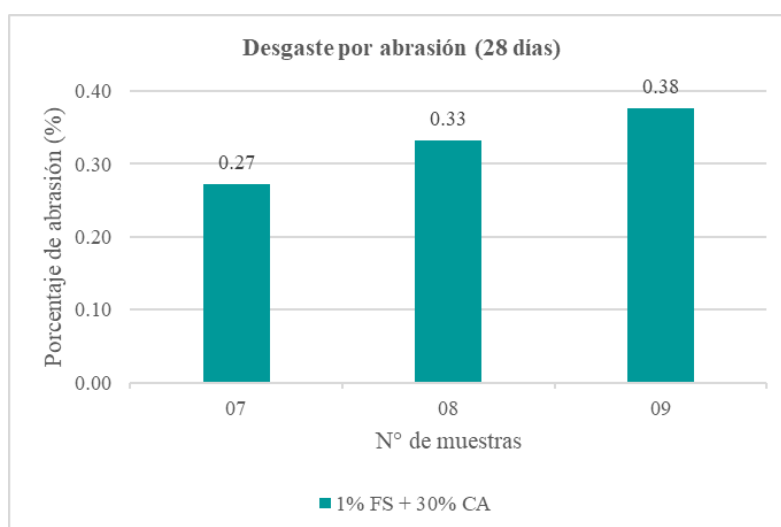


Fig. 77. Abrasión de la MM con 1%FS+30%CA.

En la siguiente figura se presenta el desgaste promedio para las tres dosificaciones con 1% de FS y 10%,20% y 30% de CA.

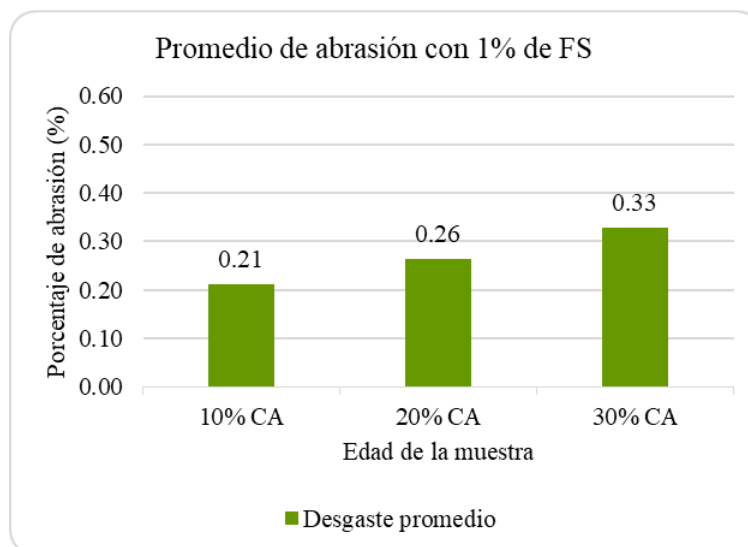


Fig. 78. Desgaste promedio con 1% de FS.

Muestra modificada con 1.5% de FS y (10%, 20% y 30% de CA)

TABLA XLIX

RESISTENCIA A LA ABRASIÓN CON 1.5%FS+(10%, 20% Y 30 DE CA)

Muestra N.º	Descripción del espécimen	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad Días	Peso Inicial (gr)	Peso del Primer Ciclo (gr)	Peso del Segundo Ciclo (gr)	Peso del Tercer Ciclo (gr)	Desgaste	Desgaste Promedio 3 unidades
									%	(%)
01	1.5% FS + 10% CA	22/05/2024	19/06/2024	28	2873.00	2871	2867	2865	0.28	0.23
02		22/05/2024	19/06/2024	28	2945.00	2942	2941	2939	0.20	
03		22/05/2024	19/06/2024	28	2895.00	2893	2891	2889	0.21	
04	1.5% FS + 20% CA	22/05/2024	19/06/2024	28	2837.00	2835	2833	2831	0.21	0.28
05		22/05/2024	19/06/2024	28	2901.00	2899	2896	2892	0.31	
06		22/05/2024	19/06/2024	28	2953.00	2952	2948	2944	0.30	
07	1.5% FS + 30% CA	22/05/2024	19/06/2024	28	3005.00	3001	2997	2995	0.33	0.35
08		22/05/2024	19/06/2024	28	2980.00	2978	2975	2969	0.37	
09		22/05/2024	19/06/2024	28	3056.00	3054	3049	3045	0.36	

En la Tabla exhibe los datos obtenidos en el ensayo de abrasión realizado a las muestras a los 28 días de edad, la dosificación que más desgaste presento fue la de 1.5% de FS más 30% de CA mientras que la dosificación que presento menor desgaste fue la de 1.5% de FS con 10% de CA.

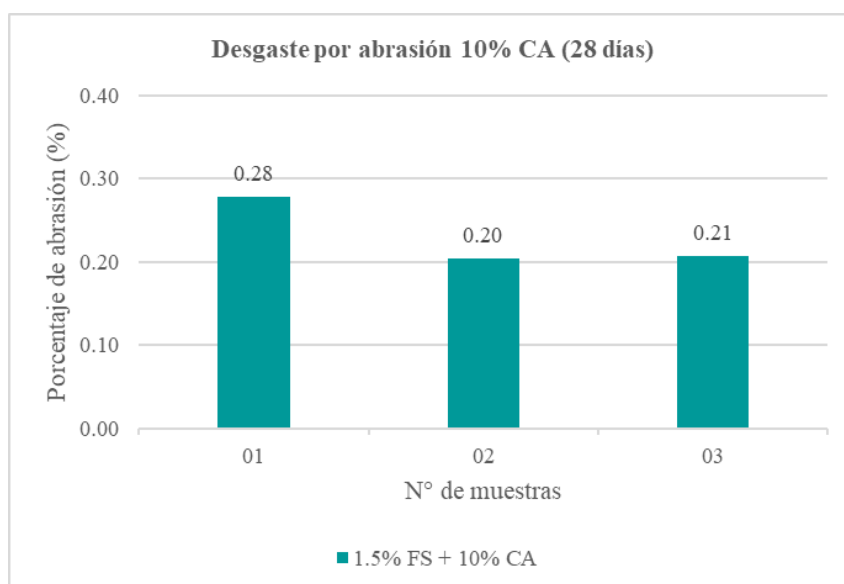


Fig. 79. Abrasión de la MM con 1.5%FS+10%CA.

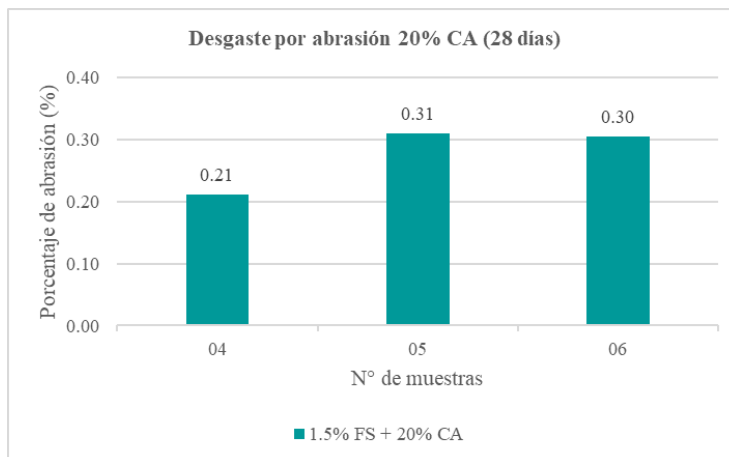


Fig. 80. Abrasión de la MM con 1.5%FS+20%CA.

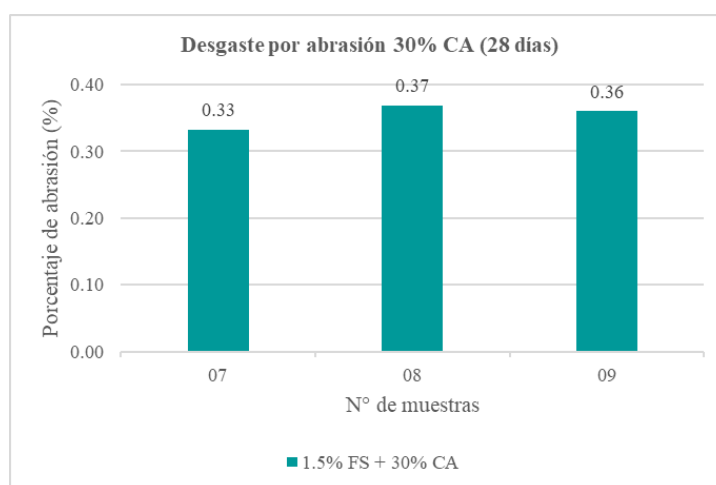


Fig. 81. Abrasión de la MM con 1.5%FS+30%CA.

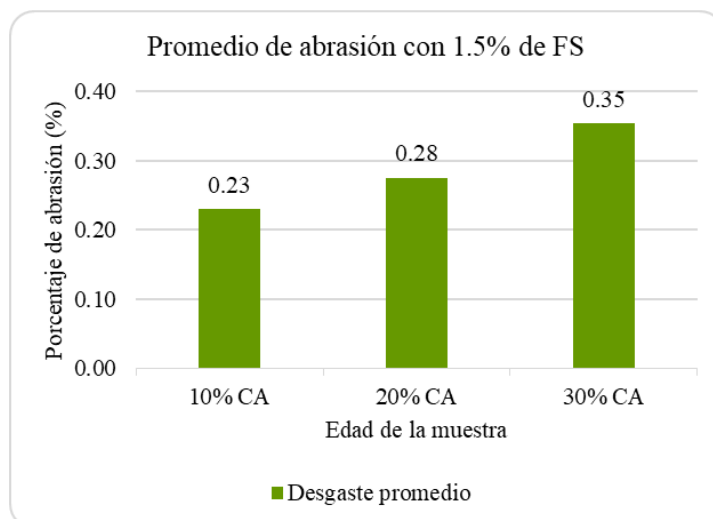


Fig. 82. Desgaste promedio con 1% de FS.

Ensayo de flexotracción

Muestra patrón

TABLA L

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE LA MUESTRA PATRON

Muestra Nº	Denominación de Espécimen	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Luz (mm)	Dimensiones		Carga Máxima		Módulo de Rotura (MPa)	Resistencia a la Flexión Promedio (Mpa)
						Espesor	Ancho	kg	N		
01	MP - SIN FS & CA	22/05/2024	29/05/2024	7	150	59.94	99.64	814	7985.34	5.019	4.95
02	MP - SIN FS & CA	22/05/2024	29/05/2024	7	150	61.50	100.5	811	7955.91	4.709	
03	MP - SIN FS & CA	22/05/2024	29/05/2024	7	150	59.93	99.5	828	8122.68	5.114	
04	MP - SIN FS & CA	22/05/2024	05/06/2024	14	150	59.90	100.1	915	8976.15	5.623	5.43
05	MP - SIN FS & CA	22/05/2024	05/06/2024	14	150	60.31	99.64	845	8289.45	5.146	
06	MP - SIN FS & CA	22/05/2024	05/06/2024	14	150	59.84	98.6	883	8662.23	5.520	
07	MP - SIN FS & CA	22/05/2024	19/06/2024	28	150	61.45	100.5	1029	10094.49	5.985	6.19
08	MP - SIN FS & CA	22/05/2024	19/06/2024	28	150	59.97	101.3	1038	10182.78	6.289	
09	MP - SIN FS & CA	22/05/2024	19/06/2024	28	150	59.9	99.64	1022	10025.82	6.310	

La Tabla exhibe los resultados de flexotracción obtenidos para 7, 14 y 28 días, para entender mejor los resultados para los 7 días se puede observar la Fig.83., en esta se puede observar las resistencias de los 3 especímenes muestreados, en donde el valor más alto lo obtuvo la muestra N°3, resistiendo una carga de 5.11 Mpa cumpliendo con lo indicado en NTG 41086 donde el mínimo es 3.5 Mpa. Mientras que para los 14 días está la Fig.84., en ella podemos que la carga más alta resistida fue por la muestra N°1 con 5.62 Mpa.

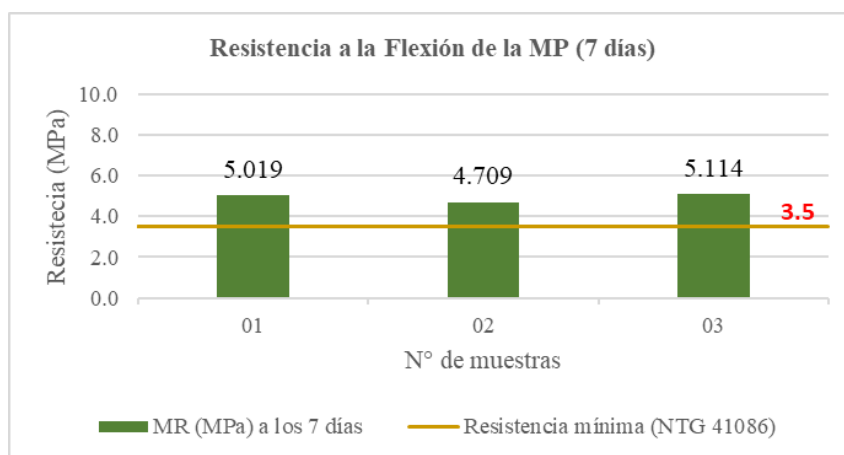


Fig. 83. Flexión de la MP a los 7 días.

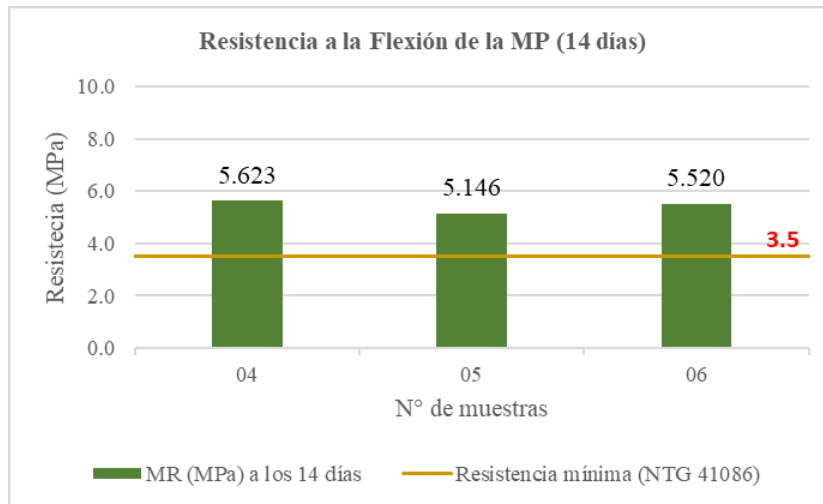


Fig. 84. Flexión de la MP a los 14 días.

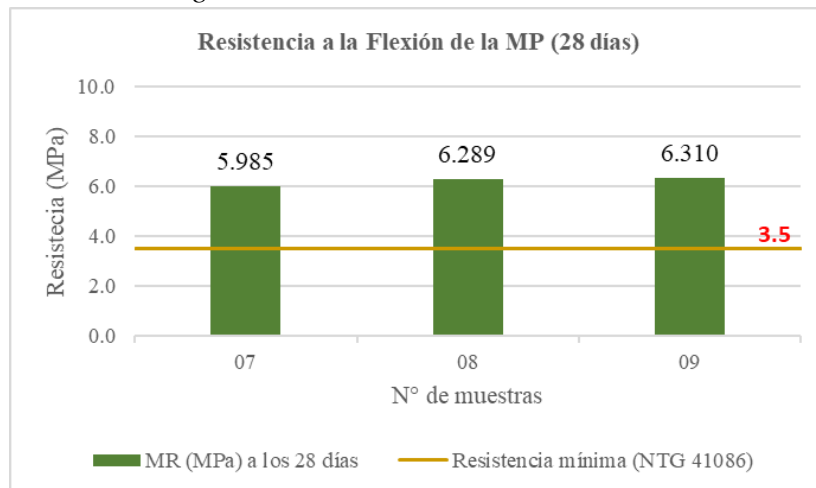


Fig. 85. Flexión de la MP a los 28 días.

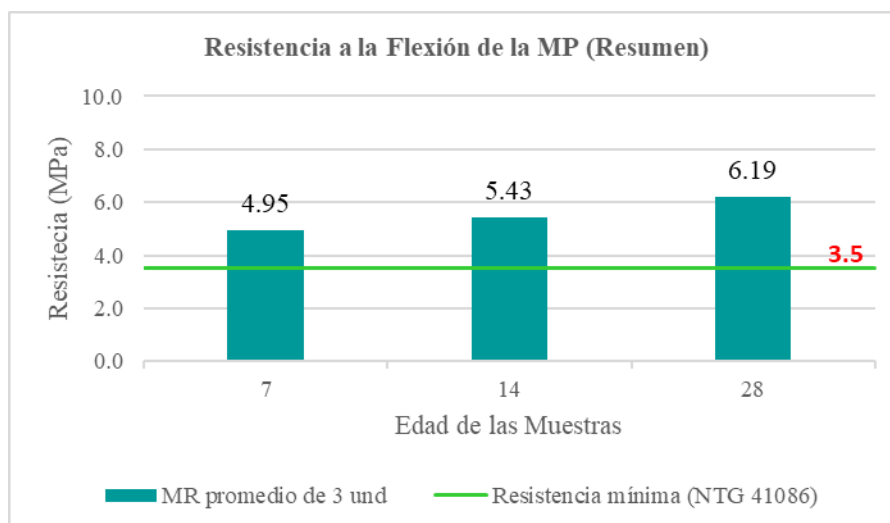


Fig. 86. Flexión promedio de la MP según sus edades.

Muestra modificada con 1% de FS y (10%, 20% y 30% de CA)

TABLA LI

RESISTENCIA A LA FLEXOTRACCIÓN CON 1%FS+(10%, 20% Y 30 DE CA)

Muestra N°	Denominación de Espécimen	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Luz (mm)	Dimensiones		Carga Máxima		Módulo de Rotura (MPa)	Resistencia a la Flexión Promedio (Mpa)
						Espesor	Ancho	kg	N		
01	MM 1% FS + 10% CA	22/05/2024	19/06/2024	28	150	60.10	100.5	1054	10339.74	6.409	6.27
02		22/05/2024	19/06/2024	28	150	59.87	100.05	1039	10192.59	6.395	
03		22/05/2024	19/06/2024	28	150	61.40	100.45	1029	10094.49	5.998	
04	MM - 1% FS + 20% CA	22/05/2024	19/06/2024	28	150	61.50	100.58	1070	10496.7	6.208	6.14
05		22/05/2024	19/06/2024	28	150	61.08	98.9	1068	10477.08	6.389	
06		22/05/2024	19/06/2024	28	150	61.10	100.4	990	9711.9	5.830	
07	MM - 1% FS + 30% CA	22/05/2024	19/06/2024	28	150	60.35	100.38	1030	10104.3	6.219	5.96
08		22/05/2024	19/06/2024	28	150	61.95	101.52	1020	10006.2	5.779	
09		22/05/2024	19/06/2024	28	150	62.85	100.87	1060	10398.6	5.872	

En la presente tabla se exhibe los datos del ensayo de flexotracción realizado a los 28 días en donde se puede observar que con la dosificación de 1% de FS con 10% de CA presenta más resistencia con 6.27 Mpa (fig. 90) de promedio con respecto a las otras dos dosificaciones.

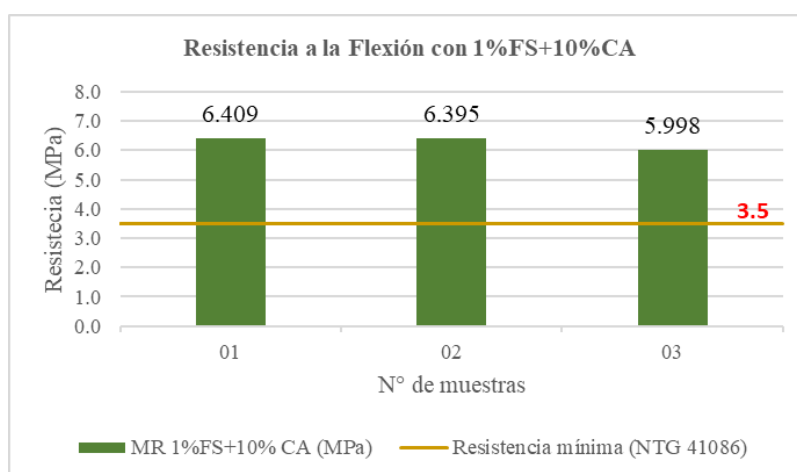


Fig. 87. Flexión de la MM con 1%FS+10%CA.

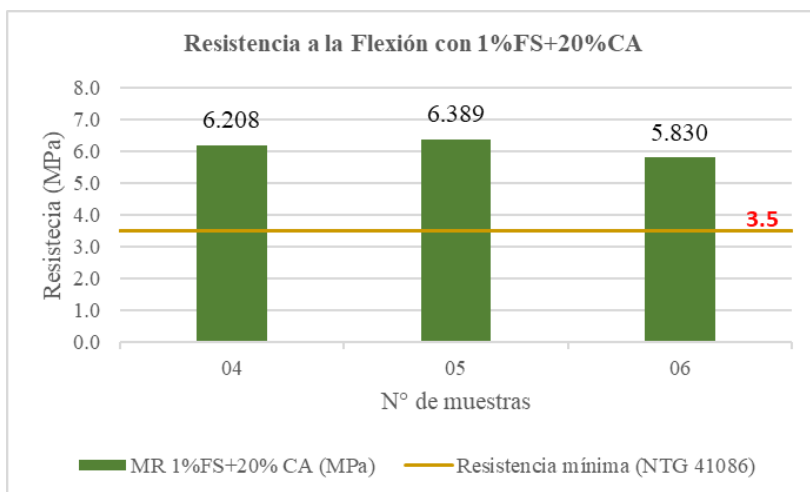


Fig. 88. Flexión de la MM con 1%FS+20%CA.

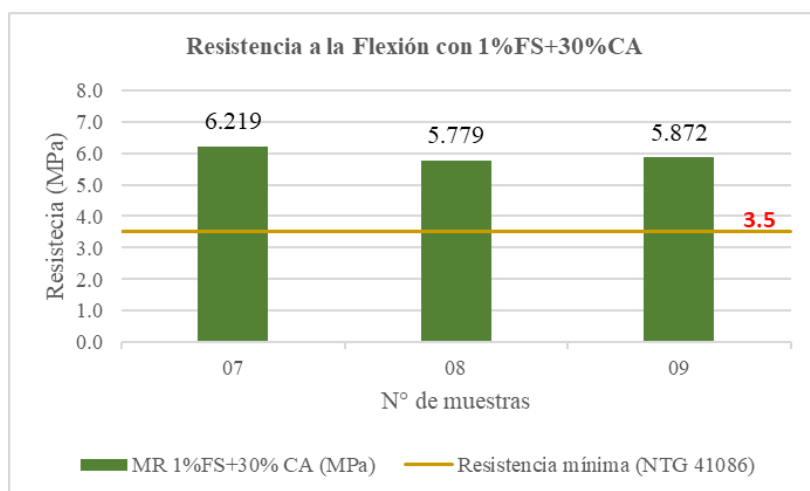


Fig. 89. Flexión de la MM con 1%FS+30%CA.

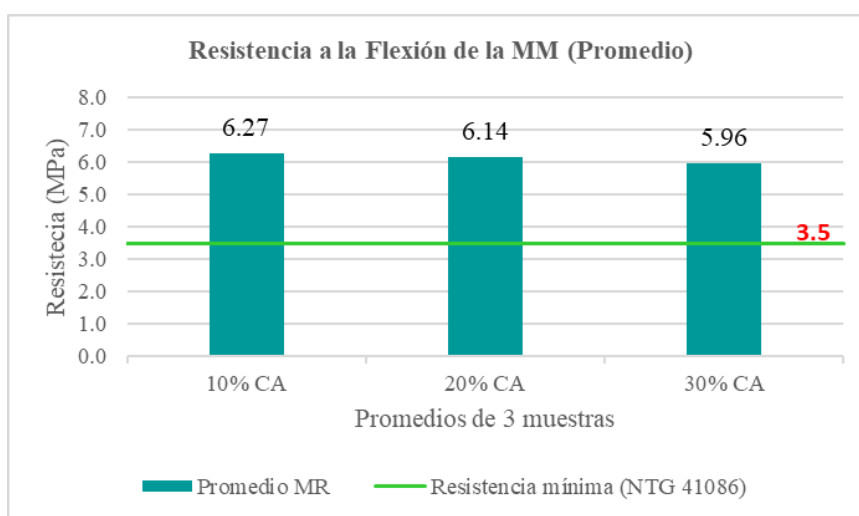


Fig. 90. Flexión promedio con 1%FS y CA.

Muestra modificada con 1.5% de FS y (10%, 20% y 30% de CA)

TABLA LII

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN CON 1.5%FS+(10%, 20% Y 30 DE CA)

Muestra N°	Denominación de Espécimen	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Luz (mm)	Dimensiones		Carga Máxima		Módulo de Rotura (MPa)	Resistencia a la Flexión Promedio (Mpa)
						Espesor	Ancho	kg	N		
01	MM - 1.5% FS + 10% CA	22/05/2024	19/06/2024	28	150	61.10	100.43	1115	10938.15	6.564	6.39
02		22/05/2024	19/06/2024	28	150	61.03	99.56	1054	10339.74	6.274	
03		22/05/2024	19/06/2024	28	150	62.00	100.13	1104	10830.24	6.331	
04	MM - 1.5% FS + 20% CA	22/05/2024	19/06/2024	28	150	60.33	100.32	1097	10761.57	6.631	6.23
05		22/05/2024	19/06/2024	28	150	61.40	101.51	1062	10418.22	6.125	
06		22/05/2024	19/06/2024	28	150	62.84	100.83	1073	10526.13	5.948	
07	MM - 1.5% FS + 30% CA	22/05/2024	19/06/2024	28	150	60.11	100.53	995	9760.95	6.046	6.07
08		22/05/2024	19/06/2024	28	150	62.38	99.8	1019	9996.39	5.792	
09		22/05/2024	19/06/2024	28	150	59.83	98.89	1020	10006.2	6.360	

En la presente tabla se presenta los datos del ensayo de flexotracción realizado a los 28 días en donde se puede observar que con la dosificación de 1% de FS con 10% de CA presenta más resistencia con 6.39 Mpa (fig. 94) de promedio con respecto a las otras dos dosificaciones.

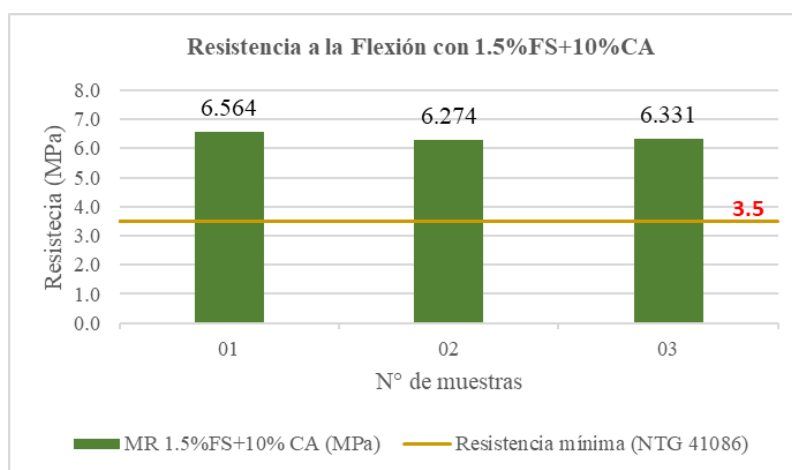


Fig. 91. Flexión de la MM con 1.5%FS+10%CA.

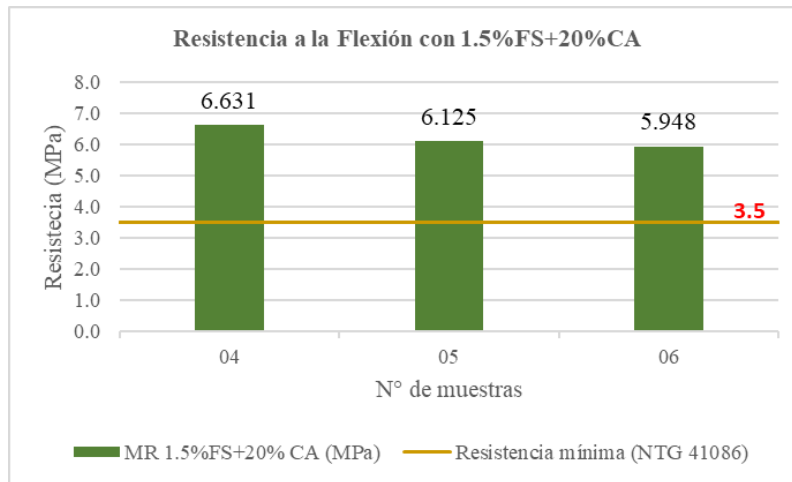


Fig. 92. Flexión de la MM con 1.5%FS+20%CA.

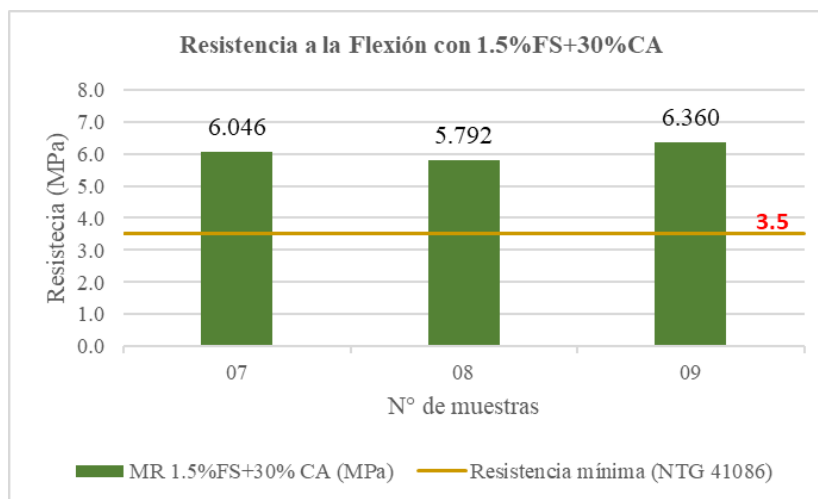


Fig. 93. Flexión de la MM con 1.5%FS+30%CA.

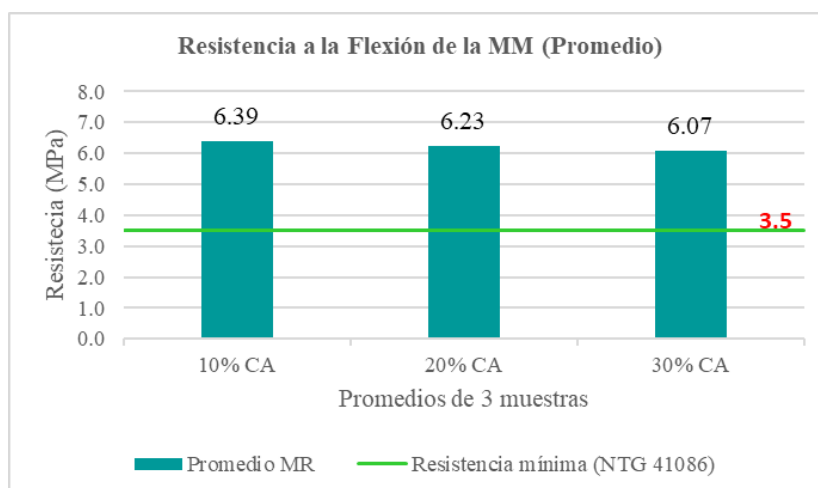


Fig. 94. Flexión promedio con 1.5%FS y CA.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

TABLA LIII
ANÁLISIS DE RESULTADOS

Ensayos	Dosificaciones					
	1%			1.50%		
	10%	20%	30%	10%	20%	30%
Absorción						
Variación dimensional						
Compresión						
Abrasión						
Flexotracción						

	Superaron los resultados de la MP
	No supero los resultados de la MP
	Proximidad al resultado de la MP

En la Tabla LIII se muestra las dosificaciones que superaron, las que se aproximaron y las que no superaron a los resultados obtenidos de la muestra patrón (MP).

ANÁLISIS ECONÓMICO

Para este análisis se tomó en cuenta los costos de los materiales, transporte y mano de obra. Los precios unitarios de mano de obra se obtuvieron de las tablas salariales 2023 – 2024 de la Federación de Trabajadores en Construcción Civil del Perú [58]. Los costos de los materiales se determinaron de acuerdo al mercado y el costo del agua se obtuvo del Proyecto de Estudio Tarifario de EPSEL S.A. [59]. Todos estos costos servirán para determinar el costo por und y por millar del adoquín convencional y del modificado.

Conchas de abanico

Los rendimientos de recolección se consideraron de acuerdo a la vivencia personal. En medio día se logró juntar 144 kg, en razón a esto y como el análisis se está realizando por jornal se consideró un rendimiento de 288 kg/día.

TABLA LIV
APU DE RECOLECCIÓN DE LAS CA

RECOLECCIÓN DE LAS CONCHAS DE ABANICO					
Rendimiento	288 kg/DIA		P.U.	S/. 0.55 kg	
Descripción Recurso	Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
Mano de Obra					
PEÓN	hh	1.00	0.028	19.56	0.54
					0.54
Materiales	Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
CONCHAS DE ABANICO	kg		144.00	0.00	0.00
					0.00
Equipos y Herramientas	Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
HERRAMIENTAS	%		2.00%	0.54	0.0109
					0.0109

Ahora con respecto al transporte, los botaderos de conchas de abanico están en los perímetros de la localidad por lo que se empleó un mototaxi para trasladar los 144 kg (A) de conchas de abanico hasta la agencia de combis esta carrera costo S/. 7 (B), ahora lo que se desea calcular es el costo por kilogramo, para ello se dividió B entre A y se obtuvo el PU de S/. 0.049 por kilogramo. Para la combi se dividió S/. 50 entre 144 kg y se obtuvo un PU de S/. 0.347. Ahora para el transporte en Chiclayo se dividió S/. 8 entre los 144 kg y se determinó un PU de S/. 0.056.

TABLA LV
APU DE TRANSPORTE

TRANSPORTE DE LAS CONCHAS DE ABANICO					
Rendimiento	144 kg/DIA		P.U.	S/. 0.45 kg	
Descripción Recurso	Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
Combi	glb		1.000	0.347	0.35
Mototaxi (Parachique)	glb		1.000	0.049	0.05
Mototaxi (Chiclayo)	glb		1.000	0.056	0.06
					0.45

Para determinar el rendimiento de la limpieza de las CA se tuvo en cuenta el tiempo que tomo realizar esta actividad, la cual tardo un jornal para realizar el lavado de los 144 kg de CA traídas desde Parachique.

TABLA LVI
APU DE LA LIMPIEZA DE LAS CA

LIMPIEZA DE LAS CONCHAS DE ABANICO					
Rendimiento	144 kg/DIA		P.U.	S/. 1.37 kg	
Descripción Recurso	Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
Mano de Obra					
PEÓN	hh	1.00	0.056	19.56	1.09
					1.09
Materiales	Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
AGUA	m3		0.050	5.30	0.26
					0.26
Equipos y Herramientas	Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
HERRAMIENTAS	%		2.00%	1.09	0.02
					0.02

De la misma manera que para la limpieza se determinó el rendimiento para el triturado de CA, en este caso se realizó 36 kg por jornal.

TABLA LVII
APU DE TRITURADO DE LAS CA

TRITURADO DE LAS CONCHAS DE ABANICO TAMIZ N° 3/8 - 9.5 mm					
Rendimiento	40 kg/DIA		P.U.	S/. 3.99 kg	
Descripción Recurso	Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
Mano de Obra					
PEÓN	hh	1.00	0.200	19.56	3.91
					3.91
Materiales					
CONCHAS DE ABANICO	kg		16.500	0.00	0.00
					0.00
Equipos y Herramientas					
HERRAMIENTAS	%		2.00%	3.91	0.08
					0.08

Final mente se realizó la suma de los gastos de recolección, transporte, limpieza y triturado. Se obtuvo un valor de S/. 6.36 por kilogramo de conchas de abanico.

COSTO UNITARIO DE CA POR KG	S/. 6.36
------------------------------------	-----------------

Fibras de sisal

Para determinar el costo por kg de fibra se consideró los costos de mano de obra para realizar el corte con la dimensión deseada y el costo de la fibra por kilogramo. Y el rendimiento se calculó de acuerdo al tiempo que tomo realizar dicho corte.

TABLA LVIII
APU DE LAS FIBRAS DE SISAL

COSTO Y SECCIONAMIENTO DE LA FIBRA DE SISAL					
Rendimiento	6 kg/DIA		P.U.	S/. 34.60 kg	
Descripción Recurso	Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
Mano de Obra					
PEÓN	hh	1.00	1.333	19.56	26.08
					26.08
Materiales					
FIBRA DE SISAL	kg		1.000	8.00	8.00
					8.00
Equipos y Herramientas					
HERRAMIENTAS	%		2.00%	26.08	0.52
					0.52

A continuación, se presentan las tablas con el análisis económico realizado para los 7 tipos de adoquines. En las tablas se muestran el costo por millar y por unidad.

APU del adoquín sin reemplazo

TABLA LIX

APU DEL ADOQUIN CONVENCIONAL TIPO II

COSTO UNITARIO DEL ADOQUIN CONVENCIONAL TIPO II (F'C = 420 kg/cm²)					
Rendimiento	1000 u/DIA		P.U.	S/. 626.80 M	S/. 0.63 UND
Descripción Recurso	Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
Mano de Obra					
PEÓN	hh	2.00	0.016	19.56	0.31
OPERARIO	hh	1.00	0.008	27.49	0.22
					0.53
Materiales					
	Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
CEMENTO PORTLAND TIPO MS	bls		18.000	28.00	504.00
AGUA	m ³		0.312	5.30	1.65
AGREGADO FINO	m ³		1.210	50.00	60.50
CONFITILLO	m ³		1.089	55.00	59.89
					626.04
Equipos y Herramientas					
	Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
HERRAMIENTAS	%		3.00%	0.53	0.02
ROSA COMETA	día	1.00	0.008	15.00	0.12
MEZCLADORA MIXER TIPO BATEA	día	1.00	0.008	12.00	0.10
					0.23

APU del adoquín con 1% de FS y 10% de CA

TABLA LX

APU DEL ADOQUIN CON 1% FS + 10% CA

COSTO UNITARIO DEL ADOQUIN CON 1% FS + 10% CA (F'C = 420 kg/cm²)					
Rendimiento	1000 u/DIA		P.U.	S/. 1463.01 M	S/. 1.46 UND
Descripción Recurso	Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
Mano de Obra					
PEÓN	hh	2.00	0.016	19.56	0.31
OPERARIO	hh	1.00	0.008	27.49	0.22
					0.53
Materiales					
	Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
CEMENTO PORTLAND TIPO MS	bls		18.000	28.00	504.00
AGUA	m ³		0.313	5.30	1.65
AGREGADO FINO	m ³		1.075	50.00	53.75
CONFITILLO	m ³		1.091	55.00	59.98
FIBRA DE SISAL	kg		7.440	34.60	257.43
CONCHAS DE ABANICO	kg		91.990	6.36	585.44
					1462.25
Equipos y Herramientas					
	Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
HERRAMIENTAS	%		3.00%	0.53	0.02
ROSA COMETA	día	1.00	0.008	15.00	0.12
MEZCLADORA MIXER TIPO BATEA	día	1.00	0.008	12.00	0.10
					0.23

APU del adoquín con 1% de FS y 20% de CA

TABLA LXI

APU DEL ADOQUIN CON 1% FS + 20% CA

COSTO UNITARIO DEL ADOQUIN CON 1% FS + 20% CA (F'C = 420 kg/cm²)					
Rendimiento	1000 u/DIA		P.U.	S/. 2042.56 M	S/. 2.04 UND
Descripción Recurso	Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
Mano de Obra					
PEÓN	hh	2.00	0.016	19.56	0.31
OPERARIO	hh	1.00	0.008	27.49	0.22
					0.53
Materiales					
	Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
CEMENTO PORTLAND TIPO MS	bls		18.000	28.00	504.00
AGUA	m3		0.314	5.30	1.66
AGREGADO FINO	m3		0.956	50.00	47.78
CONFITILLO	m3		1.091	55.00	59.98
FIBRA DE SISAL	kg		7.440	34.60	257.43
CONCHAS DE ABANICO	kg		183.990	6.36	1170.95
					2041.80
Equipos y Herramientas					
	Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
HERRAMIENTAS	%		3.00%	0.53	0.02
ROSA COMETA	día	1.00	0.008	15.00	0.12
MEZCLADORA MIXER TIPO BATEA	día	1.00	0.008	12.00	0.10
					0.23

APU del adoquín con 1% de FS y 30% de CA

TABLA LXII

APU DEL ADOQUIN CON 1% FS + 30% CA

COSTO UNITARIO DEL ADOQUIN CON 1% FS + 30% CA (F'C = 420 kg/cm²)					
Rendimiento	1000 u/DIA		P.U.	S/. 2622.10 M	S/. 2.62 UND
Descripción Recurso	Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
Mano de Obra					
PEÓN	hh	2.00	0.016	19.56	0.31
OPERARIO	hh	1.00	0.008	27.49	0.22
					0.53
Materiales					
	Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
CEMENTO PORTLAND TIPO MS	bls		18.000	28.00	504.00
AGUA	m3		0.314	5.30	1.66
AGREGADO FINO	m3		0.836	50.00	41.81
CONFITILLO	m3		1.091	55.00	59.98
FIBRA DE SISAL	kg		7.440	34.60	257.43
CONCHAS DE ABANICO	kg		275.990	6.36	1756.46
					2621.34
Equipos y Herramientas					
	Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
HERRAMIENTAS	%		3.00%	0.53	0.02
ROSA COMETA	día	1.00	0.008	15.00	0.12
MEZCLADORA MIXER TIPO BATEA	día	1.00	0.008	12.00	0.10
					0.23

APU del adoquín con 1.5% de FS y 10% de CA

TABLA LXIII

APU DEL ADOQUIN CON 1.5% FS + 10% CA

COSTO UNITARIO DEL ADOQUIN CON 1.5% FS + 10% CA (F'C = 420 kg/cm²)					
Rendimiento	1000 u/DIA		P.U.	S/. 1586.73 M	S/. 1.59 UND
Descripción Recurso	Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
Mano de Obra					
PEÓN	hh	2.00	0.016	19.56	0.31
OPERARIO	hh	1.00	0.008	27.49	0.22
					0.53
Materiales					
	Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
CEMENTO PORTLAND TIPO MS	bls		18.000	28.00	504.00
AGUA	m3		0.313	5.30	1.65
AGREGADO FINO	m3		1.067	50.00	53.36
CONFITILLO	m3		1.091	55.00	59.98
FIBRA DE SISAL	kg		11.150	34.60	385.80
CONCHAS DE ABANICO	kg		91.320	6.36	581.18
					1585.97
Equipos y Herramientas					
	Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
HERRAMIENTAS	%		3.00%	0.53	0.02
ROSA COMETA	día	1.00	0.008	15.00	0.12
MEZCLADORA MIXER TIPO BATEA	día	1.00	0.008	12.00	0.10
					0.23

APU del adoquín con 1.5% de FS y 20% de CA

TABLA LXIV

APU DEL ADOQUIN CON 1.5% FS + 20% CA

COSTO UNITARIO DEL ADOQUIN CON 1.5% FS + 20% CA (F'C = 420 kg/cm²)					
Rendimiento	1000 u/DIA		P.U.	S/. 2161.99 M	S/. 2.16 UND
Descripción Recurso	Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
Mano de Obra					
PEÓN	hh	2.00	0.016	19.56	0.31
OPERARIO	hh	1.00	0.008	27.49	0.22
					0.53
Materiales					
	Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
CEMENTO PORTLAND TIPO MS	bls		18.000	28.00	504.00
AGUA	m3		0.314	5.30	1.66
AGREGADO FINO	m3		0.949	50.00	47.43
CONFITILLO	m3		1.091	55.00	59.98
FIBRA DE SISAL	kg		11.150	34.60	385.80
CONCHAS DE ABANICO	kg		182.640	6.36	1162.36
					2161.23
Equipos y Herramientas					
	Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
HERRAMIENTAS	%		3.00%	0.53	0.02
ROSA COMETA	día	1.00	0.008	15.00	0.12
MEZCLADORA MIXER TIPO BATEA	día	1.00	0.008	12.00	0.10
					0.23

APU del adoquín con 1.5% de FS y 30% de CA

TABLA LXV

APU DEL ADOQUIN CON 1.5% FS + 30% CA

COSTO UNITARIO DEL ADOQUIN CON 1.5% FS + 30% CA (F'C = 420 kg/cm²)					
Rendimiento	1000 u/DIA		P.U.	<i>S/. 2737.30 M</i>	S/. 2.74 UND
Descripción Recurso	Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
Mano de Obra					
PEÓN	hh	2.00	0.016	19.56	0.31
OPERARIO	hh	1.00	0.008	27.49	0.22
					0.53
Materiales					
	Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
CEMENTO PORTLAND TIPO MS	bls		18.000	28.00	504.00
AGUA	m3		0.314	5.30	1.66
AGREGADO FINO	m3		0.830	50.00	41.50
CONFITILLO	m3		1.091	55.00	59.98
FIBRA DE SISAL	kg		11.150	34.60	385.80
CONCHAS DE ABANICO	kg		273.970	6.36	1743.60
					2736.54
Equipos y Herramientas					
	Und	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial
HERRAMIENTAS	%		3.00%	0.53	0.02
ROSA COMETA	día	1.00	0.008	15.00	0.12
MEZCLADORA MIXER TIPO BATEA	día	1.00	0.008	12.00	0.10
					0.23

Resumen de costos

En la tabla siguiente se muestra los precios por millar y por unidad para los 7 tipos de adoquines elaborados.

TABLA LXVI
PRECIOS POR UND Y MILLAR DE LOS ADOQUINES

Resumen de Costos		
Adoquines	Millar	UND
Convencional	S/. 626.80	S/. 0.63
1% FS + 10% CA	S/. 1463.01	S/. 1.46
1% FS + 20% CA	S/. 2042.56	S/. 2.04
1% FS + 30% CA	S/. 2622.10	S/. 2.62
1.5% FS + 10% CA	S/. 1586.73	S/. 1.59
1.5% FS + 20% CA	S/. 2161.99	S/. 2.16
1.5% FS + 30% CA	S/. 2737.30	S/. 2.74

Por otra parte, se realizó una cotización de precios a 3 empresas peruanas, esto con la finalidad de ver si el adoquín diseñado en esta investigación puede competir en el mercado, cabe mencionar que los precios a continuación están libres de IGV.

TABLA LXVII
COSTO DE LOS ADOQUINES EN EL MERCADO

ADOQUINES EN EL MERCADO (SIN IGV)		
EMPRESAS	Por Millar	Por UND
NORBLOCK	S/. 745.76	S/. 0.746
CALYTEC	S/. 750.00	S/. 0.750
CASA ROSSELLÓ	S/. 1189.91	S/. 1.190
TASAYCO	S/. 1498.00	S/. 1.498

Analizando los precios en el mercado podemos ver que varían según empresa, al comparar con los costos determinados en este estudio se ve que el adoquín convencional, el modificado con 1% FS + 10% CA y 1.5% FS + 10% CA podrían competir en el mercado actual.

Discusión

1. Con respecto al primer objetivo específico que consiste en realizar el diseño de mezcla para la muestra patrón y para las dosificaciones de conchas de abanico trituradas en presencia de las fibras de sisal para obtener las resistencias deseadas, los resultados de caracterización a los agregados, se presentan en la *Tabla XXXVI*, tales como el TMN de 3/8" (AG) el MF de 2.94. En contraste con Rivadeneira G. (2024)[60] quien empleo las mismas canteras, obtuvo un TMN también de 3/8" y un MF de 2.98. Tanto estos como los demás resultados guardan bastante relación los de este estudio. Los resultados de los ensayos a las CA (reemplazo del AF) se muestran en la *Tabla XXXVI*, los resultados se compararon con los obtenido por Gamarra C. (2023) [21] quien también empleo CA, se pudo observar que obtuvo valores próximos con respecto a la granulometría (MF 2.77), PUC, PUS y peso específico (2.28). Con respecto a la absorción se notó diferencia por lo que se citó a Cerna S & Flores N. (2023)[61] y el obtuvo resultados más aproximados, sin embargo, pese a las diferencias los resultados de ambos autores como el nuestro cumplen con los requisitos para reemplazar al AF.

Realizada la caracterización a los agregados se realizó el diseño de mezcla por el método ACI 211 para una resistencia de 420 kg/cm² (caso 3 puesto que la cantidad de ensayos es < 15), se obtuvo una relación a/c es de 0.312, la comparativa se realizó con Marín Q. (2020) [22], pues en su investigación también realizo adoquín tipo II de 6 cm de espesor para una resistencia de 420 kg/cm², el trabajo con una relación a/c de 0.31 y obtuvo resultados positivos. Entonces podemos confirmar que la relación a/c es óptima pues en ambas investigaciones arrojaron resultados favorables.

2. El segundo objetivo consiste en, elaborar adoquines de concreto para transito ligero reemplazando 10%, 20% y 30% de conchas de abanico trituradas al agregado fino en presencia de 1% y 1.5% de fibras de sisal y compararlos con la muestra patrón, se logró elaborar las 45 muestras patrón y las 90 muestras modificadas, la elaboración se realizó de acuerdo a Cabezas F.(2014) [62] mezclado por aproximadamente 4 min en una mezcladora tipo batea, puesto que según [62] realizar el mezclado de forma manual las propiedades físico-mecánicas puede bajar en un 50%, y debido a que en esta investigación se está empleando fibras de sisal, se consideró este método para lograr una mezcla homogénea; se realizó el moldeado para impedir que la mezcla se empiece a fraguar, el vibrado se llevó de acuerdo al manual de ensayos de materiales [63] y a Cabezas F.(2014) [62], el manual indica que el tiempo de vibrado depende mucho de la trabajabilidad del concreto y también menciona que un vibrado excesivo puede causar

segregación, por su parte Cabezas F.(2014) sugiere que para elaborar adoquines se debe vibrar unos 12 seg. Tiempo con el que se trabajó en esta investigación; se dejó secando 24 h como lo indica el SENA [64]; se aplicó el curado por 28 días puesto que pasado este tiempo el concreto desarrolla casi el 100% de su resistencia. Comparando las muestras por medio de la técnica visual se pudo observar que las muestras con mayor dosificación de CA se observó presencia de porosidad, esto se vio reflejado en los resultados de los ensayos físico-mecánicos.

3. Según el tercer objetivo específico, determinar las propiedades físicas de los adoquines, con los agregados convencionales, y con los residuos de la concha de abanico triturada en presencia de fibras de sisal, los ensayos realizados fueron los de absorción y variación dimensional. En cuanto a la muestra patrón a una edad de 28 días presenta una absorción del 3.24%, mientras que la dosificación más óptima (1% FS + 10% CA) presenta un valor 3.97%, sin embargo, está por encima de lo esperado puesto que es mayor en un 22.53% a la muestra patrón. Cabe destacar que los resultados de las otras dosificaciones continúan por debajo del máximo (6%) especificado por la NTP 399.611. Comparando los resultados obtenidos por Paucar M. (2021) [65] en su investigación de evaluación de a propiedades físico-mecánicas en adoquines con valva de concha de abanico para uso peatonal, se observó que con 12% de conchas de abanico obtuvo 2.73%. Esta diferencia de debe a la FS empleada en la presente investigación, puesto que debido a su composición química (celulosa:74%, hemicelulosa:12%, lignina:14%) (fig. 151) absorbe mayor cantidad de agua, sin embargo, si cumple con la norma antes mencionada. En cuanto a la variación dimensional de las 9 muestras patrón una no cumplió con lo especificado en la NTP 399.611. Por otra parte, el 1% FS + 10 % CA y el 1.5% FS+ 10%, 1.5% FS + 20% cumplieron con las dimensiones establecidas en la norma 399.611. De esta manera podemos afirmar que estos materiales no afectan a las dimensiones del adoquín, por lo que sí es factible emplearlas.
4. El cuarto objetivo consiste en determinar las propiedades mecánicas de los adoquines, con los agregados convencionales, y con los residuos de la concha de abanico triturada en presencia de fibras de sisal; los resultados de compresión muestran que el 1% FS +10% CA es superior en 1.14% al adoquín patrón (434.14 kg/cm²), mientras que el 1.5% FS + 10% CA superaron a la MP en 4.65%. Comparando con Kishor, P.; Subhrasweta, B. y Shradha, Jena [10] que en su investigación remplazando 10% de concha marina al agregado fino para elaborar concreto obtuvo resultados positivos para la compresión. Estos resultados los respalda también Gamarra C. (2023) incluso el en

su investigación de adoquines tipo I obtuvo resultados favorables reemplazando el 15% del AF. Mientras que para Paucar M. (2021) la dosificación más óptima fue 7% (347.27 kg/cm²) de CA. Por su parte Varhen, C; Carrillo, S; Ruiz, G [17] en su estudio mencionan que los porcentajes ideales para reemplazar al AF por conchas de abanico no debe superar el 40% y que se obtienen mejores resultados con porcentajes cercanos al 5%. Ahora con respecto a la fibra de sisal Camayo Ch. & Iberico B. (2022) [66] obtuvieron mejores resultados con el 1% y 1.5% de FS, siendo el 1% la dosificación más óptima. Por tanto, podemos afirmar que ambos agregados son efectivos y lograron mejorar las propiedades mecánicas. Esto es respaldado por [13] que con el 1% logró que bloques huecos de concreto resistieran cargas incluso después de haberse fisurado.

En la resistencia a la flexotracción de la muestra patrón alcanzó 6.19 Mpa a los 28 días, para este caso dos dosificaciones superaron a la MP primero la de 1.5% FS + 10% CA alcanzando 6.39 Mpa, seguida por el 1% FS + 10% CA con 6.27 Mpa; esto se contrasta con [67] quien obtuvo resultados positivos (6.95 Mpa) reemplazando el 10% del AF por CA para la elaboración de concreto. Mientras que [21] por su parte obtuvo resultados favorables reemplazando el 15%. Y como lo asegura [16] en su estudio de elaboración de concreto obtuvo resultados positivos adicionando 1% de FS. Cabe indicar que todas las dosificaciones cumplieron con los 3.5 Mpa mínimos establecidos en la NTG 41086. Ahora se comparará los resultados de la abrasión, la muestra patrón a los 28 días obtuvo un desgaste de 0.20%; mientras que la dosificación más óptima que fue el 1% FS + 10% CA se obtuvo 0.21% de desgaste. Comparando con los resultados podemos observar que no se pudo mejorar con respecto a la muestra patrón, pero si está próxima al resultado. Podemos afirmar entonces que la dosificación cumple con el mínimo y puede emplearse para la fabricación de adoquines de concreto. Mientras que [68] para su muestra patrón obtuvo un desgaste de 0.18%. podemos observar entonces que los resultados no difieren significativamente, por tanto, podemos afirmar la factibilidad de emplear estos materiales.

5. El quinto objetivo consiste en analizar los resultados y determinar si las conchas de abanico en presencia de fibras de sisal mejoran o no las propiedades físicas y mecánicas del adoquín tipo II. De acuerdo a la tabla LIII podemos afirmar que la dosificación más óptima resultó ser la de 1% FS + 10% CA ya que obtuvo resultados positivos en más propiedades a comparación de la que le sigue (1.5% FS + 10% CA), si bien la mejora no fue significativa si logró superar en algunas propiedades a la MP; se logró mejorar la resistencia a la compresión, flexotracción. La abrasión difiere mínimamente respecto a

la MP. La variación dimensional cumplió con lo establecido en norma. La absorción no se logró mejorar con respecto a la MP, una de las razones se debe a la composición química de la FS (celulosa:74%, hemicelulosa:12%, lignina:14%) y también a la capacidad de la CA a absorber agua. Finalizamos afirmando que esta dosificación fue la más óptima, si bien no se pudo mejorar todas sus propiedades, en dos de sus principales (compresión, flexotracción) si se logró.

6. El sexto y último objetivo es realizar un análisis de costos para comparar la diferencia económica de la producción del adoquín convencional con el del adoquín modificado con conchas de abanico en presencia de fibras de sisal, a la vez comparar su costo con los adoquines de similar resistencia presentes en el mercado. En el APU se determinó que un millar de adoquines sin reemplazo sale a S/. 626.80 y la unidad a S/.0.63, mientras que la dosificación más óptima (1%FS + 10%CA) el millar cuesta S/. 1463.01 y la und a S/. 1.46, la segunda dosificación con mejores resultados (1.5% FS + 10% CA) el millar cuesta S/. 1586.73 y la und a S/. 1.59. Al comparar el precio del adoquín convencional con el de la dosificación más óptima, vemos que la muestra dosificada es S/. 0.83 mayor. En concordancia con Llatas L. (2022)[68] quien obtuvo un costo para el adoquín convencional de S/. 627.95 por millar y a S/. 0.63 la und. Mientras que en el mercado actual a noviembre del 2024 la unidad varía según la empresa, se cotizo a cuatro empresas (Tabla LXVII) y se obtuvo precios de S/. 0.746, S/. 0.750, S/. 1.190 y S/. 1.498, cabe mencionar que estos costos no incluyen IGV. Podemos ver entonces que el diseño más óptimo que cuesta S/. 1.46 la und si podría competir en el mercado actual.

Conclusiones

1. Se logro evaluar el efecto de las conchas de abanico en presencia de fibras de sisal en el adoquín tipo II, se pudo observar que mejoro la resistencia a la compresión y flexotracción, la resistencia a la abrasión no se pudo mejorar, sin embargo, no difiere mucho respecto a la muestra referencial, por tanto, podemos afirmar que es factible su uso en adoquines tipo II.
2. Se realizo 7 diseños de mezcla por el método ACI 211 para una resistencia de 420 kg/cm², con una relación a/c = 0.312, y basándonos en los estudios de los agregados se determinó las proporciones para cada una de las 7 dosificaciones. Se logro alcanzar hasta 454.33 kg/cm² en una muestra modificada, por lo que concluimos que el diseño fue el correcto.
3. Se elaboro los 135 adoquines planteados, 45 adoquines patrón, 15 con la dosificación del 1%FS+10%CA, 15 con el 1%FS+20%CA, para el otro grupo, que en vez de 1%FS se empleó 1.5% de FS se realizó 45 adoquines. Se realizo cumpliendo los estándares de norma para un mejor resultado.
4. Se logro determinar las propiedades físicas del adoquín convencional y del modificado, donde la dosificación más optima no cumplió puesto que absorbió un 22.53% más que la muestra patrón, cabe mencionar que las otras dosificaciones arrojaron resultados aún mayores, pero si está por debajo del máximo establecido por la NTP 399.611. Ahora con respecto a la variación dimensional, todas las dosificaciones cumplieron con las tolerancias establecidas por norma.
5. Se determino y comparo las propiedades mecánicas de los adoquines, observando que con el 1%FS más 10%CA y 1.5%FS con 10%CA mejora la resistencia a la compresión en 0.35% y 2.87% respecto a la muestra patrón, 2.31% y 4.86% respecto a lo establecido en norma; para la flexotracción superaron en 1.19% y 3.23% a la muestra patrón. El ensayo de abrasión indico que no se logró mejorar puesto que la muestra patrón obtuvo menor desgaste (0.20%) a la dosificación más optima (0.21%).
6. Se logro determinar que las conchas de abanico en presencia de sisal con la dosificación de 1%FS + 10% CA obtuvo mejores resultados para las propiedades, si bien no logro un aumento significativo, mejoro la resistencia a la compresión y a la flexotracción, la abrasión no se logró mejorar, pero se acercó al resultado de la MP, respecto a las propiedades física, la absorción no se logró mejorar y la tolerancia dimensional cumplió con lo establecido en norma.

7. El análisis económico determino que si bien el costo del adoquín convencional (S/. 0.63 und) difiere de la dosificación más optima (S/. 1.46 und), sin embargo, con la cotización realizada se pudo comprobar que si podría competir en el mercado, puesto que los costos varían según empresa, debido a diversos factores como estrategia comercial, marketing, etc. El valor más alto cotizado fue de S/. 1.49 la und.

Recomendaciones

1. Se recomienda realizar nuevas investigaciones aplicando nuevos porcentajes de conchas de abanico y fibras de sisal, reemplazando en menores porcentajes o próximos al 10% de CA. Evaluar a la fibra de sisal con nuevas longitudes. Esto con el objeto de encontrar otros resultados y en consecuencia mejorarlos.
2. Como se pudo observar debido a la presencia del sisal como fibra natural la absorción se vio afectada, por tal razón se recomienda reducir los porcentajes de fibra o utilizar un plastificante, esto mejoraría la trabajabilidad de la mezcla, además podría bajar la relación agua cemento. Empleando esto lograríamos reducir los poros del adoquín logrando mejores resultados en los ensayos
3. Se sugiere investigar nuevos métodos para realizar el triturado de la concha de abanico, por ejemplo, al ser de manera mecánica, optimizando los tiempos de triturado, se reducirá los costos de producción en consecuencia se obtendrá un adoquín más económico.
4. Se recomienda ampliar la investigación aplicando nuevos ensayos a los adoquines, como la resistencia a los sulfatos, puesto que estando en la costa es probable que su durabilidad se vea afectada.
5. Se invita a seguir buscando nuevos recursos que sean renovables que cumplan con las propiedades de los áridos convencionales, minimizando la explotación de canteras, incentivando a seguir protegiendo los recursos naturales.

Referencias

- [1] X. A. S. Castillo, «DISEÑO DE PAVIMENTOS ARTICULADOS PARA TRÁFICOS MEDIO Y ALTO», 2003.
- [2] R. L. Voz, «Los adoquines de calle Justa Lima empiezan a dañarse | La Voz de Zárate». Accedido: 29 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.diariolavozdezarate.com/2024/02/09/los-adoquines-de-calle-justa-lima-empiezan-a-danarse/>
- [3] «En barrio de Quito reclaman por un adoquinado que en dos meses empezó a dañarse». Accedido: 29 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.extra.ec/noticia/actualidad/quito-barrio-reclama-adoquinado-dos-meses-empezo-danarse-96728.html>
- [4] S. M. D. Espinoza, «Todos los derechos reservados».
- [5] Y. M. D. Sanchez, «TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL AMBIENTAL».
- [6] M. N. Soutsos, K. Tang, H. A. Khalid, y S. G. Millard, «The effect of construction pattern and unit interlock on the structural behaviour of block pavements», *Constr. Build. Mater.*, vol. 25, n.º 10, pp. 3832-3840, oct. 2011, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2011.04.002.
- [7] «GORE Lambayeque destina S/ 12 millones para mejoramiento de calles de Chiclayo». Accedido: 28 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/munichiclayo/noticias/937957-gore-lambayeque-destina-s-12-millones-para-mejoramiento-de-calles-de-chiclayo>
- [8] C. H. H. Sandoval y Ó. F. P. Merchán, «Patología De Pavimentos Articulados», *Rev. Ing. Univ. Medellín*, vol. 9, n.º 17, pp. 75-94, 2010.
- [9] M. Gopinath, S. Preethi, R. Sridhar, P. Vimal Raj, y V. Umakanth, «Experimental investigation on compressive strength addition of leftover building debris to paver blocks using coir fibre», *Mater. Today Proc.*, may 2023, doi: 10.1016/j.matpr.2023.04.506.
- [10] K. C. Panda, S. Behera, y S. Jena, «Effect of rice husk ash on mechanical properties of concrete containing crushed seashell as fine aggregate», presentado en *Materials Today: Proceedings*, 2020, pp. 838-843. doi: 10.1016/j.matpr.2020.04.049.
- [11] X. Shang, J. Chang, J. Yang, X. Ke, y Z. Duan, «Life cycle sustainable assessment of natural vs artificial lightweight aggregates», *J. Clean. Prod.*, vol. 367, p. 133064, sep. 2022, doi: 10.1016/j.jclepro.2022.133064.
- [12] S. Carrillo-Siancas, «VIABILIDAD DEL RECICLAJE DE LA CONCHA DE ABANICO EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN».
- [13] I. Soto Izquierdo, O. Soto Izquierdo, M. A. Ramalho, y A. Taliercio, «Sisal fiber reinforced hollow concrete blocks for structural applications: Testing and modeling», *Constr. Build. Mater.*, vol. 151, pp. 98-112, oct. 2017, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2017.06.072.
- [14] G. Bamigboye, O. Enabulele, A. Odetoyan, M. Kareem, A. Nworgu, y D. Bassey, «Mechanical and durability assessment of concrete containing seashells: A review», *Cogent Eng.*, vol. 8, p. 1883830, ene. 2021, doi: 10.1080/23311916.2021.1883830.
- [15] B. Naik *et al.*, «A comprehensive study on utilization of shell wastes in construction industry», *Mater. Today Proc.*, jul. 2023, doi: 10.1016/j.matpr.2023.07.048.
- [16] Y. Bala Balaji, E. Sai Kumar Goud, y G. Yesuratnam, «Study of concrete behavior by partial replacement of cement with Ceramic Waste Powder in the presence of Sisal fiber», *Mater. Today Proc.*, may 2023, doi: 10.1016/j.matpr.2023.05.069.
- [17] C. Varhen, S. Carrillo, y G. Ruiz, «Experimental investigation of Peruvian scallop used as fine aggregate in concrete», *Constr. Build. Mater.*, vol. 136, pp. 533-540, abr. 2017, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2017.01.067.


- [18] S. P. Kundu, S. Chakraborty, y S. Chakraborty, «Effectiveness of the surface modified jute fibre as fibre reinforcement in controlling the physical and mechanical properties of concrete paver blocks», *Constr. Build. Mater.*, vol. 191, pp. 554-563, dic. 2018, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2018.10.045.
- [19] A. Zhang, K. Liu, J. Li, R. Song, y T. Guo, «Static and dynamic tensile properties of ultra-high performance concrete (UHPC) reinforced with hybrid sisal fibers», *Constr. Build. Mater.*, vol. 411, p. 134492, ene. 2024, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2023.134492.
- [20] B. L. Espinoza, V. Wagner, B. T. Landa, y W. Zheng, «PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL».
- [21] «Gamarra Capuñay Edinson Enrique.pdf». Accedido: 3 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/11839/Gamarra%20Capu%20c3%b1ay%20Edinson%20Enrique.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [22] «content.pdf». Accedido: 12 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.uandina.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/be37a714-23c1-4641-a829-a1c1abb81029/content>
- [23] T. I. Miranda, «Ingeniería de pavimentos - Alfonso Montejo Fonseca», Accedido: 14 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: https://www.academia.edu/22782711/Ingenieria_de_pavimentos_Alfonso_Montejo_Fonseca
- [24] «DIN-EN-1338-Normen.pdf». Accedido: 8 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.limex-steine.de/wp-content/uploads/2022/09/DIN-EN-1338-Normen.pdf>
- [25] «pavimentos-integrados.pdf». Accedido: 13 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://storage.googleapis.com/pacasmayo-profesional/documents/pavimentos-integrados.pdf>
- [26] R. Leon, «Diseño de Concreto Reforzado Jack C. McCormac Russell H. Brown 8Ed», Accedido: 14 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: https://www.academia.edu/38487980/Dise%C3%B1o_de_Concreto_Reforzado_Jack_C_McCormac_Russell_H_Brown_8Ed
- [27] «FABRICACION DE BLOQUES DE CONCRETO CON UNA MESA VIBRADORA». Accedido: 30 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.cismid.uni.edu.pe/wp-content/uploads/2019/12/E01A.pdf>
- [28] Diario Oficial El Peruano, «DECRETO SUPREMO N° 001-2022-PRODUCE». Editora Perú, 21 de enero de 2022. [En línea]. Disponible en: <https://busquedas.elperuano.pe/dispositivo/NL/2032505-2>
- [29] «IME_2002.pdf». Accedido: 9 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/4492/IME_2002.pdf?sequence=1
- [30] «diseno-de-estructuras-de-concreto-harmsen.pdf». Accedido: 14 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://stehven.files.wordpress.com/2015/06/diseno-de-estructuras-de-concreto-harmsen.pdf>
- [31] INACAL, «NTP 400.037». Accedido: 20 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://salalecturavirtual.inacal.gob.pe:8098/detalle.aspx?id=33406&idtv=9224>
- [32] «manual_suspendido_abanico.pdf». Accedido: 14 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: https://www2.produce.gob.pe/RepositorioAPS/3/jer/ACUISUBMENU4/manual_suspendido_abanico.pdf
- [33] «Manual-de-Concha-de-Abanico.pdf». Accedido: 9 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2500065/Manual-de-Concha-de-Abanico.pdf>

- [34] Departamento de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Barranca, Barranca, Perú. *et al.*, «RESISTENCIA A COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO CON YESO Y RESIDUOS DE CONCHAS DE ABANICO», *Rev. Boliv. Quím.*, vol. 39, n.º 1, abr. 2022, doi: 10.34098/2078-3949.39.1.1.
- [35] B. S. Q. Menejes, «PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE MINAS».
- [36] «Manual-de-Concha-de-Abanico.pdf». Accedido: 14 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://rnia.produce.gob.pe/wp-content/uploads/2022/09/Manual-de-Concha-de-Abanico.pdf>
- [37] «EL 81% DE LA PRODUCCIÓN NACIONAL DE CONCHA DE ABANICO PROVIENE DE LA BAHÍA DE SECHURA», Luna consultores. Accedido: 3 de junio de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://lunaconsultores.com/el-81-de-la-produccion-nacional-de-concha-de-abanico-proviene-de-la-bahia-de-sechura/>
- [38] I. M. Rodríguez García, «Caracterización química de fibras de plantas herbáceas utilizadas para la fabricación de pastas de papel de alta calidad.», may 2006, Accedido: 13 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://idus.us.es/handle/11441/70577>
- [39] G. Ren, B. Yao, M. Ren, y X. Gao, «Utilization of natural sisal fibers to manufacture eco-friendly ultra-high performance concrete with low autogenous shrinkage», *J. Clean. Prod.*, vol. 332, p. 130105, ene. 2022, doi: 10.1016/j.jclepro.2021.130105.
- [40] D. G. Ortiz, «El género Agave L. en la flora alóctona valenciana».
- [41] C. Y. C. Maldonado, «TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL».
- [42] INACAL, «NTP 400.012:2021-AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino y grueso. Método de ensayo. 4a Edición». Accedido: 20 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://salalecturavirtual.inacal.gob.pe:8098/detalle.aspx?id=33404&idtv=9222>
- [43] INACAL, «NTP 400.022:2021-AGREGADOS. Determinación de la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. Método de ensayo. 4a Edición». Accedido: 20 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://salalecturavirtual.inacal.gob.pe:8098/datos.aspx?id=33405>
- [44] INACAL, «NTP 400.021:2020-AGREGADOS. Densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso. Método de ensayo.» Accedido: 20 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://salalecturavirtual.inacal.gob.pe:8098/datos.aspx?id=32439#>
- [45] INACAL, «NTP 339.185:2021 - AGREGADOS. Determinación del contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. Método de ensayo. 3a Edición». Accedido: 21 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://salalecturavirtual.inacal.gob.pe:8098/datos.aspx?id=33401>
- [46] INACAL, «NTP 400.017:2020 - AGREGADOS. Método de ensayo para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados». Accedido: 21 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://salalecturavirtual.inacal.gob.pe:8098/datos.aspx?id=31763>
- [47] A. TORRES C., «CURSO BASICO DE TECNOLOGIA DEL CONCRETO PARA INGENIEROS CIVILES», Accedido: 27 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: https://www.academia.edu/9191423/CURSO_BASICO_DE_TECNOLOGIA_DEL_CONCRETO_PARA_INGENIEROS_CIVILES
- [48] M. I. Cabezas Fierro, «Elaboración de un manual de procesos constructivos del adoquinado», bachelorThesis, QUITO/EPN/2014, 2014. Accedido: 5 de junio de 2024. [En línea]. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/7225>
- [49] «NM-C94-ASTM.pdf». Accedido: 5 de junio de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://tupunatron.com/media/NM-C94-ASTM.pdf>

- [50] INACAL, «NTP 339.035:2022-CONCRETO. Medición del asentamiento del concreto de cemento hidráulico. Método de ensayo. 5ª Edición». Accedido: 22 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://salalecturavirtual.inacal.gob.pe:8098/datos.aspx?id=34704>
- [51] «NTP 399.611 2017», pdfcoffee.com. Accedido: 8 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://pdfcoffee.com/ntp-399611-2017-2-pdf-free.html>
- [52] INACAL, «NTP 399.604:2002 (revisada el 2015)-UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto». Accedido: 23 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://salalecturavirtual.inacal.gob.pe:8098/datos.aspx?id=22136#>
- [53] «norma_modulo_de_ruptura_adoquines_ntg_41087h1.pdf». Accedido: 23 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: https://conred.gob.gt/normas/NRD3/7_productos_del_concreto/norma_modulo_de_ruptura_adoquines_ntg_41087h1.pdf
- [54] «NTP 339.124 1988 Adoquines», pdfcoffee.com. Accedido: 23 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://pdfcoffee.com/ntp-339124-1988-adoquines-3-pdf-free.html>
- [55] «NTG+41086+Adoquinea+de+Concreto.+Especificaciones.pdf». Accedido: 18 de junio de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://static1.squarespace.com/static/5f1737898fbf332b34b8d7aa/t/5f5bbf6cbc489906f12e63a3/1599848301846/NTG+41086+Adoquinea+de+Concreto.+Especificaciones.pdf>
- [56] «ASTM-C944-C944M-12.pdf». Accedido: 23 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/82673/d52cb81f777945f491c73e0b440e4743/ASTM-C944-C944M-12.pdf>
- [57] «NTP 339.183-2013 PDF | PDF | Cemento | Agua», Scribd. Accedido: 30 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/372901325/NTP-339-183-2013-pdf>
- [58] «Tabla salarial 2023-2024.pdf». Accedido: 12 de noviembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.ftccperu.com/images/TABLAS%20SALARIALES%20PDF/Tabla%20salarial%20%202023-2024.pdf>
- [59] «Antonio et al. - DOCUMENTO ELABORADO POR LA DIRECCIÓN DE REGULACIÓN.pdf». Accedido: 12 de noviembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/6634330/5768525-epsel-pet.pdf>
- [60] O. M. R. Guevara, «TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL AMBIENTAL», [En línea]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12423/7625>
- [61] «Tesis Cerna - Flores.pdf».
- [62] M. I. C. Fierro, «ELABORACIÓN DE UN MANUAL DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS DEL ADOQUINADO».
- [63] «MAN_5 EM-2016.pdf». Accedido: 21 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_5%20%20EM-2016.pdf
- [64] «Manual para la fabricación de bloques y adoquines».
- [65] L. A. Paucar Mondragon, «Evaluación de propiedades físico-mecánicas en adoquines con adición de valva de concha de abanico para uso peatonal, Piura - 2021».
- [66] «T030_74659259_T IBERICO BARRERA VIVIAN FIORELLA.pdf». Accedido: 22 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/5684/T030_74659259_T%20%20IBERICO%20BARRERA%20%20VIVIAN%20FIORELLA.pdf?sequence=1

- [67] P. L. V. Meesaraganda, D. Dhar, y L. Rama Prasad Reddy, «A study on Basalt Fiber Reinforced Concrete utilising seashells as replacement to coarse aggregate», *Mater. Today Proc.*, mar. 2023, doi: 10.1016/j.matpr.2023.03.033.
- [68] J. P. Llatas Rafael, «Análisis del comportamiento mecánico en adoquines de concreto $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$ adicionando nanoplaquetas de grafeno y aserrín para pavimento articulado de alto tránsito», 2024, Accedido: 26 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12423/7294>

Anexos



USAT
Universidad Católica
Santo Toribio de Mogrovejo

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

INFORME N° LEM USAT 043-2024 II

FECHA: 23 de octubre 2024

VALIDACIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ESTUDIANTE: Yan Keiler Rojas Díaz

TITULO DE LA TESIS: Impacto de las conchas de abanico en presencia de fibras de sisal a las propiedades físico-mecánicas del adoquín tipo II

El que suscribe, responsable del laboratorio de Ingeniería Civil, 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:

UNIVERSIDAD SANTO TORIBO DE MOGROVEJO (USAT)

- Contenido de humedad
- Granulometría
- Peso unitario suelto y compactado
- Peso específico
- Compresión
- Variación dimensional
- Flexotracción
- Absorción

LABORATORIO GRUPO GEOHESA E.I.R.L.

- Abrasión

LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO AMBIENTAL PERU S.A.C.

- Ensayo de caracterización química de la concha de abanico y fibra de sisal.

Se otorga al interesado para los fines pertinentes. _____

Observación: Adjunto



TECNICO DE LABORATORIO



Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT
Universidad Católica

Henry Rivadeneyra Oblitas
Responsable de Lab Ing. Civil Ambiental

Fig. 95. Validación de ensayos de laboratorio.

ENSAYOS FISICOS AL AGREGADO FINO



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



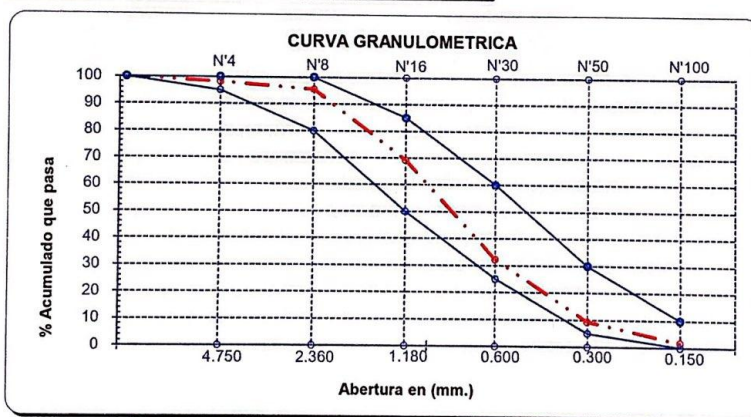
INFORME DE ENSAYO

Tesista : Rojas Díaz Yan Keiler
Tesis : Impacto de las conchas de abanico en presencia de fibras de sisal a las propiedades físico-mecánicas del adoquín tipo II
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, Abril del 2024

Ensayo : Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino
Referencia : Norma ASTM C-33, N.T.P. 400.012 y N.T.P. 400.037

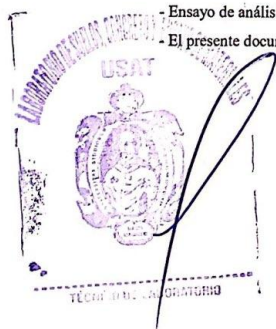
Cantera : Agregado Fino - La Victoria-Pátapo. **P. Inicial S.** : 787.5 gr.

Malla		Peso Ret.	(% Ret.)	(% Acum. Ret.)	(% Acum. Que Pasa)	Especificaciones	
Pulg.	(mm.)					Mínimo	Máximo
1/2"	12.700	0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/8"	9.500	0	0.0	0.0	100.0	100	100
Nº 04	4.750	13.73	1.7	1.7	98.3	95	100
Nº 08	2.360	21.60	2.7	4.5	95.5	80	100
Nº 16	1.180	206.81	26.3	30.7	69.3	50	85
Nº 30	0.600	290.66	36.9	67.7	32.3	25	60
Nº 50	0.300	181.11	23.0	90.7	9.3	5	30
Nº 100	0.150	60.18	7.6	98.3	1.7	0	10
Fondo		13.38	1.7	100.0	0.0	0	0
Módulo de Fineza				2.936			
Abertura de malla de referencia				4.750			



OBSERVACIONES :

- Ensayo de análisis granulométrico por tamizado del agregado fino realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



Henry Rivasdeyra Obillias
 Henry Rivasdeyra Obillias
 Tec. Laboratorio USAT



Fig. 96. Ensayo granulométrico del agregado fino.



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



INFORME DE ENSAYO

Tesista : Rojas Díaz Yan Keiler
Tesis : Impacto de las conchas de abanico en presencia de fibras de sisal a las propiedades físico-mecánicas del adoquín tipo II
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, Abril del 2024

Ensayo : Peso unitario del agregado fino

Referencia : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

Cantera : Agregado Fino - La Victoria-Pátapo.

1.- PESO UNITARIO SUELTO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	13356	13413	13381
2.- Peso del recipiente	(gr.)	8480.00	8480.00	8480.00
3.- Peso del material	(gr.)	4876.00	4933.00	4901.00
4.- Constante ó Volumen	(cm ³)	0.00299	0.00299	0.00299
5.- Peso unitario suelto seco	(kg/m ³)	1630.77	1649.83	1639.13
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1639.91		

2.- PESO UNITARIO COMPACTADO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	13737	13688	13649
2.- Peso del recipiente	(gr.)	8480.00	8480.00	8480.00
3.- Peso del material	(gr.)	5257.00	5208.00	5169.00
4.- Constante ó Volumen	(cm ³)	0.00299	0.00299	0.00299
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1758.19	1741.81	1728.76
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1742.92		

RESULTADOS

PESO UNITARIO SUELTO SECO	Kg/m ³	1639.91
PESO UNITARIO COMPACTADO	Kg/m ³	1742.92

OBSERVACIONES :

- Ensayo de peso unitario suelto y compactado del agregado fino realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



Henry
Rivadeneira
Obillos
Tec. Laboratorio
USAT



Fig. 97. Peso unitario suelto y compactado.



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



INFORME DE ENSAYO

Tesista : Rojas Díaz Yan Keiler
Tesis : Impacto de las conchas de abanico en presencia de fibras de sisal a las propiedades físico-mecánicas del adoquín tipo II
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, Abril del 2024

Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado fino

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

Cantera : Agregado Fino - La Victoria-Pátapo.

I.- Datos.

1.- Peso de la muestra superficialmente seca	(g)	500.0	500.0	500.0
2.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + Peso del Agua	(g)	1013.2	1014.7	1014.1
3.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco	(g)	709.6	709.6	709.6
4.- Peso del Agua	(g)	303.6	305.1	304.46
5.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasco	(g)	702.71	705.51	705.14
6.- Peso del Frasco	(g)	209.61	209.61	209.61
7.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	493.10	495.90	495.53
8.- Volumen del frasco	(g)	500	500	500

II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.511	2.544	2.534
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.546	2.565	2.557
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.602	2.599	2.593
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	1.40	0.83	0.90

RESULTADOS		
PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO FINO	g/cm ³	2.53
GRADO DE ABSORCION DEL AGREGADO FINO	%	1.04

OBSERVACIONES :

- Ensayo de peso específico y absorción del agregado fino realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT



Fig. 98. Peso específico y absorción del agregado fino.



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



INFORME DE ENSAYO

Tesista : Rojas Díaz Yan Keiler
Tesis : Impacto de las conchas de abanico en presencia de fibras de sisal a las propiedades físico-mecánicas del adoquín tipo II
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, Abril del 2024

Ensayo : Contenido de humedad del agregado fino

Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

Cantera : Agregado Fino - La Victoria-Pátapo.

I.- Datos

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	700	689	695
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	693,3	683,2	690,1
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0.0	0.0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.97	0.85	0.71

RESULTADO	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%) 0.84

OBSERVACIONES :

- Ensayo de contenido de humedad del agregado fino realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT



Fig. 99. Contenido de humedad del agregado fino.

ENSAYOS FISICOS AL AGREGADO GRUESO (CONFITILLO)



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



INFORME DE ENSAYO

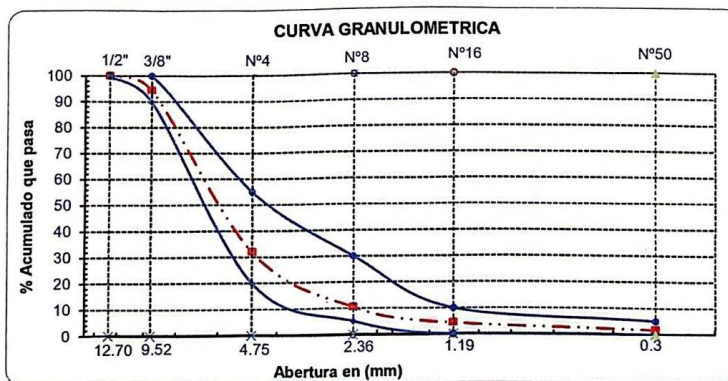
Tesista : Rojas Díaz Yan Keiler
Tesis : Impacto de las conchas de abanico en presencia de fibras de sisal a las propiedades físico-mecánicas del adoquín tipo II
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, Abril del 2024

Ensayo : Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso
Referencia : Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012

Cantera : Confitillo -Tres Tomas-Ferreñafe **P. Inicial S.** : 1651.1 gr.

Malla		Peso Ret.	(% Ret.)	(% Acum. Ret.)	(% Acum. Que Pasa)	Especificaciones	
Pulg.	(mm.)					Minimo	Maximo
3/4"	19.00	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
1/2"	12.70	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
3/8"	9.52	92.8	5.6	5.6	94.4	90.0	100.0
Nº 04	4.75	1030.7	62.4	68.0	32.0	20.0	55.0
Nº 08	2.36	355.8	21.6	89.6	10.4	5.0	30.0
Nº 16	1.19	100.6	6.1	95.7	4.3	0.0	10.0
Nº 50	0.30	43.6	2.6	98.3	1.7	0.0	5.0
Fondo		27.6	1.7	97.4	2.6	0.0	0.0

Tamaño Maximo	1/2"	12.70
Tamaño Maximo Nominal	3/8"	9.52



OBSERVACIONES :
 - Ensayo de análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso realizado por el solicitante.
 - El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

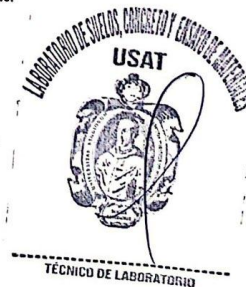


Fig. 100. Granulometría del agregado grueso (confitillo).



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



INFORME DE ENSAYO

Tesista : Rojas Díaz Yan Keiler
Tesis : Impacto de las conchas de abanico en presencia de fibras de sisal a las propiedades físico-mecánicas del adoquín tipo II
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, Abril del 2024

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

Cantera : Confitillo -Tres Tomas-Ferreñafe

A.- PESO UNITARIO SUELTO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	12574.3	12578.9	12596.1
2.- Peso del recipiente	(gr.)	8480.00	8480.00	8480.00
3.- Peso del material	(gr.)	4094.30	4098.90	4116.10
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00299	0.00299	0.00299
5.- Peso unitario suelto seco	(kg/m ³)	1369.33	1370.87	1376.62
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1372.27		

B.- PESO UNITARIO COMPACTADO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	12970.3	12979.4	12981.4
2.- Peso del recipiente	(gr.)	8480.00	8480.00	8480.00
3.- Peso del material	(gr.)	4490.30	4499.40	4501.40
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00299	0.00299	0.00299
5.- Peso unitario compactado seco	(kg/m ³)	1501.77	1504.82	1505.48
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1504.02		

RESULTADOS

PESO UNITARIO SUELTO SECO	Kg/m ³	1372.27
PESO UNITARIO COMPACTADO	Kg/m ³	1504.02

OBSERVACIONES :

- Ensayo de peso unitario del agregado grueso realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT



TÉCNICO DE LABORATORIO

Fig. 101. Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso (confitillo).



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



INFORME DE ENSAYO

Tesista : Rojas Díaz Yan Keiler
Tesis : Impacto de las conchas de abanico en presencia de fibras de sisal a las propiedades físico-mecánicas del adoquín tipo II
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, Abril del 2024

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

Cantera : Confitillo -Tres Tomas-Ferreñafe

I.- Datos.

1.- Peso de la muestra superficialmente seca	(g)	500	500	500
2.- Peso del frasco	(g)	185.64	185.64	185.64
3.- Peso de la muestra Sup. Seca + Peso del Matraz + Peso del agua	(g)	987.83	986.74	985.53
4.- Peso de la muestra Sup. Seca + Peso del Matraz	(g)	685.64	685.64	685.64
5.- Peso del agua	(g)	302.19	301.10	299.89
6.- Peso de la muestra secada al horno + Peso del Matraz	(g)	683.28	683.48	683.60
7.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	497.64	497.84	497.96
8.- Volumen del Matraz	(g)	500.00	500.00	500.00

II. Calculos

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.52	2.50	2.49
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.53	2.51	2.50
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.55	2.53	2.51
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	0.47	0.43	0.41

RESULTADOS		
PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO	g/cm ³	2.50
GRADO DE ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO	%	0.44

OBSERVACIONES :

- Ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

Fig. 102. Peso específico y absorción del agregado grueso (confitillo).



INFORME DE ENSAYO

Tesista : Rojas Díaz Yan Keiler
Tesis : Impacto de las conchas de abanico en presencia de fibras de sisal a las propiedades físico-mecánicas del adoquín tipo II
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, Abril del 2024

Ensayo : Contenido de humedad del agregado grueso

Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

Cantera : Confitillo -Tres Tomas-Ferreñafe

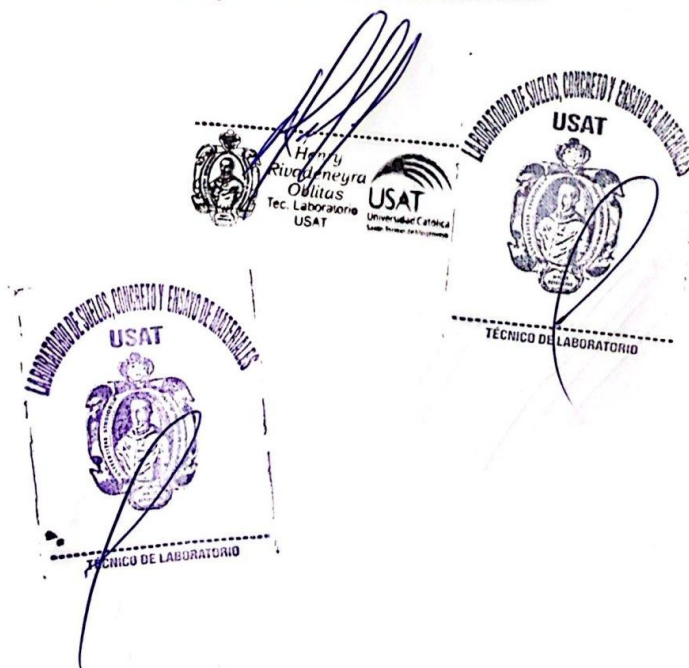
I.- Datos

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	1700	1690	1695
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	1689.9	1679.6	1685.2
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0.0	0.0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.60	0.62	0.58

RESULTADO	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%) 0.60

OBSERVACIONES :

- Ensayo de contenido de humedad del agregado grueso realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



Henry Rivas Neyra
Ovalitas
Tec. Laboratorio
USAT

USAT
Universidad Católica
Santa Toribio de Mogrovejo

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES
USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES
USAT

TECNICO DE LABORATORIO

Fig. 103. Contenido de humedad del agregado grueso (confitillo).

ENSAYOS FISICOS A LAS CONCHAS DE ABANICO



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



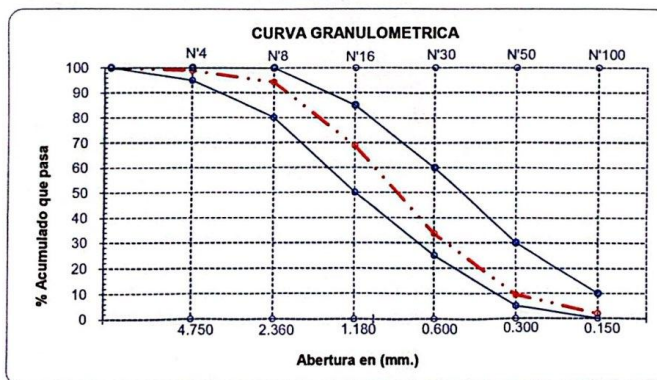
INFORME DE ENSAYO

Tesista : Rojas Díaz Yan Keiler
Tesis : Impacto de las conchas de abanico en presencia de fibras de sisal a las propiedades físico-mecánicas del adoquín tipo II
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, Abril del 2024

Ensayo : Análisis granulométrico por tamizado de las conchas de abanico trituradas
Referencia : Norma ASTM C-33, N.T.P. 400.012 y N.T.P. 400.037

Procedencia : Parachique_Sechura **P. Inicial S.** : 830.0 gr.

Malla		Peso Ret.	(% Ret.)	(% Acum. Ret.)	(% Acum. Que Pasa)	Especificaciones	
Pulg.	(mm.)					Mínimo	Máximo
1/2"	12.700	0	0.00	0.0	100.0	100	100
3/8"	9.500	0	0.00	0.0	100.0	100	100
Nº 04	4.750	8.00	0.96	1.0	99.0	95	100
Nº 08	2.360	39.01	4.70	5.7	94.3	80	100
Nº 16	1.180	212.14	25.56	31.2	68.8	50	85
Nº 30	0.600	292.04	35.19	66.4	33.6	25	60
Nº 50	0.300	201.14	24.23	90.6	9.4	5	30
Nº 100	0.150	62.24	7.50	98.1	1.9	0	10
Fondo		15.43	1.86	100.0	0.0		
Módulo de Fineza				2.930			
Abertura de malla de referencia				4.750			



OBSERVACIONES :

- Ensayo de análisis granulométrico por tamizado de las conchas de abanico (agregado fino) realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

Fig. 104. Granulometría a las conchas de abanico.



INFORME DE ENSAYO

Tesista : Rojas Díaz Yan Keiler
Tesis : Impacto de las conchas de abanico en presencia de fibras de sisal a las propiedades físico-mecánicas del adoquín tipo II
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, Abril del 2024

Ensayo : Peso unitario de de las cochas de abanico trituradas

Referencia : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

Procedencia : Parachique Sechura

1.- PESO UNITARIO SUELTO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	13371	13462	13359
2.- Peso del recipiente	(gr.)	8480.00	8480.00	8480.00
3.- Peso del material	(gr.)	4891.20	4982.40	4878.60
4.- Constante ó Volumen	(cm ³)	0.00299	0.00299	0.00299
5.- Peso unitario suelto seco	(kg/m ³)	1635.85	1666.35	1631.64
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1644.6		

2.- PESO UNITARIO COMPACTADO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	13709.1	13669.7	13664.3
2.- Peso del recipiente	(gr.)	8480.00	8480.00	8480.00
3.- Peso del material	(gr.)	5229.10	5189.70	5184.30
4.- Constante ó Volumen	(cm ³)	0.00299	0.00299	0.00299
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1748.86	1735.69	1733.88
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1739.48		

RESULTADOS		
PESO UNITARIO SUELTO SECO	Kg/m ³	1645
PESO UNITARIO COMPACTADO	Kg/m ³	1739

OBSERVACIONES :

- Ensayo de peso unitario suelto y compactado de las conchas de abanico (agregado fino) realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



Henry Rivadeneyra Oblitas
 Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT


Fig. 105. Ensayo de peso unitario suelto y compactado de las conchas de abanico.



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



INFORME DE ENSAYO

Tesista : Rojas Díaz Yan Keiler
Tesis : Impacto de las conchas de abanico en presencia de fibras de sisal a las propiedades físico-mecánicas del adoquín tipo II
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, Abril del 2024

Ensayo : Peso específico y Absorción de las conchas de abanico trituradas

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

Procedencia : Parachique_Sechura

I.- Datos.

1.- Peso de la muestra superficialmente seca	(g)	500.0	500.0	500.0
2.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + Peso del Agua	(g)	1023.71	1023.51	1017.11
3.- Peso de l Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco	(g)	709.61	709.61	709.61
4.- Peso del Agua	(g)	314.10	313.90	307.50
5.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasco	(g)	700.41	700.31	707.04
6.- Peso del Frasco	(g)	209.61	209.61	209.61
7.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	490.80	490.70	497.43
8.- Volumen del frasco	(g)	500	500	500

II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.640	2.637	2.584
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.690	2.687	2.597
C.- PESO ESPESIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.778	2.775	2.619
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	1.87	1.90	0.52

RESULTADOS

PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO FINO	g/cm ³	2.62
GRADO DE ABSORCION DEL AGREGADO FINO	%	1.43

OBSERVACIONES :

- Ensayo de peso específico y absorción de las conchas de abanico (agregado fino) realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

Fig. 106. Peso específico y absorción de las conchas de abanico.



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



INFORME DE ENSAYO

Tesista : Rojas Díaz Yan Keiler
Tesis : Impacto de las conchas de abanico en presencia de fibras de sisal a las propiedades físico-mecánicas del adoquín tipo II
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, Abril del 2024

Ensayo : Contenido de humedad de las conchas de abanico trituradas

Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

Procedencia : Parachique_Sechura

I.- Datos

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	500	506	500
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	495.7	501.87	496.21
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0.0	0.0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.87	0.82	0.76

RESULTADO

Contenido de humedad	(%)	0.82
----------------------	-----	------

OBSERVACIONES :

- Ensayo de contenido de humedad de las conchas de abanico (agregado fino) realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



Agony R. Wadenegra Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT
Universidad Católica
Luz de la Sierra del Perú

Fig. 107. Contenido de humedad de las conchas de abanico.

DISEÑOS DE MEZCLA SIN DOSIFICACIÓN Y CON DOSIFICACIÓN



INFORME

DISEÑO DE MEZCLA F'c = 420 KG/CM2
 REFERENCIA ACI 211

Tesista : Rojas Diaz Yan Keiler
Tesis : IMPACTO DE LAS CONCHAS DE ABANICO EN PRESENCIA DE FIBRAS DE SISAL A LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL ADOQUÍN TIPO II
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, Mayo del 2024
Agregado Grueso (Confitillo) : Tres Tomas-Ferreñafe f'c de diseño = 420 kg/cm²
Agregado Fino : La Victoria-Pátapo.
Cemento : Tipo MS

DISEÑO DE MEZCLA f'c = 420 kg/cm2

1.- Resistencia a la compresión requerida	f'c	518 kg/cm ³	7.- Peso específico del cemento	2900.0 kg/cm ³	= 14.6 Bls*m3
2.- Contenido de aire atrapado	R ^{ac}	3%	8.- Cantidad de cemento	619.7 kg/m3	
3.- Relación agua cemento		0.312	9.- Reemplazo	No aplica	
4.- Asentamiento		0.197 Pulg.	10.- Fibras	No aplica	
5.- Volumen unitario del agua		193.35 L/m ³	11.- Aditivos	No aplica	
6.- Volumen del agregado grueso		0.446 m3			

L) DATOS DE LOS AGREGADOS

ENSAYO	A.Grueso	A.Fino	Und
Tamaño máximo nominal	3/8"	—	pulg.
Peso Unitario suelto seco	1372	1640	kg/m ³
Peso Unitario compactado seco	1504	1743	kg/m ³
Peso específico de masa seco	2.50	2.53	kg/cm ³
Contenido de humedad	0.60	0.84	%
Contenido de absorción	0.44	1.04	%
Módulo de fineza	—	2.94	-

V.) RESUMEN DE PROPORCIONES EN PESO

Componentes	Peso Seco	Peso Húmedo	und
Cemento	619.71	619.71	Kg/m ³
Agua	193.35	193.77	Lt/m ³
Aire (3%)	0.00	0.00	—
A. Fino	745.40	751.67	Kg/m ³
A. Grueso	671.40	675.42	Kg/m ³
	P.U.T.	2240.58	Kg/m3

II.) Cálculo de volúmenes absolutos sin considerar el agregado fino

a) Cemento	619.71 Kg/m ³	0.214 m ³
b) Agua	193.35 Lt/m ³	0.193 m ³
c) Aire	3 %	0.030 m ³
d) A. Grueso	671.40 Kg/m ³	0.268 m ³

VI.) Proporción en peso

Cemento	A.F.	A.G.	Agua	Lts/m ³	13.2889
1.00	1.21	1.09	13.3		

VII.) Proporción en volumen

Cemento	A.F.	A.G.	Agua	Lts/pie ³
1.00	1.11	1.19	13.3	

III.) Cálculo de volúmen del agregado fino

a) A. Fino	745.396 Kg/m ³	0.295 m ³
------------	---------------------------	----------------------

VIII.) Pesos para una tanda - adoquines

Medidas	: 20x10x6cm	Volum. Molde:	0.0012 m3
Nº Muestras	: 45	Vol. Total:	0.054000 m3

IV.) Corrección por humedad y aporte de agua

Pesos Húmedos

a) A. Fino	751.67 Kg/m3
b) A. Grueso	675.42 Kg/m3

Humedad Superficial

a) A. Fino	-0.20 %
b) A. Grueso	0.16 %

Aporte de Humedad de los Agregados

a) A. Fino	-1.50 Lt/m3
b) A. Grueso	1.08 Lt/m3
Agua Efectiva	193.77 Lt

IX.) CANTIDAD DE MATERIALES

Materiales	Pesos	Und
Cemento	33.46	kg
Agua	10.46	L
A. Fino	40.59	kg
A. Grueso	36.47	kg
Slump Optenido	0	Pulg.
Apariencia	Optima	



Henry Rivadeneyra Obhtas
 Tec. LABORATORIO USAT

Fig. 108. Diseño de mezcla para la muestra patrón.



INFORME

DISEÑO DE MEZCLA F'c = 420 KG/CM²
REFERENCIA ACI 211

Testista	: Rojas Díaz Yan Keiler	
Tests	: IMPACTO DE LAS CONCHAS DE ABANICO EN PRESENCIA DE FIBRAS DE SISAL A LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL ADOQUÍN TIPO II	
Lugar	: Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.	
Fecha de emisión	: Chiclayo, Mayo del 2024	
Agregado Grueso (Confitillo)	: Tres Tomas-Ferreñafe	f'c de diseño = 420 kg/cm ²
Agregado Fino	: La Victoria - Pátapo.	
Cemento	: Tipo MS	

DISEÑO DE MEZCLA F'c = 420 kg/cm² (10% CA - 1% FS)

1.- Resistencia a la compresión requerida	f'c	518 kg/cm ²	7.- Peso específico del cemento	2900.0 kg/cm ³	
2.- Contenido de aire atrapado	R ^{ac}	3 %	8.- Peso específico del sisal	1.45 g/cm ³	
3.- Relación agua cemento		0.312	9.- Cantidad de cemento	619.71 kg/m ³	= 14.6 Bls/m ³
4.- Asentamiento		0.197 Pulg.	10.- Reemplazo	10% CA	
5.- Volumen unitario del agua		193.35 L/m ³	11.- Fibras	1% FS	
6.- Volumen del agregado grueso		0.447 m ³	12.- Aditivos	No aplica	

L.) DATOS DE LOS AGREGADOS

ENSAYO	A.Grueso	A.Fino	A. CA	Und
Tamaño máximo nominal	3/8"	—	—	pulg.
Peso Unitario suelto seco	1372	1640	1645	kg/m ³
Peso Unitario compactado seco	1504	1743	1739	kg/m ³
Peso específico de masa seco	2.50	2.53	2.62	kg/cm ³
Contenido de humedad	0.60	0.84	0.82	%
Contenido de absorción	0.44	1.04	1.43	%
Módulo de finiza	—	2.94	2.93	-

V.) RESUMEN DE PROPORCIONES EN PESO

Componentes	Peso Seco	Peso Húmedo	und
Cemento	619.71	619.71	Kg/m ³
Agua	193.35	194.07	Kg/m ³
Sisal	6.20	6.20	Kg/m ³
Aire (3%)	0.00	0.00	—
A. Grueso	671.82	675.84	Kg/m ³
A. Fino	660.74	666.31	Kg/m ³
A. CA	76.04	76.67	Kg/m ³
P.U.T.	2238.79		Kg/m ³

II.) Cálculo de volúmenes absolutos sin considerar el agregado fino

a) Cemento	619.71	Kg/m ³	0.214	m ³
b) Agua	193.35	L/m ³	0.193	m ³
c) Aire	3	%	0.030	m ³
d) A. Grueso	671.82	Kg/m ³	0.268	m ³

III.) Cálculo de volúmen del agregado fino

a) A. Fino (90%)	660.745	Kg/m ³	0.261	m ³
b) A. CA (10%)	76.04	Kg/m ³	0.029	m ³

IV.) Corrección por humedad y aporte de agua

Pesos Húmedos		
a) A. Fino (90%)	666.31	Kg/m ³
b) A. Grueso	675.84	Kg/m ³
c) A. CA (10%)	76.67	Kg/m ³

Humedad Superficial		
a) A. Fino (90%)	-0.20	%
b) A. Grueso	0.16	%
c) A. CA (10%)	-0.61	%

Aporte de Humedad de los Agregados		
a) A. Fino (90%)	-1.33	L/m ³
b) A. Grueso	1.08	L/m ³
c) A. CA (10%)	-0.46	%
Agua Efectiva	194.07	Lt

VI.) Proporción en peso

Cemento	A.F.	A.G.	A.C.A.	F.S.	Agua	
1.00	1.08	1.09	0.12	0.01	13.3	Lts/m ³

VII.) Proporción en volúmen

Cemento	A.F.	A.G.	A.C.A.	F.S.	Agua	
1.00	0.98	1.19	0.11	0.01	13.3	Lts/pie ³

VIII.) Pesos para una tanda - adoquines

Medidas	: 20x10x6cm	Volum. Molde:	0.0012 m ³
N° Muestras	: 15	Vol. Total:	0.018000 m ³

IX.) CANTIDAD DE MATERIALES

Material	Cantidad	Und
Cemento	11.15	kg
Sisal	0.11	kg
Agua	3.49	L
A. Fino	11.99	kg
A. Grueso	12.17	kg
AF. CA	1.38	kg
Slump Optenido	0	Pulg.
Apariencia	Optima	



Henry Rivadeneira Obillas
Tec. Laboratorio USAT
USAT Universidad Católica
Luz del Perú

Fig. 109. Diseño de mezcla con 10% CA - 1% FS.



INFORME

DISEÑO DE MEZCLA F'c = 420 KG/CM²
 REFERENCIA ACI 211

Testista : Rojas Díaz Yan Keiler
 Tests : IMPACTO DE LAS CONCHAS DE ABANICO EN PRESENCIA DE FIBRAS DE SISAL A LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL ADOQUÍN TIPO II
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, Mayo del 2024
 Agregado Grueso : Confitillo - Tres Tomas-Ferreñafe f_c de diseño = 420 kg/cm²
 Agregado Fino : La Victoria - Pátapo.
 Cemento : Tipo MS

DISEÑO DE MEZCLA $f_c = 420$ kg/cm² (20% CA - 1% FS)

1.- Resistencia a la compresión requerida	f_c	518 kg/cm ²	7.- Peso específico del cemento	2900.0 kg/cm ³	
2.- Contenido de aire atrapado		3 %	8.- Peso específico del sial	1.45 g/cm ³	
3.- Relación agua cemento	R^{ac}	0.312	9.- Cantidad de cemento	619.71 kg/m ³	= 14.6 Bls*m ³
4.- Asentamiento		0.197 Pulg.	10.- Reemplazo	20% CA	
5.- Volumen unitario del agua		193.35 L/m ³	11.- Fibras	1% FS	
6.- Volumen del agregado grueso		0.447 m ³	12.- Aditivos	No aplica	

I.) DATOS DE LOS AGREGADOS

ENSAYO	A.Grueso	A.Fino	A. CA	Und
Tamaño máximo nominal	3/8"	—	—	pulg.
Peso Unitario suelto seco	1372	1640	1645	kg/m ³
Peso Unitario compactado seco	1504	1743	1739	kg/m ³
Peso específico de masa seco	2.50	2.53	2.62	kg/cm ³
Contenido de humedad	0.60	0.84	0.82	%
Contenido de absorción	0.44	1.04	1.43	%
Módulo de fineza	—	2.94	2.93	—

V.) RESUMEN DE PROPORCIONES EN PESO

Componentes	Peso Seco	Peso Húmedo	und
Cemento	619.71	619.71	Kg/m ³
Agua	193.35	194.38	L/m ³
Sisal	6.20	6.20	Kg/m ³
Aire (3%)	0.00	0.00	—
A. Grueso	671.82	675.84	Kg/m ³
A. Fino	587.33	592.27	Kg/m ³
A. CA	152.09	153.33	Kg/m ³
P.U.T.	2241.74	2241.74	Kg/m ³

II.) Cálculo de volúmenes absolutos sin considerar el agregado fino

a) Cemento	619.71 Kg/m ³	0.214 m ³
b) Agua	193.35 Lt/m ³	0.193 m ³
c) Aire	3 %	0.030 m ³
d) A. Grueso	671.82 Kg/m ³	0.268 m ³

III.) Cálculo de volúmen del agregado fino

a) A. Fino (80%)	587.329 Kg/m ³	0.232 m ³
b) A. CA (20%)	152.09 Kg/m ³	0.058 m ³

IV.) Corrección por humedad y aporte de agua

Pesos Húmedos		
a) A. Fino (80%)	592.27	Kg/m ³
b) A. Grueso	675.84	Kg/m ³
c) A. CA (20%)	153.33	Kg/m ³
Humedad Superficial		
a) A. Fino (80%)	-0.20	%
b) A. Grueso	0.16	%
c) A. CA (20%)	-0.61	%
Aporte de Humedad de los Agregados		
a) A. Fino (80%)	-1.18	Lt/m ³
b) A. Grueso	1.08	Lt/m ³
c) A. CA (20%)	-0.93	%
Agua Efectiva	194.38	Lt

VI.) Proporción en peso

Cemento	A.F.	A.G.	A.C.A.	F.S.	Agua	
1.00	0.96	1.09	0.25	0.01	13.3	Lts/m ³

VII.) Proporción en volumen

Cemento	A.F.	A.G.	A.C.A.	F.S.	Agua	
1.00	0.87	1.19	0.23	0.01	13.3	Lts/pe ³

VIII.) Pesos para una tanda - adoquines

Medidas : 20x10x6cm	Volum. Molde:	0.0012 m ³
N° Muestra : 15	Vol. Total:	0.018000 m ³

IX.) CANTIDAD DE MATERIALES

Material	Cantidad	Und
Cemento	11.15	kg
Sisal	0.11	kg
Agua	3.50	L
A. Fino	10.66	kg
A. Grueso	12.17	kg
AF. CA	2.76	kg
Slump Optenido	0	Pulg.
Apariencia	Optima	



Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

Fig. 110. Diseño de mezcla con 20% CA - 1% FS.



INFORME

DISEÑO DE MEZCLA F^c = 420 KG/CM²
REFERENCIA ACI 211

Testista	: Rojas Díaz Yan Keiler
Testis	: IMPACTO DE LAS CONCHAS DE ABANICO EN PRESENCIA DE FIBRAS DE SISAL A LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL ADOQUÍN TIPO II
Lugar	: Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión	: Chiclayo, Mayo del 2024
Agregado Grueso (Confitillo)	: Tres Tomas-Ferreñafe f^c de diseño = 420 kg/cm²
Agregado Fino	: La Victoria - Pátapo.
Cemento	: Tipo MS

DISEÑO DE MEZCLA F^c = 420 kg/cm² (30% CA - 1% FS)

1.- Resistencia a la compresión requerida	f _c	518 kg/cm ²	7.- Peso específico del cemento	2900.0 kg/cm ³	
2.- Contenido de aire atrapado		3 %	8.- Peso específico del sisal	1.45 g/cm ³	
3.- Relación agua cemento	R ^{ac}	0.312	9.- Cantidad de cemento	619.71 kg/m ³	= 14.6 Bls ⁺ m ³
4.- Asentamiento		0.197 Pulg.	10.- Reemplazo	30% CA	
5.- Volumen unitario del agua		193.35 L/m ³	11.- Fibras	1% FS	
6.- Volumen del agregado grueso		0.447 m ³	12.- Aditivos	No aplica	

L) DATOS DE LOS AGREGADOS

ENSAYO	A.Grueso	A.Fino	A. CA	Und
Tamaño máximo nominal	3/8"	---	---	---
Peso Unitario suelto seco	1372	1640	1645	kg/m ³
Peso Unitario compactado seco	1504	1743	1739	kg/m ³
Peso específico de masa seco	2.50	2.53	2.62	kg/cm ³
Contenido de humedad	0.60	0.84	0.82	%
Contenido de absorción	0.44	1.04	1.43	%
Módulo de fineza	---	2.94	2.93	-

V.) RESUMEN DE PROPORCIONES EN PESO

Componentes	Peso Seco	Peso Húmedo	und
Cemento	619.71	619.71	Kg/m ³
Agua	193.35	194.70	L/m ³
Sisal	6.20	6.20	Kg/m ³
Aire (3%)	0.00	0.00	---
A. Grueso	671.82	675.84	Kg/m ³
A. Fino	513.91	518.24	Kg/m ³
A. CA	228.13	230.00	Kg/m ³
P.U.T.		2244.69	Kg/m ³

II.) Cálculo de volúmenes absolutos sin considerar el agregado fino

a) Cemento	619.71 Kg/m ³	0.214 m ³
b) Agua	193.35 Lt/m ³	0.193 m ³
c) Aire	3 %	0.030 m ³
d) A. Grueso	671.82 Kg/m ³	0.268 m ³

III.) Cálculo de volúmen del agregado fino

a) A. Fino (70%)	513.913 Kg/m ³	0.203 m ³
b) A. CA (30%)	228.13 Kg/m ³	0.087 m ³

IV.) Corrección por humedad y aporte de agua

Pesos Húmedos		
a) A. Fino (70%)	518.24	Kg/m ³
b) A. Grueso	675.84	Kg/m ³
c) A. CA (30%)	230.00	Kg/m ³
Humedad Superficial		
a) A. Fino (70%)	-0.20	%
b) A. Grueso	0.16	%
c) A. CA (30%)	-0.61	%
Aporte de Humedad de los Agregados		
a) A. Fino (70%)	-1.03	Lt/m ³
b) A. Grueso	1.08	Lt/m ³
c) A. CA (30%)	-1.39	%
Agua Efectiva	194.70	Lt

VI.) Proporción en peso

Cemento	A.F.	A.G.	A.CA.	F.S.	Agua	
1.00	0.84	1.09	0.37	0.01	13.4	Lt/m ³

VII.) Proporción en volúmen

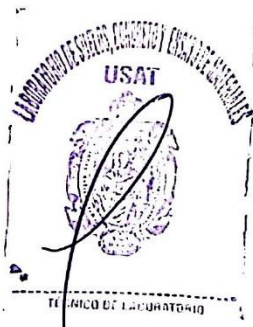
Cemento	A.F.	A.G.	A.CA.	F.S.	Agua	
1.00	0.77	1.19	0.34	0.01	13.4	Lts/pe ³

VIII.) Pesos para una tanda - adoquines

Medidas : 20x10x6cm	Volum. Molde: 0.0012 m ³
N° Muestra : 15	Vol. Total: 0.018000 m ³


IX.) CANTIDAD DE MATERIALES

Material	Cantidad	Und
Cemento	11.15	kg
Sisal	0.11	kg
Agua	3.50	L
A. Fino	9.33	kg
A. Grueso	12.17	kg
AF. CA	4.14	kg
Slump Optenido	0	Pulg.
Apariencia	Optima	-




Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

Fig. 111. Diseño de mezcla con 30% CA - 1% FS.



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



INFORME

**DISEÑO DE MEZCLA F'c = 420 KG/CM2
REFERENCIA ACI 211**

Testista	: Rojas Díaz Yan Keiler		
Tests	: IMPACTO DE LAS CONCHAS DE ABANICO EN PRESENCIA DE FIBRAS DE SISAL A LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL ADOQUÍN TIPO II		
Lugar	: Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.		
Fecha de emisión	: Chiclayo, Mayo del 2024		
Agregado Grueso	: Confitillo - Tres Tomas-Ferretafe	f'c de diseño =	420 kg/cm ²
Agregado Fino	: La Victoria - Pátapo.		
Cemento	: Tipo MS		

DISEÑO DE MEZCLA F'c = 420 kg/cm2		(10% CA - 1.5% FS)	
1.- Resistencia a la compresión requerida	f'c	518 kg/cm ²	7.- Peso específico del cemento
2.- Contenido de aire atrapado		3 %	8.- Peso específico del sisal
3.- Relación agua cemento	R ^{ac}	0.312	9.- Cantidad de cemento
4.- Asentamiento		0.197 Pulg.	10.- Reemplazo
5.- Volumen unitario del agua		193.35 L/m ³	11.- Fibras
6.- Volumen del agregado grueso		0.447 m ³	12.- Aditivos
			= 14.6 Bls*m ³

L) DATOS DE LOS AGREGADOS

ENSAYO	A.Grueso	A.Fino	A. CA	Und
Tamaño máximo nominal	3/8"	—	—	pulg.
Peso Unitario suelto seco	1372	1640	1645	kg/m ³
Peso Unitario compactado seco	1504	1743	1739	kg/m ³
Peso específico de masa seco	2.50	2.53	2.62	kg/cm ³
Contenido de humedad	0.60	0.84	0.82	%
Contenido de absorción	0.44	1.04	1.43	%
Módulo de fineza	—	2.94	2.93	-

V.) RESUMEN DE PROPORCIONES EN PESO

Componentes	Peso Seco	Peso Húmedo	und
Cemento	619.71	619.71	Kg/m ³
Agua	193.35	194.05	L/m ³
Sisal	9.30	9.30	Kg/m ³
Aire (3%)	0.00	0.00	—
A. Grueso	671.82	675.84	Kg/m ³
A. Fino	655.88	661.40	Kg/m ³
A. CA	75.48	76.10	Kg/m ³
P.U.T.	2236.41	Kg/m ³	

II.) Cálculo de volúmenes absolutos sin considerar el agregado fino

a) Cemento	619.71 Kg/m ³	0.214 m ³
b) Agua	193.35 L/m ³	0.193 m ³
c) Aire	3 %	0.030 m ³
d) A. Grueso	671.82 Kg/m ³	0.268 m ³

III.) Cálculo de volumen del agregado fino

a) A. Fino (90%)	655.879 Kg/m ³	0.259 m ³
b) A. CA (10%)	75.48 Kg/m ³	0.029 m ³

IV.) Corrección por humedad y aporte de agua

Pesos Húmedos	
a) A. Fino (90%)	661.40 Kg/m ³
b) A. Grueso	675.84 Kg/m ³
c) A. CA (10%)	76.10 Kg/m ³
Humedad Superficial	
a) A. Fino (90%)	-0.20 %
b) A. Grueso	0.16 %
c) A. CA (10%)	-0.61 %
Aporte de Humedad de los Agregados	
a) A. Fino (90%)	-1.32 L/m ³
b) A. Grueso	1.08 L/m ³
c) A. CA (10%)	-0.46 %
Agua Efectiva	194.05 Lt

VI.) Proporción en peso

<u>Cemento</u>	<u>A.E.</u>	<u>A.G.</u>	<u>A.C.A.</u>	<u>F.S.</u>	<u>Agua</u>
1.00	1.07	1.09	0.12	0.015	13.3

VII.) Proporción en volumen


<u>Cemento</u>	<u>A.E.</u>	<u>A.G.</u>	<u>A.C.A.</u>	<u>F.S.</u>	<u>Agua</u>
1.00	0.98	1.19	0.11	0.015	13.3

VIII.) Pesos para una tanda - adoquines


Medidas : 20x10x6cm Volun. Molde: 0.0012 m³
N° Muestr : 15 Vol. Total: 0.018000 m³

IX.) CANTIDAD DE MATERIALES

Material	Cantidad	Und
Cemento	11.15	kg
Sisal	0.17	kg
Agua	3.49	L
A. Fino	11.91	kg
A. Grueso	12.17	kg
A.F. CA	1.37	kg
Slump Optenido	0	Pulg.
Apariencia	Optima	—



TÉCNICO DE LABORATORIO



Henry Riva Beneyra Oblitus
Tec. Laboratorio USAT

Fig. 112. Diseño de mezcla con 10% CA - 1.5% FS.



INFORME

DISEÑO DE MEZCLA F_c = 420 KG/CM²
REFERENCIA ACI 211

Testista : Rojas Díaz Yan Keller
Tests : IMPACTO DE LAS CONCHAS DE ABANICO EN PRESENCIA DE FIBRAS DE SISAL A LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL ADOQUÍN TIPO II
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, Mayo del 2024
Agregado Grueso : Confitillo - Tres Tomas-Ferreñafe f_c de diseño = 420 kg/cm²
Agregado Fino : La Victoria - Pátapo.
Cemento : Tipo MS

DISEÑO DE MEZCLA f _c = 420 kg/cm ²		(20% CA - 1.5% FS)	
1.- Resistencia a la compresión requerida	f _{cr} = 518 kg/cm ²	7.- Peso específico del cemento	2900.0 kg/cm ³
2.- Contenido de aire atrapado	3 %	8.- Peso específico del sisal	1.45 g/cm ³
3.- Relación agua cemento	R ^{ac} = 0.312	9.- Cantidad de cemento	619.71 kg/m ³ = 14.6 Bls/m ³
4.- Asestamiento	0.197 Pulg.	10.- Reemplazo	20% CA
5.- Volumen unitario del agua	193.35 L/m ³	11.- Fibras	1.5% FS
6.- Volumen del agregado grueso	0.447 m ³	12.- Aditivos	No aplica

I.) DATOS DE LOS AGREGADOS

ENSAYO	A.Grueso	A.Fino	A. CA	Und
Tamaño máximo nominal	3/8"	—	—	pulg.
Peso Unitario suelto seco	1372	1640	1645	kg/m ³
Peso Unitario compactado seco	1504	1743	1739	kg/m ³
Peso específico de masa seco	2.50	2.53	2.62	kg/cm ³
Contenido de humedad	0.60	0.84	0.82	%
Contenido de absorción	0.44	1.04	1.43	%
Módulo de fineza	—	2.94	2.93	-

V.) RESUMEN DE PROPORCIONES EN PESO

Componentes	Peso Seco	Peso Húmedo	und
Cemento	619.71	619.71	Kg/m ³
Agua	193.35	194.37	L/m ³
Sisal	9.30	9.30	Kg/m ³
Aire (3%)	0.00	0.00	—
A. Grueso	671.82	675.84	Kg/m ³
A. Fino	583.00	587.91	Kg/m ³
A. CA	150.97	152.20	Kg/m ³
P.U.T.	2239.33	Kg/m ³	

II.) Cálculo de volúmenes absolutos sin considerar el agregado fino

a) Cemento	619.71 Kg/m ³	0.214 m ³
b) Agua	193.35 L/m ³	0.193 m ³
c) Aire	3 %	0.030 m ³
d) A. Grueso	671.82 Kg/m ³	0.268 m ³

III.) Cálculo de volúmen del agregado fino

a) A. Fino (80%)	583.004 Kg/m ³	0.230 m ³
b) A. CA (20%)	150.97 Kg/m ³	0.058 m ³

IV.) Corrección por humedad y aporte de agua

Pesos Húmedos		
a) A. Fino (80%)	587.91	Kg/m ³
b) A. Grueso	675.84	Kg/m ³
c) A. CA (20%)	152.20	Kg/m ³
Humedad Superficial		
a) A. Fino (80%)	-0.20	%
b) A. Grueso	0.16	%
c) A. CA (20%)	-0.61	%
Aporte de Humedad de los Agregados		
a) A. Fino (80%)	-1.17	L/m ³
b) A. Grueso	1.08	L/m ³
c) A. CA (20%)	-0.92	%
Agua Efectiva	194.37	Lt

VI.) Proporción en peso

Cemento	A.F.	A.G.	A.C.A.	E.S.	Agua	
1.00	0.95	1.09	0.25	0.015	13.3	Lts/m ³

VII.) Proporción en volumen

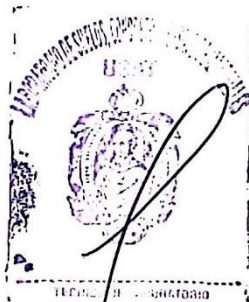
Cemento	A.F.	A.G.	A.C.A.	E.S.	Agua	
1.00	0.87	1.19	0.22	0.015	13.3	Lts/m ³

VIII.) Pesos para una tacha - adoquines

Medidas : 20x10x6cm Volum. Molde: 0.0012 m³
 N° Muestra : 15 Vol. Total: 0.018000 m³

IX.) CANTIDAD DE MATERIALES

Material	Cantidad	Und
Cemento	11.15	kg
Sisal	0.17	kg
Agua	3.50	L
A. Fino	10.58	kg
A. Grueso	12.17	kg
A.F. CA	2.74	kg
Slump Optenido	0	Pulg.
Apariencia	Óptima	—



Henry Rivadeneira Oblitas
 TEC. LABORATORIO USAT

Fig. 113. Diseño de mezcla con 20% CA - 1.5% FS.

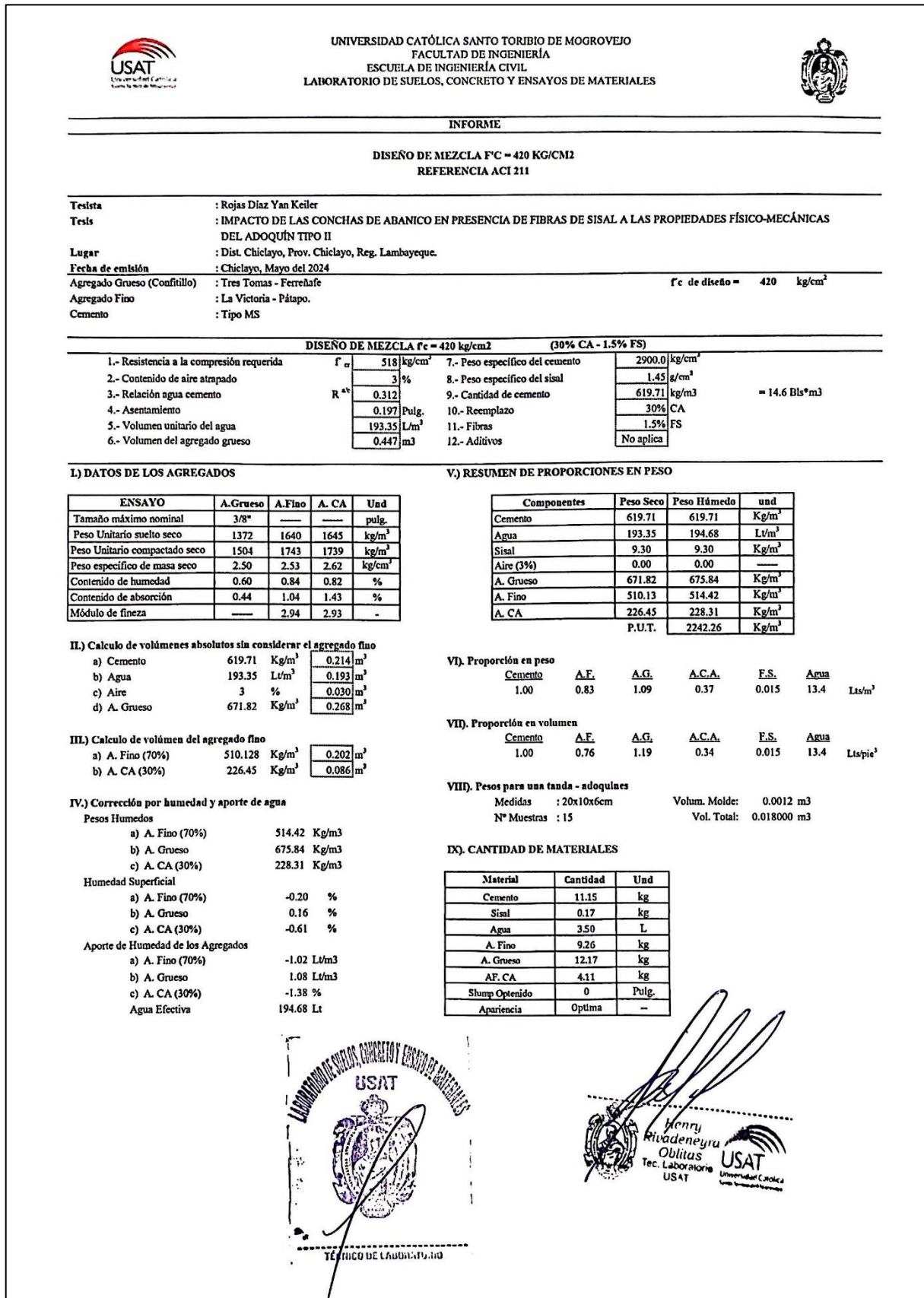


Fig. 114. Diseño de mezcla con 30% CA - 1.5% FS.

ELABORACION DE ADOQUINES DE COCNRETO

Fig. 115. Determinación de revenimiento (Slump).



Fig. 116. Materiales (conchas de abanico y fibras de sisal).



Fig. 117. Vertido de materiales en la olla mezcladora.

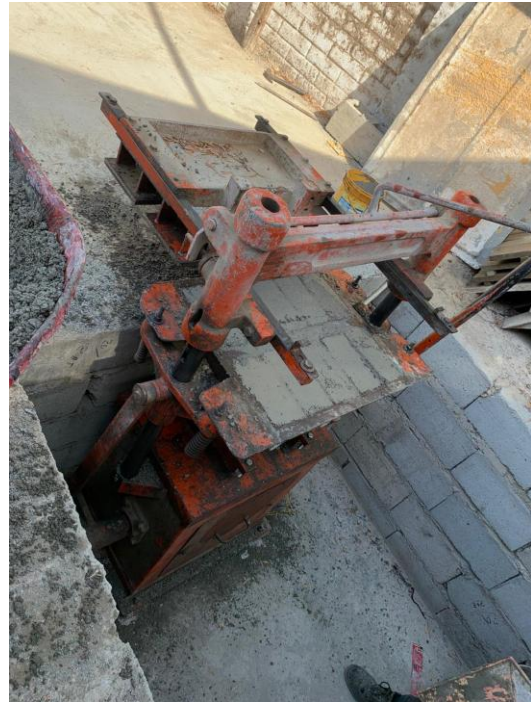


Fig. 118. Fabricación de adoquines.



Fig. 119. Adoquines sacados de los moldes.



Fig. 120. Curado de adoquines.

ENSAYOS A LOS ADOQUINES

ENSAYO DE ABSORCIÓN

Fig. 121. Peso saturado y sumergido.



Fig. 122. Ingreso de adoquines al horno para obtener peso seco.



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



INFORME DE ENSAYO

Testista : Rojas Díaz Yan Keiler
Tesis : Impacto de las conchas de abanico en presencia de fibras de sisal a las propiedades físico-mecánicas del adoquín tipo II
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Código : NTP 399.611
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto.
Ensayo : Absorción

Muestra N°	Denominación de Espécimen	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Muestra			Densidad (Kg/m ³)	Absorción (%)	Absorción promedio 3 und (%)	Verificación según NTP 399.611
					Peso Saturada (kg)	Peso Sumergida (kg)	Peso Seco (kg)				
01	MP-SIN	22/05/2024	29/05/2024	7	2.98	1.72	2.94	2333.33	1.36	1.67	CUMPLE
02		22/05/2024	29/05/2024	7	2.40	1.1	2.35	1807.69	2.13		
03		22/05/2024	29/05/2024	7	2.67	1.19	2.63	1777.03	1.52		
04	MP-SIN	22/05/2024	05/06/2024	14	3.03	1.93	2.97	2700.00	2.02	2.15	CUMPLE
05		22/05/2024	05/06/2024	14	3.10	1.91	3.04	2554.62	1.97		
06		22/05/2024	05/06/2024	14	2.93	1.74	2.86	2403.36	2.45		
07	MP-SIN	22/05/2024	19/06/2024	28	3.14	1.97	3.03	2589.74	3.63	3.24	CUMPLE
08		22/05/2024	19/06/2024	28	3.10	1.95	3.01	2617.39	2.99		
09		22/05/2024	19/06/2024	28	3.06	1.71	2.97	2196.75	3.10		

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.




 Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

Fig. 123. Ensayo de absorción a la muestra patrón.

INFORME DE ENSAYO

Tesista : Rojas Díaz Yan Keiler
Tesis : Impacto de las conchas de abanico en presencia de fibras de sisal a las propiedades físico-mecánicas del adoquín tipo II
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Código : NTP 399.611
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto.
Ensayo : Absorción

Muestra N°	Denominación de Espécimen	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Muestra			Densidad (Kg/m ³)	Absorción (%)	Absorción promedio 3 und (%)	Verificación según NTP 399.611
					Masa Saturada (kg)	Masa Sumergida (kg)	Masa seca al horno (kg)				
01	MM-1%FS + 10%CA	22/05/2024	19/06/2024	28	3.14	1.77	3.032	2213.14	3.56	3.97	CUMPLE
02		22/05/2024	19/06/2024	28	3.10	1.75	2.972	2208.02	4.17		
03		22/05/2024	19/06/2024	28	3.09	1.74	2.966	2197.04	4.18		
04	MM-1%FS + 20%CA	22/05/2024	19/06/2024	28	3.08	1.73	2.938	2176.30	4.83	4.18	CUMPLE
05		22/05/2024	19/06/2024	28	3.21	1.82	3.116	2235.29	3.15		
06		22/05/2024	19/06/2024	28	3.07	1.73	2.94	2187.50	4.56		
07	MM-1%FS + 30%CA	22/05/2024	19/06/2024	28	3.26	1.86	3.082	2204.58	5.71	5.23	CUMPLE
08		22/05/2024	19/06/2024	28	3.26	1.88	3.104	2246.02	5.09		
09		22/05/2024	19/06/2024	28	3.17	1.81	3.018	2225.66	4.90		

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.




 Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

Fig. 124. Ensayo de Absorción de la muestra con 1% FS +(10%, 20% y 30% de CA).

INFORME DE ENSAYO

Tesista : Rojas Díaz Yan Keiler
Tesis : Impacto de las conchas de abanico en presencia de fibras de sisal a las propiedades físico-mecánicas del adoquín tipo II
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Código : NTP 399.611
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto.
Ensayo : Absorción

Nº.	Denominación de Espécimen	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Muestra			Densidad (Kg/m ³)	Absorción (%)	Absorción promedio 3 und (%)	Verificación según NTP 399.611
					Masa Saturada (kg)	Masa Sumergida (kg)	Masa seca al horno (kg)				
01	MM-1.5%FS + 10%CA	22/05/2024	19/06/2024	28	3.17	1.78	3.034	100.43	4.61	4.53	CUMPLE
02		22/05/2024	19/06/2024	28	3.18	1.79	3.048	93.66	4.27		
03		22/05/2024	19/06/2024	28	3.15	1.78	3.01	103.50	4.72		
04	MM-1.5%FS + 20%CA	22/05/2024	19/06/2024	28	3.26	1.88	3.082	126.45	5.65	4.98	CUMPLE
05		22/05/2024	19/06/2024	28	3.23	1.85	3.056	126.09	5.69		
06		22/05/2024	19/06/2024	28	3.28	1.9	3.162	82.85	3.61		
07	MM-1.5%FS + 30%CA	22/05/2024	19/06/2024	28	3.15	1.79	2.99	115.04	5.22	5.39	CUMPLE
08		22/05/2024	19/06/2024	28	3.17	1.81	3.052	88.11	3.93		
09		22/05/2024	19/06/2024	28	3.23	1.84	3.014	152.96	7.03		

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



[Handwritten Signature]
 Herly Rivas
 Obulus
 Tec. Laboratorio
 USAT
 Universidad Católica
 del Santo Toribio de Mogrovejo

Fig. 125. Ensayo de Absorción de la muestra con 1.5% FS +(10%, 20% y 30% de CA).

ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL

Fig. 126. Toma de longitudes del adoquín.



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



INFORME DE ENSAYO

Tesista : Rojas Díaz Yan Keiler
Tesis : Impacto de las conchas de abanico en presencia de fibras de sisal a las propiedades físico-mecánicas del adoquín tipo II
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, Junio del 2024

Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Adoquines de concreto para pavimentos - Variación Dimensional
Referencia : N.T.P. 399.611

N°	CODIGO	DIMENSIONES			TOLERANCIA DIMENCIONAL MAX			TOLERANCIA		
		LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ESPEJOR (mm)	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ESPEJOR (mm)	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ESPEJOR (mm)
1	MP-1	198.50	99.12	61.85	1.50	0.88	1.85	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
2	MP-2	197.90	101.17	63.53	2.10	1.17	3.53	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE
3	MP-3	199.50	101.15	59.82	0.50	1.15	0.18	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
4	MP-4	200.50	99.35	60.32	0.50	0.65	0.32	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
5	MP-5	198.50	100.86	61.94	1.50	0.86	1.94	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
6	MP-6	201.00	99.63	63.15	1.00	0.37	3.15	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
7	MP-7	200.07	100.40	60.97	0.07	0.40	0.97	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
8	MP-8	199.97	101.51	58.75	0.03	1.51	1.25	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
9	MP-9	201.50	98.92	61.50	1.50	1.08	1.50	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.


 Heidy Rivadeneira Obillas
 Tec. Laboratorio USAT


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


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

Fig. 127. Ensayo de variación dimensional de la muestra patrón.



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



INFORME DE ENSAYO

Tesista : Rojas Díaz Yan Keiler
Tesis : Impacto de las conchas de abanico en presencia de fibras de sisal a las propiedades físico-mecánicas del adoquín tipo II
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, Junio del 2024

Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Adoquines de concreto para pavimentos - Variación Dimensional

Referencia : N.T.P. 399.611

N°	CODIGO	DIMENSIONES			TOLERANCIA DIMENCIONAL MAX			TOLERANCIA		
		LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ESPEJOR (mm)	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ESPEJOR (mm)	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ESPEJOR (mm)
1	MM- 1%FS+10% CA	199.30	99.10	61.86	0.70	0.90	1.86	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
2		199.80	101.10	62.50	0.20	1.10	2.50	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
3		200.20	101.30	59.91	0.20	1.30	0.09	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
4	MM- 1%FS+20% CA	200.90	99.20	61.22	0.90	0.80	1.22	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
5		198.70	100.30	60.84	1.30	0.30	0.84	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
6		202.00	99.70	62.55	2.00	0.30	2.55	NO CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
7	MM- 1%FS+30% CA	201.20	98.40	61.32	1.20	1.60	1.32	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
8		199.50	101.50	61.94	0.50	1.50	1.94	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
9		200.50	99.80	63.70	0.50	0.20	3.70	CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



Henry
Ribadeneyra
Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT

Fig. 128. Ensayo de variación dimensional de la muestra con 1% FS +(10%, 20% y 30% de CA).



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



INFORME DE ENSAYO

Tesista : Rojas Díaz Yan Keiler
Tesis : Impacto de las conchas de abanico en presencia de fibras de sisal a las propiedades físico-mecánicas del adoquín tipo II
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, Junio del 2024

Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Adoquines de concreto para pavimentos - Variación Dimensional
Referencia : N.T.P. 399.611

N°	CODIGO	DIMENSIONES			TOLERANCIA DIMENCIONAL MAX			TOLERANCIA		
		LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ESPESOR (mm)	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ESPESOR (mm)	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ESPESOR (mm)
1	MM- 1.5%FS+10 %CA	199.20	101.10	61.86	0.80	1.10	1.86	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
2		201.10	98.40	60.30	1.10	1.60	0.30	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
3		200.20	101.00	59.81	0.20	1.00	0.19	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
4	MM- 1.5%FS+20 %CA	200.12	98.70	62.31	0.12	1.30	2.31	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
5		199.10	101.20	61.84	0.90	1.20	1.84	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
6		199.30	99.30	62.95	0.70	0.70	2.95	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
7	MM- 1.5%FS+30 %CA	199.23	99.10	62.85	0.77	0.90	2.85	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
8		200.20	101.40	59.82	0.20	1.40	0.18	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
9		201.03	98.30	59.32	1.03	1.70	0.68	CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.

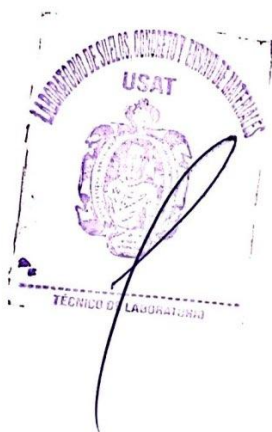


Fig. 129. Ensayo de variación dimensional de la muestra con 1.5% FS +(10%, 20% y 30% de CA).

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Fig. 130. Ensayo de resistencia a la compresión.

INFORME DE ENSAYO

Tesista : Rojas Díaz Yan Keiler
Tesis : Impacto de las conchas de abanico en presencia de fibras de sisal a las propiedades
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, Junio del 2024

Código : NTP 399.604 : 2002
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto

Ensayo : Resistencia a la Compresión

Muestra N°	Descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad Días	Area (cm ²)	Resistencia a la compresión (f'c)	
						kg/cm ²	(%)
01	MP - ADOQUIN 420 kg/cm ²	22/05/2024	29/05/2024	7	199.30	294.91	70.22%
02		22/05/2024	29/05/2024	7	203.01	272.55	64.89%
03		22/05/2024	29/05/2024	7	202.10	271.50	64.64%
04	MP - ADOQUIN 420 kg/cm ²	22/05/2024	05/06/2024	14	201.30	391.34	93.18%
05		22/05/2024	05/06/2024	14	198.70	316.25	75.30%
06		22/05/2024	05/06/2024	14	202.41	339.19	80.76%
07	MP - ADOQUIN 420 kg/cm ²	22/05/2024	19/06/2024	28	200.40	424.00	100.95%
08		22/05/2024	19/06/2024	28	198.60	434.14	103.37%
09		22/05/2024	19/06/2024	28	200.60	426.38	101.52%

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.




 Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio
 USAT


Fig. 131. Ensayo de resistencia a la compresión (Muestra Patrón).

INFORME DE ENSAYO

Tesista : Rojas Díaz Yan Keiler
Tesis : Impacto de las conchas de abanico en presencia de fibras de sisal a las propiedades
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, Junio del 2024

Código : NTP 399.604 : 2002
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto
Ensayo : Resistencia a la Compresión

Muestra N°	Descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad Días	Area (cm ²)	Resistencia a la compresión (f'c)	
						kg/cm ²	(%)
01	MM - 1%FS + 10%CA	22/05/2024	19/06/2024	28	199.40	439.09	104.55%
02		22/05/2024	19/06/2024	28	199.10	425.23	101.24%
03		22/05/2024	19/06/2024	28	199.50	424.71	101.12%
04	MM - 1%FS + 20%CA	22/05/2024	19/06/2024	28	201.39	410.50	97.74%
05		22/05/2024	19/06/2024	28	199.10	412.92	98.31%
06		22/05/2024	19/06/2024	28	199.10	419.31	99.84%
07	MM - 1%FS + 30%CA	22/05/2024	19/06/2024	28	199.50	393.52	93.69%
08		22/05/2024	19/06/2024	28	199.00	401.41	95.57%
09		22/05/2024	19/06/2024	28	200.00	394.33	93.89%

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.




 Henry Rivadeneira Obilias
 Tec. Laboratorio USAT
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

Fig. 132. Ensayo de resistencia a la compresión de la muestra con 1% FS + (10%, 20% y 30% de CA).

INFORME DE ENSAYO

Tesista : Rojas Díaz Yan Keiler
Tesis : Impacto de las conchas de abanico en presencia de fibras de sisal a las propiedades
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, Junio del 2024

Código : NTP 399.604 : 2002
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto
Ensayo : Resistencia a la Compresión

Muestra N°	Descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad Días	Area (cm ²)	Resistencia a la compresión (f'c)	
						kg/cm ²	(%)
01	MM - 1.5%FS + 10%CA	22/05/2024	19/06/2024	28	198.90	432.07	102.87%
02		22/05/2024	19/06/2024	28	199.90	454.33	108.17%
03		22/05/2024	19/06/2024	28	200.40	434.91	103.55%
04	MM - 1.5%FS + 20%CA	22/05/2024	19/06/2024	28	199.20	406.77	96.85%
05		22/05/2024	19/06/2024	28	198.50	418.54	99.65%
06		22/05/2024	19/06/2024	28	197.11	408.27	97.21%
07	MM - 1.5%FS + 30%CA	22/05/2024	19/06/2024	28	199.60	391.53	93.22%
08		22/05/2024	19/06/2024	28	199.10	397.02	94.53%
09		22/05/2024	19/06/2024	28	199.90	388.70	92.55%

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.




Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

Fig. 133. Ensayo de resistencia a la compresión de la muestra con 1.5% FS + (10%, 20% y 30% de CA).

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXOTRACCIÓN

Fig. 134. Ensayo de resistencia a la flexotracción.

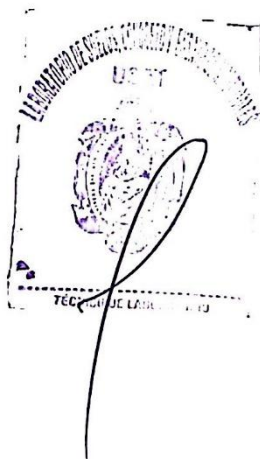
INFORME DE ENSAYO

Tesista : Rojas Díaz Yan Keiler
Tesis : Impacto de las conchas de abanico en presencia de fibras de sisal a las propiedades físico-mecánicas del adoquín tipo II
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Código : NTP 399.124 : 1998
Título : ADOQUINES DE CONCRETO (HORMIGON) PARA PAVIMENTO
Ensayo : Resistencia a la Flexión por Tracción

Muestra Nº	Denominación de Espécimen	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Luz (mm)	Dimensiones		Carga Máxima		Módulo de Rotura (MPa)	Resistencia a la Flexión por tracción Promedio (Mpa)
						Espesor	Ancho	kg	N		
01	MP - SIN	22/05/2024	29/05/2024	7	150	59.94	99.64	814	7985.34	5.019	4.95
02	MP - SIN	22/05/2024	29/05/2024	7	150	61.50	100.5	811	7955.91	4.709	
03	MP - SIN	22/05/2024	29/05/2024	7	150	59.93	99.5	828	8122.68	5.114	
04	MP - SIN	22/05/2024	05/06/2024	14	150	59.90	100.1	915	8976.15	5.623	5.43
05	MP - SIN	22/05/2024	05/06/2024	14	150	60.31	99.64	845	8289.45	5.146	
06	MP - SIN	22/05/2024	05/06/2024	14	150	59.84	98.6	883	8662.23	5.520	
07	MP - SIN	22/05/2024	19/06/2024	28	150	61.45	100.5	1029	10094.49	5.985	6.19
08	MP - SIN	22/05/2024	19/06/2024	28	150	59.97	101.3	1038	10182.78	6.289	
09	MP - SIN	22/05/2024	19/06/2024	28	150	59.9	99.64	1022	10025.82	6.310	

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.





 Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

Fig. 135. Ensayo de flexión por tracción (Muestra Patrón).



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



INFORME DE ENSAYO

Tesista : Rojas Díaz Yan Keiler
Tesis : Impacto de las conchas de abanico en presencia de fibras de sisal a las propiedades físico-mecánicas del adoquín tipo II
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Código : NTP 399.124 : 1998
Título : ADOQUINES DE CONCRETO (HORMIGON) PARA PAVIMENTO
Ensayo : Resistencia a la Flexión por Tracción

Muestra N°	Denominación de Espécimen	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Luz (mm)	Dimensiones		Carga Máxima		Módulo de Rotura (MPa)	Resistencia a la Flexión por Tracción Promedio (Mpa)
						Espesor	Ancho	kg	N		
01	MM - 1% FS + 10% CA	22/05/2024	19/06/2024	28	150	60.10	100.5	1054	10339.74	6.409	6.27
02		22/05/2024	19/06/2024	28	150	59.87	100.05	1039	10192.59	6.395	
03		22/05/2024	19/06/2024	28	150	61.40	100.45	1029	10094.49	5.998	
04	MM - 1% FS + 20% CA	22/05/2024	19/06/2024	28	150	61.50	100.58	1070	10496.7	6.208	6.14
05		22/05/2024	19/06/2024	28	150	61.08	98.9	1068	10477.08	6.389	
06		22/05/2024	19/06/2024	28	150	61.10	100.4	990	9711.9	5.830	
07	MM - 1% FS + 30% CA	22/05/2024	19/06/2024	28	150	60.35	100.38	1030	10104.3	6.219	5.96
08		22/05/2024	19/06/2024	28	150	61.95	101.52	1020	10006.2	5.779	
09		22/05/2024	19/06/2024	28	150	62.85	100.87	1060	10398.6	5.872	

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



Henry Rivadeneira Obllitas
Tec. Laboratorio USAT

Fig. 136. Ensayo de flexión por tracción de la muestra con 1% FS + (10%, 20% y 30% de CA).

INFORME DE ENSAYO

Tesista : Rojas Díaz Yan Keiler
Tesis : Impacto de las conchas de abanico en presencia de fibras de sisal a las propiedades físico-mecánicas del adoquín tipo II
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Código : NTP 399.124 : 1998
Título : ADOQUINES DE CONCRETO (HORMIGON) PARA PAVIMENTO
Ensayo : Resistencia a la Flexión por Tracción

Muestra Nº	Denominación de Espécimen	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Luz (mm)	Dimensiones		Carga Máxima		Módulo de Rotura (MPa)	Resistencia a la Flexión por Tracción Promedio (Mpa)
						Espesor	Ancho	kg	N		
01	MM - 1.5% FS + 10% CA	22/05/2024	19/06/2024	28	150	61.10	100.43	1115	10938.15	6.564	6.39
02		22/05/2024	19/06/2024	28	150	61.03	99.56	1054	10339.74	6.274	
03		22/05/2024	19/06/2024	28	150	62.00	100.13	1104	10830.24	6.331	
04	MM - 1.5% FS + 20% CA	22/05/2024	19/06/2024	28	150	60.33	100.32	1097	10761.57	6.631	6.23
05		22/05/2024	19/06/2024	28	150	61.40	101.51	1062	10418.22	6.125	
06		22/05/2024	19/06/2024	28	150	62.84	100.83	1073	10526.13	5.948	
07	MM - 1.5% FS + 30% CA	22/05/2024	19/06/2024	28	150	60.11	100.53	995	9760.95	6.046	6.07
08		22/05/2024	19/06/2024	28	150	62.38	99.8	1019	9996.39	5.792	
09		22/05/2024	19/06/2024	28	150	59.83	98.89	1020	10006.2	6.360	

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.

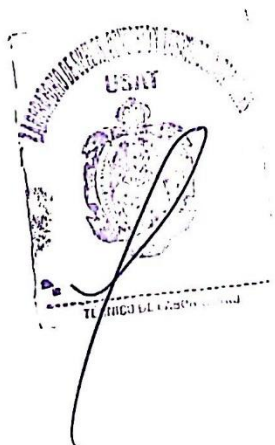




Fig. 137. Ensayo de flexión por tracción de la muestra con 1.5% FS + (10%, 20% y 30% de CA).



GRUPO GEOHESA


**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES**



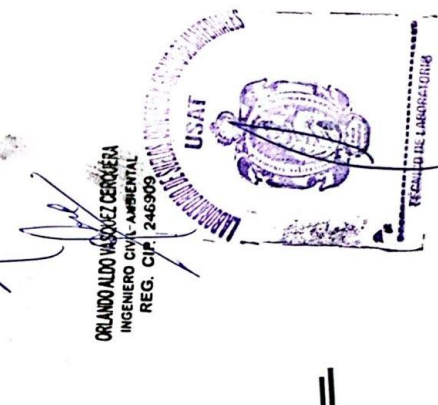
Henry
Rivadeneira
Oblicua
Tec. Laboratorio
USAT

CERTIFICADO DE ENSAYO:			
ABRASIÓN MUESTRA PATRON ADOQUINES DE CONCRETO PREFABRICADO			
TESIS:	IMPACTO DE LAS CONCHAS DE ABANICO EN PRESENCIA DE FIBRAS DE SISAL A LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL ADOQUIN TIPO II		
UBICACIÓN:	CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE		
SOLICITANTE:	Yan Keller Rojas Diaz		
TÍTULO:	STANDARD. TEST METHOD FOR ABRASION RESISTANCE OF CONCRETE OR MORTAR SURFACE BY THE ROTATING-CUTTER METHOD (Método normalizado para la resistencia a la abrasión del concreto o superficies de mortero mediante el ensayo del rodillo giratorio).		
FECHA ENSAYO:	jueves, 30 de Mayo de 2024	ENSAYO:	ABRASIÓN
		NORMATIVA:	ASTM C994/C944M-12
		CODIGO DE EXPEDIENTE:	007-2024/GEOHESA

MUESTRA	DENOMINACION/ CODIFICACION	E D A D (dias)	DATOS DE LA MUESTRA				DESGASTE (%)	ABRASIÓN PROMEDIO 3 UNIDADES (%)
			PESO INICIAL (gr)	PESO DEL PRIMER CICLO gr	PESO DEL SEGUNDO CICLO gr	PESO DEL TERCER CICLO gr		
M-01	MUESTRA PATRON	7	3054	3052.00	3046.00	3040.00	0.46%	
M-02	MUESTRA PATRON	7	3082	3078.00	3073.00	3072.00	0.32%	0.38%
M-03	MUESTRA PATRON	7	2963	2960.00	2953.00	2952.00	0.37%	




Jorge Luis Santibañán Alejandro
LABORATORISTA



ORLANDO ALDO VASQUEZ CERQUERA
INGENIERO CIVIL - AMBIENTAL
REG. CIP. 2463909

GRUPO GEOHESA E.I.R.L.
 DIRECCIÓN: Tahuantinsuyo N°1570
 Distrito de Chiclayo-Lambayeque
 RUC: 10164934743
 CELULAR: 927569182
 CORREO: Geohesa@grupo.com

Fig. 139. Ensayo de abrasión a la muestra patrón (7 días).



**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES**

GRUPO GEOHESA



Henry
Rivadeneira
Obitias
Tec. Laboratorio
USA

CERTIFICADO DE ENSAYO:

ABRASIÓN MUESTRA PATRON ADOQUINES DE CONCRETO PREFABRICADO

TESIS: IMPACTO DE LAS CONCHAS DE ABANICO EN PRESENCIA DE FIBRAS DE SISAL A LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL ADOQUIN TIPO II	
UBICACIÓN: CHICLAYO - LAMBAYEQUE	ENSAYO: ABRASIÓN
SOLICITANTE: Yan Keiler Rojas Diaz	NORMATIVA: ASTM C994/C944M-12
TÍTULO: STANDARD. TEST METHOD FOR ABRASION RESISTANCE OF CONCRETE OR MORTAR SURFACE BY THE ROTATING-CUTTER METHOD (Método normalizado para la abrasión del concreto o superficies de mortero mediante el ensayo del rodillo giratorio).	CODIGO DE EXPEDIENTE: 007-2024/GEOHESA
FECHA ENSAYO: Jueves, 6 de Junio de 2024	

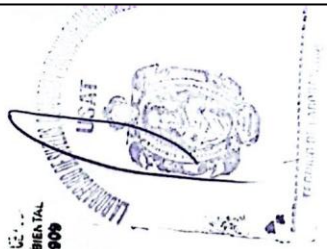
MUESTRA	DENOMINACION/ CODIFICACION	E D A D (días)	DATOS DE LA MUESTRA				ABRASION PROMEDIO 3 UNIDADES (%)	
			PESO INICIAL (gr)	PESO DEL PRIMER CICLO	PESO DEL SEGUNDO CICLO	PESO DEL TERCER CICLO		DESGASTE (%)
M-01	MUESTRA PATRON	14	3055	3051.00	3048.00	3045.00	0.33%	
M-02	MUESTRA PATRON	14	3081	3079.00	3075.00	3072.00	0.29%	
M-03	MUESTRA PATRON	14	2968	2964.00	2960.00	2958.00	0.34%	
							0.32%	



Jorge Luis Sanz Stebar, Alejandro J.
LABORATORIS S.A.



ORLANDO ALVARADO
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL
REG. CIP. 246909



GRUPO GEOHESA E.I.R.L.
DIRECCIÓN: Tahuantinsuyo Nº1570
Distrito de Chiclayo-Lambayeque

RUC: 10164934743
CELULAR: 927569182
CORREO: Geohesa@grupo.com

Fig. 140. Ensayo de abrasión a la muestra patrón (14 días).



**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES**



CERTIFICADO DE ENSAYO:			
ABRASIÓN MUESTRA PATRON ADOQUINES DE CONCRETO PREFABRICADO			
TESIS: IMPACTO DE LAS CONCHAS DE ABANICO EN PRESENCIA DE FIBRAS DE SISAL A LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL ADOQUIN TIPO II			
UBICACIÓN: CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE			
SOLICITANTE: Yan Keiler Rojas Diaz			
TÍTULO: STANDARD. TEST METHOD FOR ABRASION RESISTANCE OF CONCRETE OR MORTAR SURFACE BY THE ROTATING-CUTTER METHOD (Método normalizado para la resistencia a la abrasión del concreto o superficies de mortero mediante el ensayo del rodillo giratorio).			
FECHA ENSAYO: Jueves, 20 de Junio de 2024			
ENSAYO:	ABRASIÓN	NORMATIVA:	ASTM C994/C944M-12
CODIGO DE EXPEDIENTE:	007-2024/GEOHESA		

MUESTRA	DENOMINACION/ CODIFICACION	E D A D (dias)	DATOS DE LA MUESTRA						ABRASION PROMEDIO 3 UNIDADES (%)
			PESO INICIAL (gr)	PESO DEL PRIMER CICLO gr	PESO DEL SEGUNDO CICLO gr	PESO DEL TERCER CICLO gr	DESGASTE (%)	ABRASION (%)	
M-01	MUESTRA PATRON	28	3036	3033.00	3030.00	3029.00	0.23%		
M-02	MUESTRA PATRON	28	3055	3053.00	3051.00	3049.00	0.20%	0.20%	
M-03	MUESTRA PATRON	28	2930	2928.00	2926.00	2925.00	0.17%		


LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES, ARQUITECTURA, INGENIERIA, TOPOGRAFIA Y SERVICIOS GENERALES
GRUPO GEOHESA
Jorge Luis Sandoval Alejandro
LABORATORISTA

ORLANDO ALDO VASQUEZ CERQUEIRA
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL
REG. CIP. 248909
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES, ARQUITECTURA, INGENIERIA, TOPOGRAFIA Y SERVICIOS GENERALES
GRUPO GEOHESA
Tecnico de Laboratorio

GRUPO GEOHESA E.I.R.L.
DIRECCION: Tahuantinsuyo N°1570
Distrito de Chiclayo-Lambayeque


RUC: 10164934743
CELULAR: 927569182
CORREO: Geohesa@grupo.com

Fig. 141. Ensayo de abrasión a la muestra patrón (28 días).



GRUPO GEOHESA

**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES**




Henry Obilius
Téc. Laboratorio
USAT

CERTIFICADO DE ENSAYO:

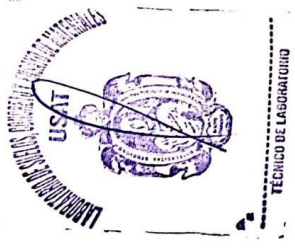
ABRASIÓN MUESTRA PATRON ADOQUINES DE CONCRETO PREFABRICADO + 1% SISAL + 10% CONCHA DE ABANICO

TESIS: Impacto de las conchas de abanico en presencia de fibras de sisal a las propiedades físico-mecánicas del adoquín tipo II	
UBICACIÓN: CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE	
SOLICITANTE: Rojas Díaz Yenn Keller	
TÍTULO: STANDARD. TEST METHOD FOR ABRASION RESISTANCE OF CONCRETE OR MORTAR SURFACE BY THE ROTATING-CUTTER METHOD (Método normalizado para la resistencia a la abrasión del concreto o superficies de mortero mediante el ensayo del redillo giratorio).	
FECHA ENSAYO: Jueves, 20 de Junio de 2024	

ENSAYO: ABRASIÓN	
NORMATIVA: ASTM C994/C944M-12	
CODIGO DE EXPEDIENTE: 007-2023/GEOHESA	



Jorge Luis Soriano
LABORATORIO



ORLANDO DEL MASQUEZ CERQUERA
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL
REG. CIP. 246909


TÉCNICO DE LABORATORIO

MUESTRA	DENOMINACION/ CODIFICACION	E D A D (días)	DATOS DE LA MUESTRA				ABRACION PROMEDIO 3 UNIDADES (%)
			PESO INICIAL (gr)	PESO DEL PRIMER CICLO	PESO DEL SEGUNDO CICLO	PESO DEL TERCER CICLO	
M-01	MUESTRA PATRON +1% SISAL+ 10 % CA	28	3005	3002.00	2999.00	2998.00	0.23%
M-02	MUESTRA PATRON +1% SISAL+ 10 % CA	28	2962	2960.00	2958.00	2955.00	0.24%
M-03	MUESTRA PATRON +1% SISAL+ 10 % CA	28	3056	3054.00	3053.00	3051.00	0.16%
							0.21%

GRUPO GEOHESA E.I.R.L.
DIRECCIÓN: Tahuantinsuyo N°1570
Distrito de Chiclayo-Lambayeque


RUC: 10164934743
CELULAR: 927569182
CORREO: Geohesa@grupo.com

Fig. 142. Ensayo de abrasión a la muestra con 1% FS + 10%CA (28 días).



GRUPO GEOHESA

**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES**



Ruy Alcántara
Oblitos
Tec. Laboratorio
USAT

CERTIFICADO DE ENSAYO:

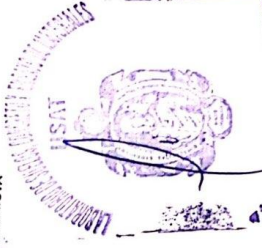
ABRASIÓN MUESTRA PATRON ADOQUINES DE CONCRETO PREFABRICADO + 1% SISAL + 20% CONCHA DE ABANICO

TESIS:	Impacto de las conchas de abanico en presencia de fibras de sisal a las propiedades físico-mecánicas del adoquín tipo II		
UBICACIÓN:	CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE		
SOLICITANTE:	Rojas Diaz Yan Keller		
TÍTULO:	STANDARD. TEST METHOD FOR ABRASION RESISTANCE OF CONCRETE OR MORTAR SURFACE BY THE ROTATING-CUTTER METHOD (Método normalizado para la resistencia a la abrasión del concreto o superficies de mortero mediante el rodillo giratorio).		
FECHA ENSAYO:	jueves, 20 de Junio de 2024		

MUESTRA	DENOMINACION/ CODIFICACION	E D A D (días)	DATOS DE LA MUESTRA				ABRACIÓN PROMEDIO 3 UNIDADES (%)
			PESO INICIAL (gr)	PESO DEL PRIMER CICLO gr	PESO DEL SEGUNDO CICLO gr	PESO DEL TERCER CICLO gr	
M-01	MUESTRA PATRON +1% SISAL+20% CA	28	2871	2870.00	2867.00	2863.00	0.28%
M-02	MUESTRA PATRON +1% SISAL+20% CA	28	2947	2943.00	2940.00	2939.00	0.27%
M-03	MUESTRA PATRON +1% SISAL+20% CA	28	2896	2894.00	2891.00	2889.00	0.24%

ORLANDO ALDO MORALES CERQUERA
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL
REG. CIP. 246996


Jorge Luis Sanfisteban Alejandro
LABORATORISTA



GRUPO GEOHESA E.I.R.L.
DIRECCIÓN: Tahuantinsuyo N°1570
Distrito de Chiclayo-Lambayeque

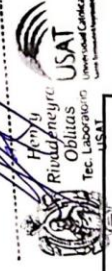
RUC: 10164934743
CELULAR: 927569182
CORREO: Geohesa@grupo.com

Fig. 143. Ensayo de abrasión a la muestra con 1% FS + 20%CA (28 días).



GRUPO GEOHESA

**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES**




USAT
Laboratorio
Técnico


CERTIFICADO DE ENSAYO:

ABRASIÓN MUESTRA PATRON ADOQUINES DE CONCRETO PREFABRICADO + 1% SISAL + 30% CONCHA DE ABANICO

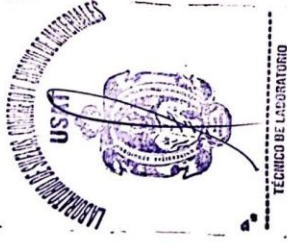
UBICACIÓN: CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE	ENSAYO: ABRASIÓN
SOLICITANTE: Rojas Diaz Yan Keller	NORMATIVA: ASTM C994/C944M-12
TÍTULO: STANDARD. TEST METHOD FOR ABRASION RESISTANCE OF CONCRETE OR MORTAR SURFACE BY THE ROTATING-CUTTER METHOD (Método normalizado para la resistencia a la abrasión del concreto o superficies de mortero mediante el rodillo giratorio).	CODIGO DE EXPEDIENTE: 007-2023/GEOHESA
FECHA ENSAYO: jueves, 20 de Junio de 2024	



Jorge Luis Santisbarr Alejandro
LABORATORISTA



ORLANDO ALVARADO
INGENIERO CIVIL AMBIENTE
REG. CIP: 246909



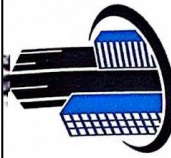
TÉCNICO DE LABORATORIO

MUESTRA	DENOMINACION/ CODIFICACION	E D A D (días)	DATOS DE LA MUESTRA				ABRASIÓN PROMEDIO 3 UNIDADES (%)
			PESO INICIAL (gr)	PESO DEL PRIMER CICLO	PESO DEL SEGUNDO CICLO	PESO DEL TERCER CICLO	
M-01	MUESTRA PATRON +1% SISAL+ 30 CA	28	2933	2930.00	2927.00	2925.00	0.27%
M-02	MUESTRA PATRON +1% SISAL+ 30 CA	28	3006	3003.00	2999.00	2996.00	0.33%
M-03	MUESTRA PATRON +1% SISAL+ 30 CA	28	2926	2922.00	2918.00	2915.00	0.38%

GRUPO GEOHESA E.I.R.L.
DIRECCIÓN: Tahuantinsuyo N°1570
Distrito de Chiclayo-Lambayeque

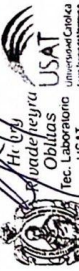
RUC: 10164934743
CELULAR: 927569182
CORREO: Geohesa@grupo.com

Fig. 144. Ensayo de abrasión a la muestra con 1% FS + 30%CA (28 días).



GRUPO GEOHESA

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES



USAT
Universidad Católica
del Perú


CERTIFICADO DE ENSAYO:

ABRASIÓN MUESTRA PATRON ADOQUINES DE CONCRETO PREFABRICADO + 1.5% SISAL + 10% CONCHA DE ABANICO

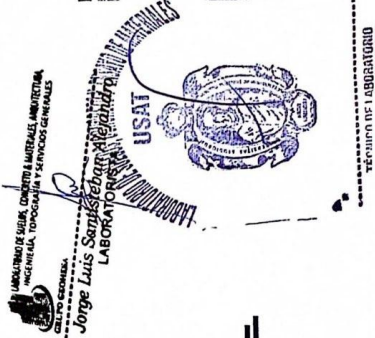
UBICACIÓN: CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE	ENSAYO: ABRASIÓN
SOLICITANTE: Rojas Diaz Yan Keller	NORMATIVA: ASTM C994/C994M-12
TÍTULO: STANDARD. TEST METHOD FOR ABRASION RESISTANCE OF CONCRETE OR MORTAR SURFACE BY THE ROTATING-CUTTER METHOD (Método normalizado para la resistencia a la abrasión del concreto o superficies de mortero mediante el ensayo del rodillo giratorio).	CODIGO DE EXPEDIENTE: 007-2023/GEOHESA
FECHA ENSAYO: Jueves, 20 de Junio de 2024	

TESIS: Impacto de las conchas de abanico en presencia de fibras de sisal a las propiedades físico-mecánicas del adoquín tipo II

MUESTRA	DENOMINACION/ CODIFICACION	E D A D (días)	DATOS DE LA MUESTRA						ABRASIÓN PROMEDIO 3 UNIDADES (%)
			PESO INICIAL (gr)	PESO DEL PRIMER CICLO gr	PESO DEL SEGUNDO CICLO gr	PESO DEL TERCER CICLO gr	DESGASTE (%)	ABRASIÓN (%)	
M-01	MUESTRA PATRON +1.5 % SISAL+10% CA	28	2873	2871.00	2867.00	2865.00	0.28%	0.23%	
M-02	MUESTRA PATRON +1.5 % SISAL+10% CA	28	2945	2942.00	2941.00	2939.00	0.20%		
M-03	MUESTRA PATRON +1.5 % SISAL+10% CA	28	2895	2893.00	2891.00	2889.00	0.21%		



OMLAWO ALDO VASQUEZ CERQUERA
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL
REG. CIP 246909



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES AMBIENTALES
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES
USAT
Jorge Luis Santibañez Alejandro
LABORADOR DE SUELOS

GRUPO GEOHESA E.I.R.L.
DIRECCIÓN: Tahuantinsuyo N°1570
Distrito de Chiclayo-Lambayeque

RUC: 10164934743
CELULAR: 977569182
CORREO: Geohesa@grupo.com

Fig. 145. Ensayo de abrasión a la muestra con 1.5% FS + 10%CA (28 días).



CERTIFICADO DE ENSAYO:

ABRASIÓN MUESTRA PATRON ADOQUINES DE CONCRETO PREFABRICADO + 1.5% SISAL + 20% CONCHA DE ABANICO

TESIS: Impacto de las conchas de abanico en presencia de fibras de sisal a las propiedades físico-mecánicas del adoquín tipo II

UBICACIÓN: CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

SOLICITANTE: Rojas Diaz Yan Keller

TÍTULO: STANDARD. TEST METHOD FOR ABRASION RESISTANCE OF CONCRETE OR MORTAR SURFACE BY THE ROTATING-CUTTER METHOD (Método normalizado para la resistencia a la abrasión del concreto o superficies de mortero mediante el ensayo del rodillo giratorio).

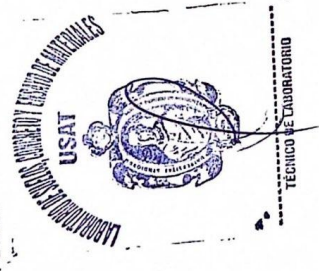
FECHA ENSAYO: jueves, 20 de Junio de 2024

ENSAJO: ABRASIÓN	NORMATIVA: ASTM C994/C944M-12
CODIGO DE EXPEDIENTE: 007-2023/GEOHESA	

MUESTRA	DENOMINACION/ CODIFICACION	E D A D (días)	DATOS DE LA MUESTRA						ABRASIÓN PROMEDIO 3 UNIDADES (%)
			PESO INICIAL (gr)	PESO DEL PRIMER CICLO gr	PESO DEL SEGUNDO CICLO gr	PESO DEL TERCER CICLO gr	DESGASTE (%)	ABRASIÓN (%)	
M-01	MUESTRA PATRON +1.5 % SISAL+ 20% CA	28	2837	2835.00	2833.00	2831.00	0.21%	0.28%	
M-02	MUESTRA PATRON +1.5 % SISAL+ 20% CA	28	2901	2899.00	2896.00	2892.00	0.31%	0.28%	
M-03	MUESTRA PATRON +1.5 % SISAL+ 20% CA	28	2953	2952.00	2948.00	2944.00	0.30%	0.28%	

Jorge Luis Santibáñez Alejandro
 LABORATORISTA

ORLANDO AYO VÁSQUEZ CERQUEIRA
 INGENIERO CIVIL AMBIENTAL
 REG. CIP. 246909



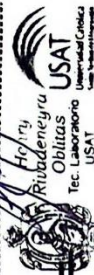
GRUPO GEOHESA E.I.R.L.
 DIRECCIÓN: Tahuantinsuyo N°1570
 Distrito de Chiclayo-Lambayeque
 RUC: 10164934743
 CELULAR: 927569182
 CORREO: Geohesa@grupo.com

Fig. 146. Ensayo de abrasión a la muestra con 1.5% FS + 20%CA (28 días).



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES

GRUPO GEOHESA

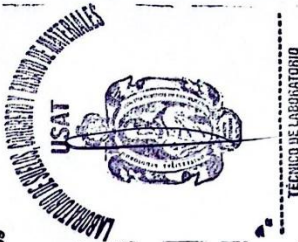


CERTIFICADO DE ENSAYO:	
ABRASIÓN MUESTRA PATRON ADOQUINES DE CONCRETO PREFABRICADO + 1.5% SISAL + 30% CONCHA DE ABANICO	
TESIS: Impacto de las conchas de abanico en presencia de fibras de sisal a las propiedades físico-mecánicas del adoquín tipo II	
UBICACIÓN:	CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE
SOLICITANTE:	Rojas Díaz Yan Keller
TÍTULO:	STANDARD. TEST METHOD FOR ABRASION RESISTANCE OF CONCRETE OR MORTAR SURFACE BY THE ROTATING-CUTTER METHOD (Método normalizado para la resistencia a la abrasión del concreto o superficies de mortero mediante el ensayo del rodillo giratorio).
FECHA ENSAYO:	Jueves, 20 de Junio de 2024
ENSAYO:	ABRASIÓN
NORMATIVA:	ASTM C994/C944M-12
CODIGO DE EXPEDIENTE:	007-2023/GEOHESA

MUESTRA	DENOMINACION/ CODIFICACION	E D A D (días)	DATOS DE LA MUESTRA				ABRASIÓN PROMEDIO 3 UNIDADES (%)
			PESO INICIAL (gr)	PESO DEL PRIMER CICLO (gr)	PESO DEL SEGUNDO CICLO (gr)	PESO DEL TERCER CICLO (gr)	
M-01	MUESTRA PATRON +1.5% SISAL+ 30 % CA	28	3005	3001.00	2997.00	2995.00	0.33%
M-02	MUESTRA PATRON +1.5% SISAL+ 30 % CA	28	2980	2978.00	2975.00	2969.00	0.37%
M-03	MUESTRA PATRON +1.5% SISAL+ 30 % CA	28	3056	3054.00	3049.00	3045.00	0.36%
							0.35%

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES, ARQUITECTURA,
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES
DEL SUR
Jorge Luis Sarratschian Alejandro
LABORATORISTA

OSCAR ALDO HINCHAY CERQUERA
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL
REG. CIP. 246909



GRUPO GEOHESA E.I.R.L.
DIRECCIÓN: Tahuantinsuyo N°1570
Distrito de Chiclayo-Lambayeque
RUC: 10164934743
CELULAR: 927569182
CORREO: Geohesa@grupo.com

Fig. 147. Ensayo de abrasión a la muestra con 1.5% FS + 30%CA (28 días).

LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO AMBIENTAL PERÚ S.A.C

ENSAYOS QUÍMICOS Y SERVICIOS GENERALES RUC:2060355189

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

SOLICITANTE	YAN KEILER ROJAS DÍAZ
TESIS	IMPACTO DE LAS CONCHAS DE ABANICO EN PRESENCIA DE FIBRAS DE SISAL A LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL ADOQUIN TIPO II
MUESTRA	FIBRA DE SISAL
FECHA	8 DE ABRIL DEL 2024

MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO

1. MUESTRA: Fibra de sisal- (10. GR)

Nº DE MUESTRAS	CANTIDAD DE MUESTRA ENSAYADA	PROCEDENCIA
001	500mg	

2. ENSAYOS A APLICAR:

ANALISIS TERMICO DIFERENCIAL AT
ANALISIS TERMOGRAVIMETRICO, TG

3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES

ANALIZADOR TERMICO SIMULTANEO TG- DTA- DSC CAP. MAX 1600°C
SETSYS- EVOLUTION, CUMPLE CON NORMAS ASTM-ISO 11357, ASTM- E967,
ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN
51004, DIN 51007, DIN 53765.

- TASA DE CALENTAMIENTO: 20 °C/MIN
- GAS DE TRABAJO-FLUJO: NITROGENO, 10 ML/MIN
- RANGO DE TRABAJO 25-920°C
- MASA DE MUESTRA ANALIZADA: 35 MG

JEFE DE LABORATORIO: ING. CARLOS VALQUI MENDOZA
ANALISTA RESPONSABLE: ING. CARLOS VALQUI MENDOZA




 Heidy Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT


Fig. 148. Ensayo de caracterización química de la fibra de sisal.

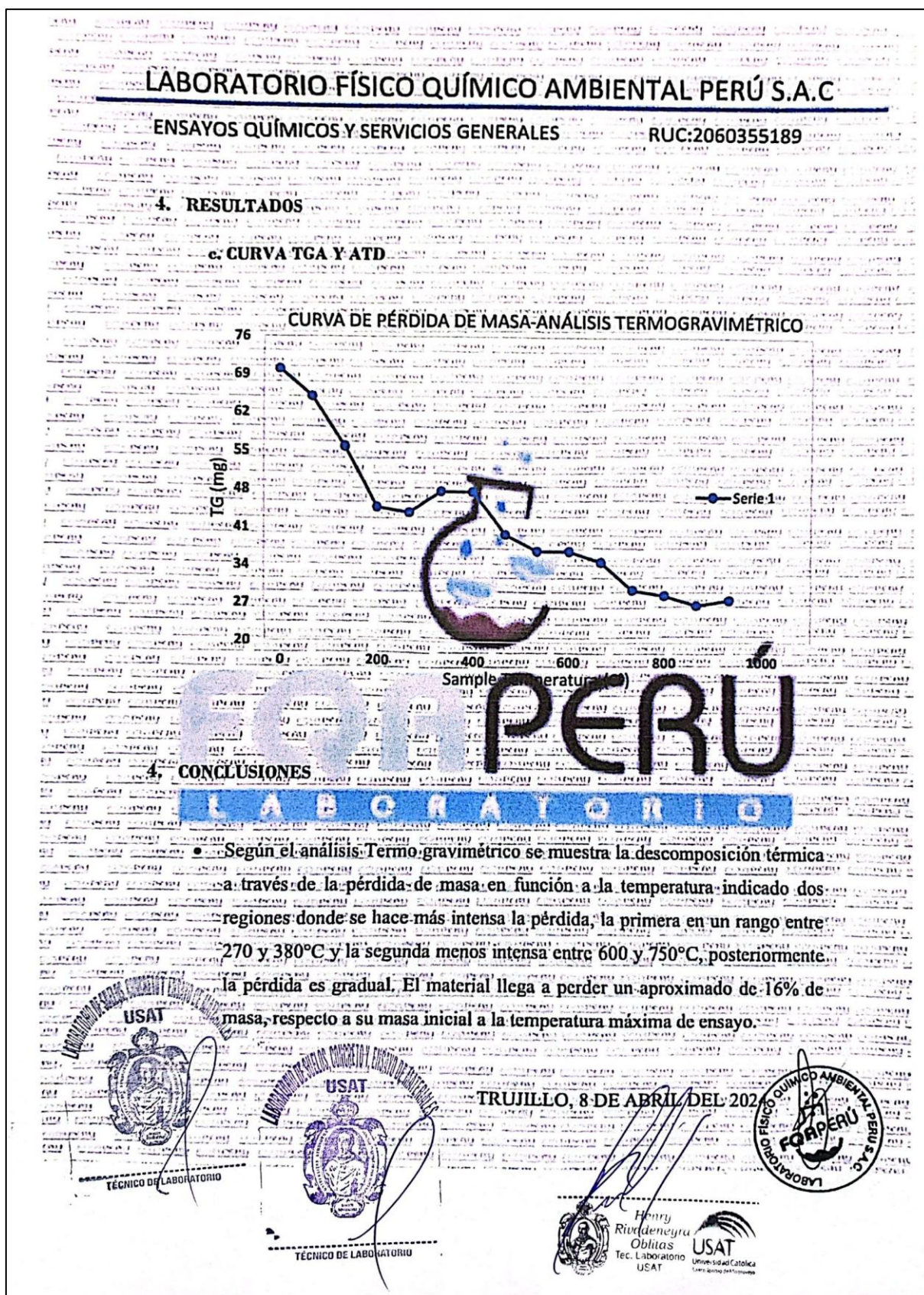


Fig. 149. Ensayo de caracterización química de la fibra de sisal.

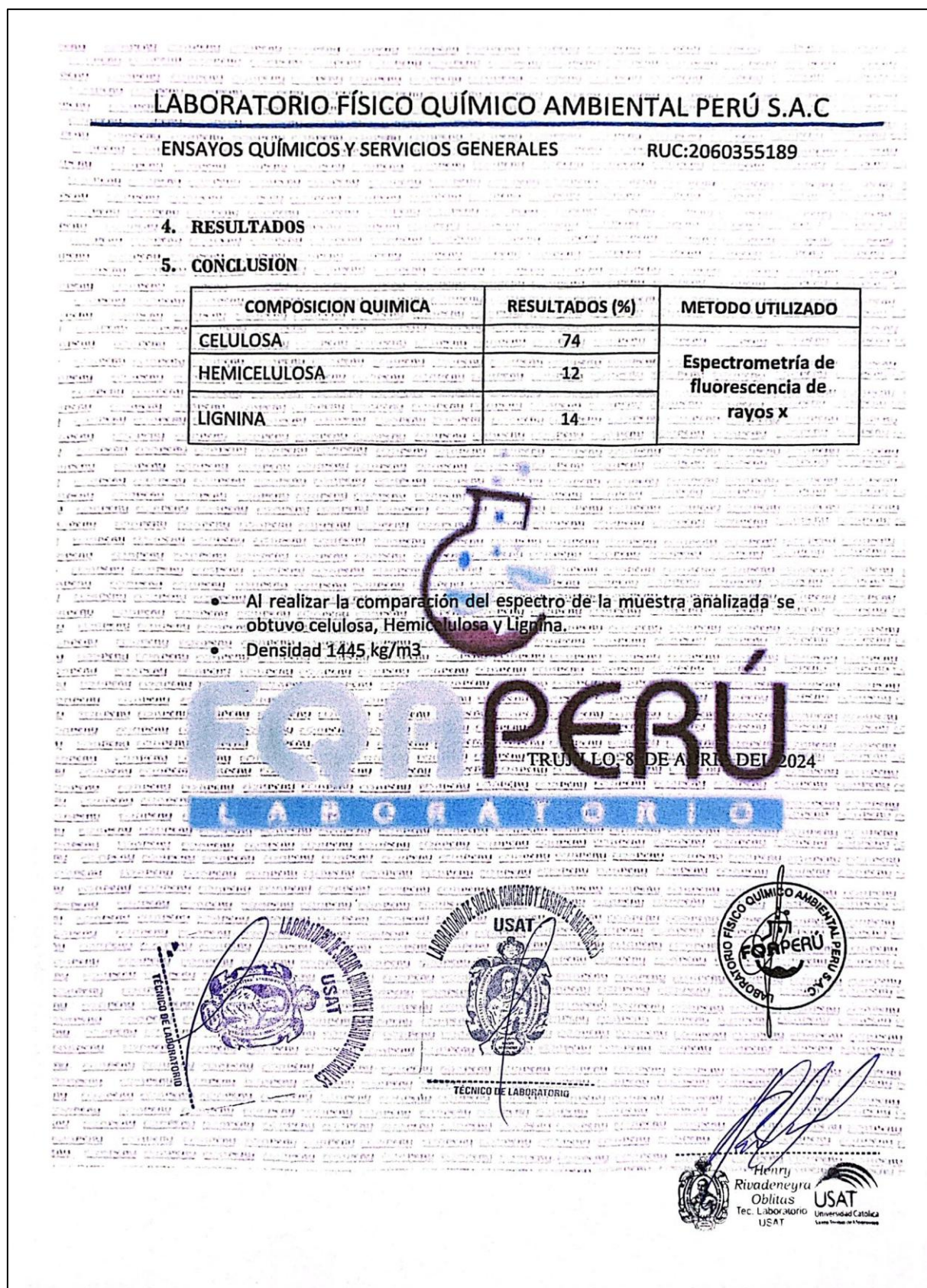


Fig. 151. Ensayo de caracterización química de la fibra de sisal.

LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO AMBIENTAL PERÚ S.A.C

ENSAYOS QUÍMICOS Y SERVICIOS GENERALES RUC:2060355189

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

SOLICITANTE:	YAN KEILER ROJAS DÍAZ
TESIS:	IMPACTO DE LAS CONCHAS DE ABANICO EN PRESENCIA DE FIBRAS DE SISAL A LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL ADOQUIN TIPO II
MUESTRA:	CONCHA DE ABANICO TRITURADO
FECHA:	8 DE ABRIL DEL 2024

MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO

1. - MUESTRA: Concha de abanico triturado (45 GR)

Nº DE MUESTRAS	CANTIDAD DE MUESTRA ENSAYADA	PROCEDENCIA
001	500mg	

2. ENSAYOS A APLICAR:

- ANALISIS TERMICO DIFERENCIAL (DTG)
- ANALISIS TERMOGRAVIMETRICO (TG)

3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES

ANALIZADOR TERMICO SIMULTANEO (TG-DTA-DSC) CAP. MAX 1600°C
 SETSYS: EVOLUTION, CUMPLE CON NORMAS ASTM-ISO 11357; ASTM E967,
 ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN
 51004, DIN 51007, DIN 53765.

TASA DE CALENTAMIENTO: 20 °C/MIN
 GAS DE TRABAJO-FLUJO: NITROGENO, 10 ML/MIN
 RANGO DE TRABAJO 25-920°C.
 MASA DE MUESTRA ANALIZADA: 35 MG

JEFE DE LABORATORIO: ING. CARLOS VALQUI MENDOZA
ANALISTA RESPONSABLE: ING. CARLOS VALQUI MENDOZA
TECNICO DE LABORATORIO:

AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITES - CARBON - CAL

CELULAR: 944 077 288 - 949 959 632 **CORREO ELECTRÓNICO: Fqaperusac@gmail.com**

Henry Riuadeneira Obitas
 Tec. LABORATORIO USAT

Fig. 152. Ensayo de caracterización química de las conchas de abanico.

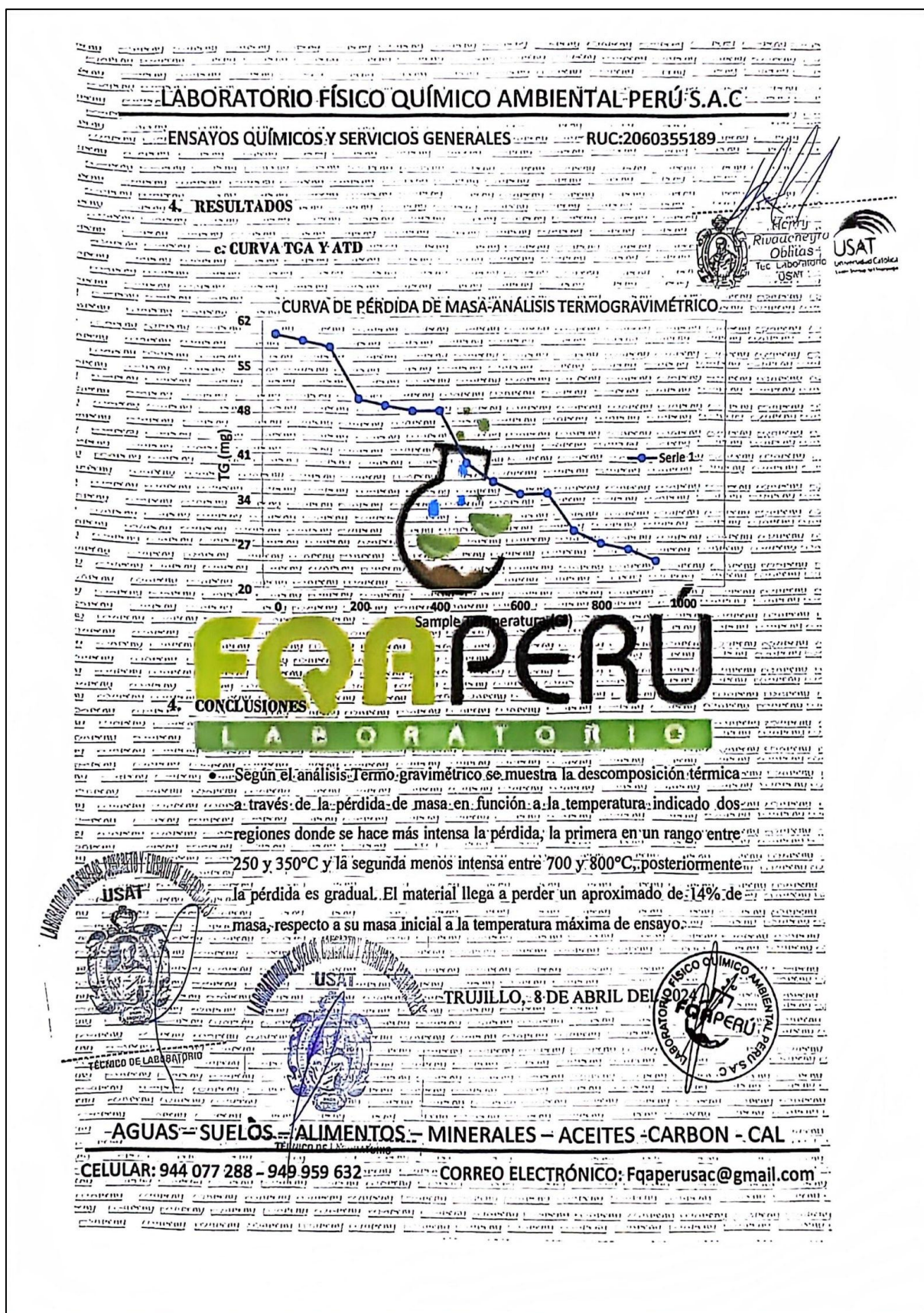


Fig. 153. Ensayo de caracterización química de las conchas de abanico.

LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO AMBIENTAL PERÚ S.A.C

ENSAYOS QUÍMICOS Y SERVICIOS GENERALES RUC:2060355189

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

SOLICITANTE	YAN KEILER ROJAS DÍAZ
TESIS	IMPACTO DE LAS CONCHAS DE ABANICO EN PRESENCIA DE FIBRAS DE SISAL A LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL ADOQUIN TIPO II
MUESTRA	CONCHA DE ABANICO TRITURADO
FECHA	8 DE ABRIL DEL 2024

MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO

1. CONSIDERACIONES EXPERIMENTALES

El análisis se realizó en un espectrómetro de fluorescencia total de rayos x marca BRUKER, MODELO S2-PICOFOX

Fuente de rayos x: Tubo de Mo.

Tiempo de medida: 2000 segundos.

ESTANDAR INTERNACIONAL PARA CUANTIFICACIÓN: Elemento: Galio (Ga)

Concentración: g/l.

2. CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA ANALIZADA

Se analizó 75 mg de la muestra de **CONCHA DE ABANICO TRITURADO**, la cual fue tamizada previamente a malla a 200.

3. METODO

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

JEFE DE LABORATORIO: ING. CARLOS VALQUI MENDOZA

ANALISTA RESPONSABLE: ING. CARLOS VALQUI MENDOZA

AGUAS – SUELOS – ALIMENTOS – MINERALES – ACEITES -CARBON - CAL

CELULAR: 944 077 288 - 949 959 632 CORREO ELECTRÓNICO: Fqaperusac@gmail.com

Fig. 154. Ensayo de caracterización química de las conchas de abanico.

LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO AMBIENTAL PERÚ S.A.C

ENSAYOS QUÍMICOS Y SERVICIOS GENERALES RUC:2060355189

4. RESULTADOS

COMPOSICION QUIMICA	RESULTADOS (%)	METODO UTILIZADO
DIOXIDO DE SILICIO (Si O2)	15.09	Espectrometría de fluorescencia de rayos x
OXIDO DE CALCIO (ca O)	48.91	
TRIOXIDO DE HIERRO (Fe2 O3)	8.13	
OXIDO DE POTASIO (K2 O)	6.85	
OXIDO DE MAGNESIO (Mg O)	3.09	
PENTOXIDO DE FOSFORO (P2O5)	3.56	
OXIDO DE COBRE (Cu O)	2.07	
TRIOXIDO DE AZUFRE (SO 3)	0.28	
OXIDO DE ZINC (Zn O)	3.01	
OXIDO DE MANGANESO (Mn O)	0.09	
PÉRDIDA POR QUÉMADO	11.93	

5. CONCLUSION

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

TRUJILLO, 8 DE ABRIL DE 2024

USAT

LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO AMBIENTAL PERÚ S.A.C

AGUAS – SUELOS – ALIMENTOS – MINERALES – ACEITES – CARBÓN – CAL

CÉLULAR: 944 077 288 – 949 959 632 CORREO ELECTRÓNICO: Fqaperusac@gmail.com

USAT

USAT Universidad Católica

Fig. 155. Ensayo de caracterización química de las conchas de abanico.