



**Universidad  
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**APROVECHAMIENTO DE HOJAS DE MAGUEY EN LA FABRICACIÓN DE  
BLOQUES ECOLÓGICOS COMO ALTERNATIVA A LA CONSTRUCCIÓN DE  
VIVIENDAS ECONÓMICAS**

**AUTORES:**

SAMMY CAROLINA ARIAS GUEVARA  
CAMILA ANDREA TORRENEGRA HERNANDEZ

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y TECNOLÓGICAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA  
VALLEDUPAR – CESAR  
2021**

[www.unicesar.edu.co](http://www.unicesar.edu.co)  
Campus Universitario Sabanas, Of. 105 D. PBX (57) (5) 5848217 EXT. 1129  
Línea de atención al ciudadano 01 8000 400380  
Valledupar Cesar Colombia



**Universidad  
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**APROVECHAMIENTO DE HOJAS DE MAGUEY EN LA FABRICACIÓN DE  
BLOQUES ECOLÓGICOS COMO ALTERNATIVA A LA CONSTRUCCIÓN DE  
VIVIENDAS ECONÓMICAS**

**AUTORES:**

SAMMY CAROLINA ARIAS GUEVARA  
CAMILA ANDREA TORRENEGRA HERNANDEZ

**DIRECTOR:**

EBERTO RAFAEL ORTEGA SINNING

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y TECNOLÓGICAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA  
VALLEDUPAR – CESAR  
2021**

[www.unicesar.edu.co](http://www.unicesar.edu.co)  
Campus Universitario Sabanas, Of. 105 D. PBX (57) (5) 5848217 EXT. 1129  
Línea de atención al ciudadano 01 8000 400380  
Valledupar Cesar Colombia



## **DEDICATORIA**

A Dios, luz de mi vida.

A mi madre, Diana Guevara, el motor de mi vida, mi apoyo incondicional, por todos estos años de sacrificio, por hacer de mí quién soy.

A mi padre, Cevedo Arias, por sus sabios consejos y confianza en mí.

A mis hermanas, mi felicidad infinita.

A todos, los amo con mi vida.

*Sammy Carolina Arias Guevara*

A nuestro Dios, por hacer que todo sea posible en esta vida.

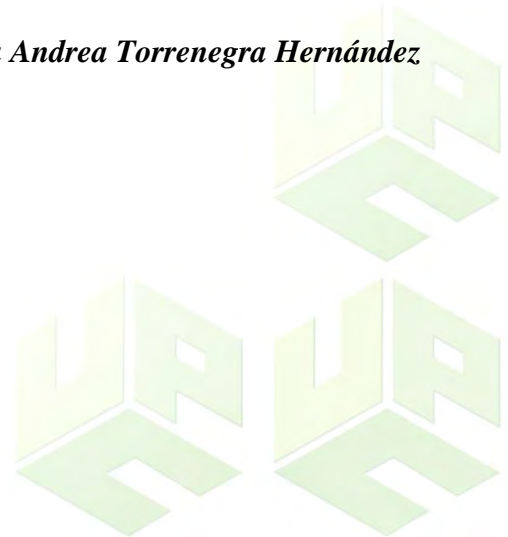
A mis viejos queridos, Ramón Torrenegra y Lourdes Hernández, por sostenerme cuando sentía que no podía avanzar, por ser mi baluarte y demostrarme que todo es posible.

A mi hermano, por ser el motor de mis días.

A mi familia y amigos que me han apoyado durante estos últimos años.

A mí, porque solo yo conozco lo que me ha costado superar las adversidades.

*Camila Andrea Torrenegra Hernández*





## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, por iluminar nuestras vidas en todo momento.

A nuestros padres, por su esfuerzo, sacrificio, amor, comprensión, apoyo incondicional y confianza, en todo momento.

A todos los docentes del programa Ingeniería Ambiental y Sanitaria de la Universidad Popular del Cesar, de manera especial a quienes contribuyeron con el desarrollo de esta investigación.

Al ingeniero Jeffrey Caseres, por sus valiosos aportes, perseverancia, calidad humana y atención al servicio de nuestra investigación.

A Darwin Pava, quién desde el primer momento, puso a nuestro servicio las instalaciones y personal de su fábrica. Asimismo, al personal por su trato amable y que con su gran experiencia hicieron aportes significativos a la investigación.

A nuestros familiares, Rafael Torrenegra y José Narváz, por ser de gran ayuda en el desarrollo de esta investigación.

A los ingenieros, Gabriel Carvajal y Carlos Méndez, por su acompañamiento, sus sabias observaciones y apoyo en el desarrollo de esta investigación.

A la comunidad indígena de Ramalito, por hacer posible el desarrollo de esta investigación, que busco hacer asequible un mejor modo de vida para las familias allí asentadas.

Gracias a todos, por hacer posible culminar satisfactoriamente esta investigación.

***Sammy Arias y Camila Torrenegra***



## RESUMEN

El uso de fibras naturales como refuerzo en el concreto representa una alternativa de desarrollo para materiales de construcción amigables con el medio ambiente. La presente investigación tuvo como objetivo brindar una solución económica a las mejoras en la infraestructura habitacional en la zona del resguardo indígena Kankuamo, fabricando bloques ecológicos de concreto con adición de fibras de maguey. Por tanto, fue necesario aplicar el tipo de investigación correlacional, con nivel de la investigación cuantitativo, realizando un diseño experimental con un solo factor modificable, la adición de fibras. Para esta investigación se fabricaron dos tipos de bloques convencionales de resistencia a la compresión de 8 y 13 MPa; y bloques ecológicos con dosificaciones de fibras al 0.5%, 1.0% y 1.5%, donde se sustituyeron los agregados por las fibras. Los resultados de la investigación sobre la resistencia a la compresión y absorción de agua de los bloques en distintas dosificaciones, indican que las fibras de maguey aportan una mejora en la resistencia a la compresión de los bloques a pequeñas dosificaciones, cumpliendo con los requisitos de absorción de agua de la Norma Técnica Colombiana 4026. Sin embargo, la fabricación de los bloques ecológicos no es económicamente viable, aunque son ambientalmente sostenibles.

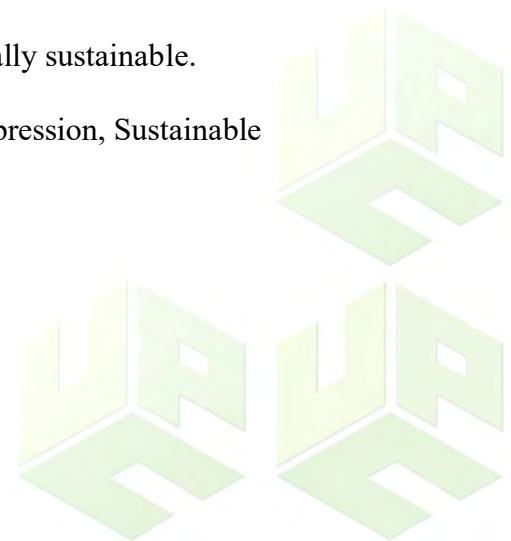
**Palabras clave:** Fibra de maguey, Dosificación, Concreto, Compresión, Sostenible



### ABSTRACT

The use of natural fibers as reinforcement in concrete represents a development alternative for environmentally friendly construction materials. The objective of this research was to provide an economic solution to the best in the housing infrastructure in the area of the Kankuamo indigenous reservation, manufacturing ecological blocks with the addition of maguay fiber. Therefore, it was necessary to apply the type of correlational research, with a quantitative research level, carrying out an experimental design with a single modifiable factor, the addition of fiber. For this research, two types of conventional blocks with a compressive strength of 8 and 13 MPa were manufactured; and ecological blocks with fiber dosages of 0.5%, 1.0% and 1.5%, where the aggregates were replaced by fiber. The results of the research on the resistance to compression and water absorption of the blocks in different dosages, indicate that the maguay fibers provide an improvement in the compressive strength of the blocks at small dosages, complying with the absorption requirements of water of the Colombian Technical Standard 4026. However, the manufacture of ecological blocks is not economically viable, although they are environmentally sustainable.

**Keywords:** Maguay fiber, Dosage, Concrete, Compression, Sustainable





## TABLA DE CONTENIDO

Introducción.....	16
2. Planteamiento del problema .....	18
3. Justificación.....	20
4. Objetivos.....	21
4.1 Objetivo general .....	21
4.2 Objetivos específicos.....	21
5. Marco referencial.....	22
5.1 Antecedentes de la investigación.....	22
5.2 Marco teórico.....	27
5.2.1 Clasificación de las fibras.....	27
5.2.2 Propiedades de las fibras de las hojas de maguey .....	28
5.2.3 Propiedades de los hormigones con fibras naturales .....	29
5.2.4 Bloques huecos fabricados a partir de concreto reforzado con fibras .....	31
5.3 Marco conceptual .....	34
5.4 Marco contextual .....	36
5.5 Marco legal.....	40
6. Marco metodológico.....	42
6.1 Línea y sublínea de investigación.....	42
6.2 Tipo de investigación.....	42
6.3 Nivel de investigación .....	42
6.4 Población de estudio.....	42



6.5	Muestra poblacional .....	43
6.6	Diseño de la investigación .....	43
6.7	Desarrollo metodológico .....	44
6.7.1	Etapa 1. Caracterizar física y químicamente las fibras de las hoja de maguey de la comunidad de Ramalito. ....	44
6.7.2	Etapa 2. Elaborar un bloque ecológico con las dosificaciones apropiadas de fibras de maguey.....	45
6.7.3	Etapa 3. Evaluar la eficiencia de los bloques ecológicos como alternativa de uso sostenible en la construcción de viviendas. ....	55
6.7.4	Etapa 4. Analizar los beneficios y costos del bloque ecológico frente a uno convencional.....	56
7.	Resultados y análisis.....	57
7.1	Caracterizar física y químicamente las fibras de las hoja de maguey de la comunidad de Ramalito .....	57
7.1.1	Caracterización química y física de la fibra .....	58
7.2	Elaborar un bloque ecológico con las dosificaciones apropiadas de fibras de maguey.....	64
7.2.1	Caracterización de los materiales para el diseño de mezcla. ....	64
7.2.1	Diseños de mezcla para bloques de concreto .....	66
7.3	Evaluar la eficiencia de los bloques ecológicos como alternativa de uso sostenible en la construcción de viviendas .....	89
7.3.1	Resistencia promedio a la compresión .....	89
7.3.2	Absorción de agua promedio de los bloques de concreto .....	100
7.3.3	Comparación estadística entre el bloque ecológico y el convencional .....	106
7.3.4	Dosificación óptima para bloques de concreto.....	108
7.3.5	Aportes medioambientales del bloque con adición de fibras .....	109



7.4	Analizar los beneficios y costos del bloque ecológico frente a uno convencional	110
7.4.1	Comparación de bloques de concreto con el mercado local.....	110
7.4.2	Análisis de costos en función a la resistencia del concreto .....	111
8.	Conclusiones.....	118
9.	Recomendaciones .....	120
	Referencias bibliográficas .....	122
	Anexos .....	129





## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía del género agave.....	28
Tabla 2. Materiales para la elaboración de concreto con fibras según ACI. ....	29
Tabla 3. Factores que afectan los concretos reforzados con fibras .....	30
Tabla 4. Legislación ambiental en Colombia. ....	40
Tabla 5. Normas para ensayos técnicos e implementación de materiales de concreto en Colombia. ....	41
Tabla 6. Diseño experimental de la investigación. ....	44
Tabla 7. Asentamientos recomendados para diversos tipos de construcción y sistemas de colocación y compactación.....	46
Tabla 8. Contenido aproximado de aire en el concreto para varios grados de exposición... 48	
Tabla 9. Requerimiento aproximado de agua de mezclado para diferentes asentamientos y tamaños máximos de agregado con partículas de forma angular y textura rugosa, en concreto sin aire incluido.....	48
Tabla 10. Resistencia promedio a la compresión requerida cuando no hay datos disponibles para establecer una desviación estándar de la muestra. ....	49
Tabla 11. Relación entre la resistencia a compresión y algunos valores de la relación a/c. 49	
Tabla 12. Rango granulométrico recomendado para el método gráfico.....	51
Tabla 13. Especímenes para ensayo a compresión.....	55
Tabla 14. Especímenes para ensayo de absorción de agua.....	55
Tabla 15. Resultados de caracterización de fibras de maguey. ....	58
Tabla 16. Diámetro de 100 muestras de fibras de maguey.....	61
Tabla 17. Diámetro promedio de fibras de maguey. ....	62
Tabla 18. Características de los agregados a ser empleados en las mezclas de concreto.....	65
Tabla 19. Resultados de la caracterización granulométrica de los agregados.....	65



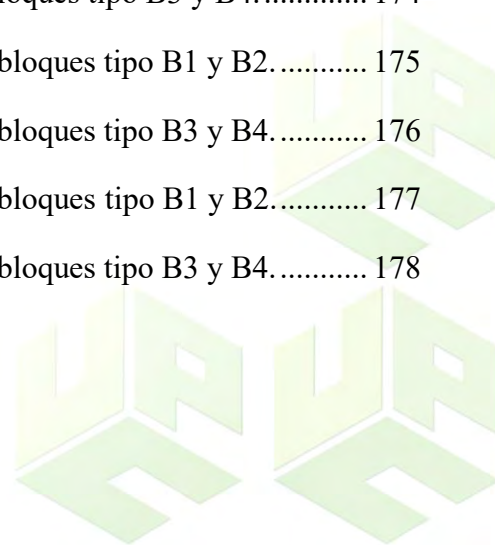
Tabla 20. Verificación de las especificaciones granulométricas de acuerdo a la NTC 174.	69
Tabla 21. Datos necesarios para realizar la gráfica de optimización.....	70
Tabla 22. Proporciones de los materiales de la mezcla en peso seco y volumen para 1 m <sup>3</sup> de concreto para un bloque de alta resistencia – 13 MPa.....	73
Tabla 23. Peso en seco por metro cubico de concreto para los bloques de alta resistencia.	78
Tabla 24. Proporciones de los materiales de la mezcla en peso seco y volumen para 1 m <sup>3</sup> de concreto para un bloque de baja resistencia – 8 MPa.....	83
Tabla 25. Peso en seco por metro cubico de concreto para los bloques de baja resistencia.	88
Tabla 26. Resultados de ensayo a compresión para bloques de alta resistencia. ....	89
Tabla 27. Resultados de ensayo a compresión para bloques de baja resistencia.....	95
Tabla 28. Resultados de ensayo de absorción de agua para bloques de alta resistencia. ...	101
Tabla 29. Resultados de ensayo de absorción de agua para bloques de baja resistencia. ..	104
Tabla 30. Resultados de tratamientos de fibras de maguey para diseño de alta resistencia. 106	
Tabla 31. Resultados de tratamientos de fibras de maguey para diseño de baja resistencia. 107	
Tabla 32. Análisis de varianza unifactorial para diseño de alta resistencia. ....	107
Tabla 33. Análisis de varianza unifactorial para diseño de baja resistencia.....	108
Tabla 34. Proporción de materiales y reducción de materia prima por metro cúbico de concreto. ....	109
Tabla 35. Precios de bloques de concreto en la ciudad de Valledupar.....	110
Tabla 36. Análisis de precios unitarios para bloque tipo A1.....	112
Tabla 37. Análisis de precios unitarios para bloque tipo A2.....	113
Tabla 38. Análisis de precios unitarios para bloque tipo B1.....	114
Tabla 39. Análisis de precios unitarios para bloque tipo B2.....	115



Tabla 40. Precio de la unidad de bloque en función a diferentes porcentajes de adición de fibra y su respectiva resistencia a la compresión a los 28 días.....	116
Tabla 41. Análisis granulométrico, masa unitaria suelta y compacta de agregados. ....	136
Tabla 42. Análisis granulométrico de agregados.....	137
Tabla 43. Porcentaje de humedad del agregado grueso.....	138
Tabla 44. Peso específico del agregado grueso. ....	139
Tabla 45. Análisis granulométrico del agregado fino.....	140
Tabla 46. Masa unitaria compacta del agregado fino. ....	141
Tabla 47. Masa unitaria suelta del agregado fino. ....	142
Tabla 48. Peso específico del agregado fino. ....	143
Tabla 49. Diseño de mezcla de concreto para bloques tipo A1.....	145
Tabla 50. Diseño de mezcla de concreto para bloques tipo A2.....	146
Tabla 51. Diseño de mezcla de concreto para bloques tipo A3.....	147
Tabla 52. Diseño de mezcla de concreto para bloques tipo A4.....	148
Tabla 53. Diseño de mezcla de concreto para bloques tipo B1.....	149
Tabla 54. Diseño de mezcla de concreto para bloques tipo B2.....	150
Tabla 55. Diseño de mezcla de concreto para bloques tipo B3.....	151
Tabla 56. Diseño de mezcla de concreto para bloques tipo B4.....	152
Tabla 57. Resistencia a la compresión a los 7 días de bloques tipo A1 y A2. ....	154
Tabla 58. Resistencia a la compresión a los 7 días de bloques tipo A3 y A4. ....	155
Tabla 59. Resistencia a la compresión a los 14 días de bloques tipo A1 y A2. ....	156
Tabla 60. Resistencia a la compresión a los 14 días de bloques tipo A3 y A4. ....	157
Tabla 61. Resistencia a la compresión a los 28 días de bloques tipo A1 y A2. ....	158



Tabla 62. Resistencia a la compresión a los 28 días de bloques tipo A2 y A3. ....	159
Tabla 63. Resistencia a la compresión a los 7 días de bloques tipo B1 y B2. ....	160
Tabla 64. Resistencia a la compresión a los 7 días de bloques tipo B2 y B3. ....	161
Tabla 65. Resistencia a la compresión a los 14 días de bloques tipo B1 y B2. ....	162
Tabla 66. Resistencia a la compresión a los 14 días de bloques tipo B3 y B4. ....	163
Tabla 67. Resistencia a la compresión a los 28 días de bloques tipo B1 y B2. ....	164
Tabla 68. Resistencia a la compresión a los 28 días de bloques tipo B3 y B4. ....	165
Tabla 69. Porcentaje de absorción de agua a los 7 días de bloques tipo A1 y A2. ....	167
Tabla 70. Porcentaje de absorción de agua a los 7 días de bloques tipo A3 y A4. ....	168
Tabla 71. Porcentaje de absorción de agua a los 14 días de bloques tipo A1 y A2. ....	169
Tabla 72. Porcentaje de absorción de agua a los 14 días de bloques tipo A3 y A4. ....	170
Tabla 73. Porcentaje de absorción de agua a los 28 días de bloques tipo A1 y A2. ....	171
Tabla 74. Porcentaje de absorción de agua a los 28 días de bloques tipo A3 y A4. ....	172
Tabla 75. Porcentaje de absorción de agua a los 7 días de bloques tipo B1 y B2. ....	173
Tabla 76. Porcentaje de absorción de agua a los 7 días de bloques tipo B3 y B4. ....	174
Tabla 77. Porcentaje de absorción de agua a los 14 días de bloques tipo B1 y B2. ....	175
Tabla 78. Porcentaje de absorción de agua a los 14 días de bloques tipo B3 y B4. ....	176
Tabla 79. Porcentaje de absorción de agua a los 28 días de bloques tipo B1 y B2. ....	177
Tabla 80. Porcentaje de absorción de agua a los 28 días de bloques tipo B3 y B4. ....	178



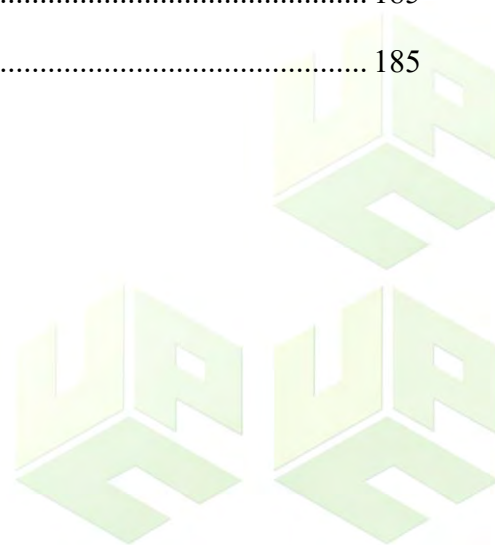


## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Planta de maguey. ....	29
Figura 2. Partes del bloque. ....	31
Figura 3. Localización geográfica del municipio de Valledupar.....	37
Figura 4. Localización geográfica de Ramalito.....	38
Figura 5. Fibras de maguey. ....	57
Figura 6. Bloques de alta resistencia sin adición de fibra ensayados a compresión a la edad de 28 días.....	91
Figura 7. Bloque de alta resistencia con 0.5% de adición de fibra ensayado a compresión a la edad de 28 días.....	92
Figura 8. Bloque de alta resistencia con 0.5% de adición de fibra ensayado a compresión a la edad de 28 días.....	94
Figura 9. Bloque de baja resistencia sin adición de fibra ensayado a compresión. ....	97
Figura 10. Bloque de baja resistencia con 0.5% de adición de fibra ensayado a compresión a la edad de 28 días.....	98
Figura 11. Bloques de concreto sumergidos para ensayo de absorción de agua. ....	103
Figura 12. Tamizado de agregados.....	180
Figura 13. Análisis granulométrico. ....	180
Figura 14. Recolección de datos.....	180
Figura 15. Agregado fino para ensayo de peso específico. ....	180
Figura 16. Verificando humedad de agregado fino. ....	181
Figura 17. Ensayo de masa unitaria compacta para agregado grueso. ....	181
Figura 18. Ensayo de masa unitaria compacta para agregado fino. ....	181
Figura 19. Ensayo peso específico agregado fino. ....	181



Figura 20. Ensayo peso específico agregado grueso. ....	182
Figura 21. Cortado manual de fibras de maguey. ....	182
Figura 22. Proceso de cortado de fibras de maguey. ....	182
Figura 23. Materiales para fabricación de bloques. ....	182
Figura 24. Limpieza de equipos para fabricación de bloques. ....	183
Figura 25. Mezclado de materiales del concreto. ....	183
Figura 26. Adición manual de fibras de maguey. ....	183
Figura 27. Bloques de concreto al finalizar el proceso de fabricación. ....	183
Figura 28. Bloque de concreto tipo A1. ....	184
Figura 29. Bloque de concreto tipo A2. ....	184
Figura 30. Bloque de concreto tipo A3. ....	184
Figura 31. Bloque de concreto tipo A4. ....	184
Figura 32. Bloque de concreto tipo B1. ....	185
Figura 33. Bloque de concreto tipo B2. ....	185
Figura 34. Bloque de concreto tipo B3. ....	185
Figura 35. Bloque de concreto tipo B4. ....	185





## LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Análisis granulométrico para agregado grueso y comparación con NTC 174 ...	69
Gráfica 2. Análisis granulométrico para agregado fino y comparación con NTC 174. ....	70
Gráfica 3. Optimización granulometría por método gráfico RNL. ....	71
Gráfica 4. Consolidado de los promedios de ensayos a compresión a diferentes edades y porcentajes de adición de fibras para bloques de alta resistencia. ....	90
Gráfica 5. Consolidado de los promedios de ensayos a compresión a diferentes edades y porcentajes de adición de fibras para bloques de baja resistencia. ....	96
Gráfica 6. Consolidado de los promedios de ensayos a compresión a la edad de 28 días y diferentes porcentajes de adición de fibras para bloques de alta y baja resistencia. ....	99
Gráfica 7. Porcentaje de absorción de agua para bloques de alta resistencia a distintas edades. ....	102
Gráfica 8. Porcentaje de absorción de agua para bloques de baja resistencia a distintas edades. ....	105
Gráfica 9. Costos de fabricación por unidad de los diferentes tipos de bloque y su respectiva resistencia a la compresión a los 28 días. ....	117





### LISTA DE ANEXOS

Anexo I. Resultados caracterización de fibras de maguey .....	130
Anexo II. Ficha técnica del cemento estructural MAX .....	132
Anexo III. Resultados caracterización de agregados.....	135
Anexo IV. Diseño de mezclas de concreto.....	144
Anexo V. Resultados ensayos de resistencia a la compresión .....	153
Anexo VI. Resultados ensayos de absorción de agua .....	166
Anexo VII. Panel fotográfico .....	179



## INTRODUCCIÓN

El uso de recursos naturales renovables en las diversas actividades antropogénicas, es uno de los temas más considerados actualmente debido a la creciente preocupación por los temas de la agenda ambiental de desarrollo sostenible de la Organización de las Naciones Unidas (CEPAL, 2019). En el sector de la construcción los materiales son un insumo de gran demanda, el bloque de concreto es un elemento que está sustituyendo a otros materiales como el ladrillo o el adobe. Su popularidad ha crecido actualmente debido a las ventajas acústicas y térmicas, así como su bajo costo.

Diversas fibras se han utilizado como refuerzo de materiales a lo largo de la historia. En el concreto, especialmente con aquellas minerales se han obtenido resultados positivos en cuanto a propiedades mecánicas. Sin embargo, tienen efectos secundarios como los impactos ambientales que genera su extracción y para casos como el asbesto, se ha demostrado su incidencia en diversas enfermedades (Carbonell, 2017). Por su parte, estudios han probado que las fibras de origen natural son excelentes alternativas para mejorar las propiedades del concreto (Juárez, 2002; Pajares, 2015; Zambrano, 2016).

Las fibras naturales requieren menos energía en el proceso de extracción y su amplia disponibilidad sobre todo en países en desarrollo (Swamy, 1990, como se citó en Juárez, 2002), hacen de ellas una alternativa atractiva. El maguey es una fibra de origen natural con gran disponibilidad en el Resguardo Indígena Kankuamo en el municipio de Valledupar. Por lo tanto, es asequible a la población y de bajo costo.



**Universidad  
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL Y SANITARIA**



En Colombia, 18.2 millones de personas no tienen vivienda digna (Dinero, 2020) y de acuerdo a datos del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) actualmente se necesitan más viviendas debido al aumento del número hogares. Por ello se buscan alternativas de solución, como los bloques de concreto fibroreforzados para su uso en la construcción, y así poder satisfacer la necesidad de una vivienda segura, económica y sostenible.



## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las fibras minerales de asbesto fueron usadas a gran escala en una matriz de cemento por la industria constructiva (Juárez, 2002). Sin embargo, se ha comprobado que el asbesto es el causante de enfermedades desde benignas muy leves hasta de índole mortal, entre las que se encuentran la asbestosis pulmonar, la fibrosis difusa, cáncer primario de pulmón, cáncer gastrointestinal y cáncer de laringe (Carbonell, 2017), por ende, su aplicación fue prohibida en varios países, en los que se incluye Colombia (Greenpeace, 2019). Debido a esto se busca sustituir el asbesto por fibras de otros materiales que resulten ser una alternativa viable. Las fibras más comunes son las fibras de acero, vidrio y las derivadas de hidrocarburos, las cuales causan impactos ecológicos negativos, debido a los residuos en su fabricación, y el alto consumo energético que requiere su producción.

Asimismo, se requiere gran cantidad de energía para producir cemento a temperaturas de hasta 1.400 °C, lo cual genera emisiones de contaminantes primarios y gases de efecto invernadero. Según la Asociación Europea del Cemento (Cembureau), por cada tonelada de material se libera, como mínimo, media tonelada de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Aunque en la actualidad es usual escuchar sobre cemento verde, concretos como material sostenible y materiales compuestos avanzados, los países pobres y en vía de desarrollo, no suelen contar con la tecnología y recursos para generar este tipo de materiales.

De acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas (ONU, 2018), una significativa parte del mundo no tiene acceso a una vivienda digna. Se piensa que alrededor de unos 1600 millones de personas se alojan en viviendas inadecuadas y cerca de 900 lo hacen en



asentamientos informales tanto en países de pocos recursos como en las naciones con mayores ingresos. En Colombia, 18,2 millones de personas no tienen vivienda digna (Dinero, 2020). De acuerdo a Juan Daniel Oviedo, director del DANE, en el país hoy hay más hogares, aunque de menor tamaño, lo que implica que se requieren más viviendas.

Aunque el departamento del Cesar no se encuentra entre los más afectados, el municipio de Valledupar cuenta con un déficit de vivienda habitacional total de 42,35% a corte 2018, de acuerdo a cifras del DANE. Ramalito es una comunidad del Resguardo indígena Kankuamo, ubicado en la zona norte del municipio de Valledupar, en donde se evidencia la carencia de viviendas con una buena infraestructura, fabricadas artesanalmente de tierra cruda y madera, estructuras que no brindan seguridad, ni bienestar a sus habitantes dando paso a ausencia de condiciones que aseguren una vida digna. Además de aportar a la crítica situación ambiental por la que atraviesa el resguardo, que se percibe con la pérdida de suelo, la erosión, deforestación de franjas de bosque y desaparición de los arroyos (Arias, 2011).

Dada la problemática y con el fin de generar una alternativa viable, se generan algunas preguntas de investigación:

¿Cuál dosificación de fibras de maguey mejora significativamente las propiedades mecánicas del concreto? ¿Es económicamente viable el uso de las fibras para la construcción de un bloque ecológico frente a uno convencional?



### **3. JUSTIFICACIÓN**

A través del presente proyecto se pretende fomentar construcciones de viviendas de bajo costo por medio del aprovechamiento de fibras de la planta de maguey. Las fibras de origen vegetal son de menor costo en comparación a otro tipo de fibras, y por ende tienen mayor asequibilidad a población de menores ingresos; también en su proceso de extracción requiere mucha menos energía, aun siendo un proceso mecánico, y en este caso se trata de un recurso natural renovable.

Se pretende que las fibras de maguey aumenten las propiedades mecánicas del concreto con el propósito de disminuir la proporción de material virgen a utilizar en la mezcla. Cabe resaltar que el cemento es el material más costoso en la mezcla tradicional para la elaboración de bloques de concreto, por lo tanto, al disminuir su proporción, este proyecto no solo busca generar beneficios al medio ambiente, sino que también busca generar un aporte social con la utilización de fibras naturales en la mezcla de concreto y dicha alternativa puede verse reflejada en los costos de una vivienda y así convertirse en una oportunidad para poblaciones de escasos recursos.

Por ello, este estudio pretende aprovechar las hojas de la planta de maguey, abundante en la comunidad indígena de Ramalito, esto con el fin de aumentar las propiedades mecánicas del concreto en la elaboración de bloques ecológicos, proponiendo una investigación donde se estudien los beneficios de la fibra de maguey en la elaboración de estos bloques, y su uso para la construcción de viviendas de bajo costo, de este modo demostrar que las fibras de maguey es un gran aliado para el concreto.



## 4. OBJETIVOS

### 4.1 Objetivo general

Aprovechar fibras de la hoja de maguey en la fabricación de bloques ecológicos como alternativa a la construcción de viviendas económicas en Ramalito, Valledupar, Cesar.

### 4.2 Objetivos específicos

- Caracterizar física y químicamente las fibras de la hoja de maguey de la comunidad de Ramalito.
- Elaborar un bloque ecológico con las dosificaciones apropiadas de fibras de maguey.
- Evaluar la eficiencia de los bloques ecológicos como alternativa de uso sostenible en la construcción de viviendas.
- Analizar los beneficios y costos del bloque ecológico frente a uno convencional.





## 5. MARCO REFERENCIAL

### 5.1 Antecedentes de la investigación

Zambrano Ana (2016), adelantó la investigación titulada *estudio de las características físico-mecánicas de bloques de hormigón con fibra de cabuya* en Quito, Ecuador; para optar el título de ingeniero civil en la Universidad Central del Ecuador. La presente investigación estudia bloques de hormigón elaborados con una mezcla de fibras de cabuya ligado con cemento portland, agua y agregados comercializados en la provincia de Imbabura, los resultados obtenidos fueron comparados con bloques convencionales, con el objeto de determinar si estos son económicamente sustentables y cumplen con la normativa vigente en el medio local. Etapa 1: se establecieron las concentraciones de fibras en el hormigón fueron de 0; 3,3; 6,6 y 9,9% del peso de cemento empleado en la mezcla, proporciones que se tomaron con el fin de poder observar el comportamiento de los bloques fabricados. Etapa 2: el diseño de las mezclas y la fabricación de los bloques. Etapa 3: se realizaron las pruebas de laboratorio y los resultados de los ensayos evidenciaron que la adición de estas fibras en proporciones determinadas aumenta la resistencia a tensión diametral, a flexión y la resistencia a compresión en bloques de hormigón, mientras que la resistencia al impacto muestra un incremento a mayores concentraciones de fibras. Particularmente de este proyecto se van a tomar de referencia las pruebas de laboratorio efectuadas a los bloques de hormigón.

Cabo María (2011), desarrolló la investigación titulada *ladrillo ecológico como material sostenible para la construcción* en Navarra, España para optar el título de Ingeniera



agrícola en explotaciones agropecuarias en la Universidad Pública de Navarra. En la investigación se plantea la realización de un nuevo material constructivo, denominado ecoladrillo, inspirado en el tradicional adobe y que sustituye al ladrillo convencional cocido. Para ello se emplea un suelo marginal no empleado hasta el momento para la fabricación de ladrillos. Como aditivos comerciales se emplean el cemento para la realización de las combinaciones de referencia y cal hidráulica. Como aditivo resistente se utilizan las cenizas de cáscaras de arroz y como aditivo estructurante las cascarillas también de arroz. La adición de estos dos últimos aditivos residuales supone la reducción de un gran impacto medioambiental ya que las cenizas procedentes de la biomasa generada por la combustión de los restos de la cosecha del arroz, permanecen por millones de toneladas en vertederos. Se llevó a cabo en 4 etapas experimentales según se ha ido añadiendo un nuevo aditivo a la muestra. Etapa 1: Para la caracterización de cada combinación propuesta en cada fase, se han ejecutado el ensayo de resistencia a compresión simple, el ensayo de absorción y el ensayo de heladicidad. Etapa 2: se ha realizado un seguimiento de las pérdidas de peso que se producen durante el tiempo de curado y las pérdidas de resistencia que se ocasionan tras inmersión y tras los ciclos de hielo/deshielo. Todas las combinaciones estudiadas se han realizado a tres niveles de compactación relativamente bajos (1, 5 y 10 MPa). No obstante, se descarta la realización de estos ladrillos a 1 MPa, sobre todo, porque la estructura de los mismos es excesivamente abierta. Etapa 3: se han descartado las combinaciones a 5 MPa ya que, al contrario de lo que se observa a 10 MPa, no se producen mejoras significativas. Etapa 4: los resultados obtenidos son totalmente satisfactorios. La cal hidráulica natural es un



aditivo sostenible y con capacidad de desarrollar resistencia. Además, combinando la cal con el resto de aditivos las diferencias con la combinación de referencia, realizada con cemento, son mínimas. Las cenizas de cáscara de arroz suponen un gran aditivo que potencia a más del doble la resistencia de la muestra con cenizas que sin ellas, demostrando así que favorecen notablemente el desarrollo de las reacciones puzolánicas. Las cascarillas de arroz disminuyen en más de un 10% la densidad de la combinación con únicamente aditivo comercial. Para la presente investigación se destaca el uso de fibras vegetales en el adobe tradicional y además el análisis de los resultados es apto para pilotar el proyecto.

Bohórquez Jonny (2011), desarrolló la investigación titulada *Uso de materiales alternativos para mejorar las propiedades mecánicas del concreto (fibra de fique)* para obtener el título de ingeniero civil en la Universidad La Gran Colombia. La investigación se dividió en dos fases, en la fase 1 tuvo como objetivo recolectar la información documental, incluyendo antecedentes e información secundaria; en la fase 2 se elaboró la mezcla de concreto, obteniendo así los resultados, su análisis y posteriores conclusiones. Los productos de esta investigación fueron especímenes de concreto con adición fibras de fique del 1,0% y 1,5% del volumen total de la mezcla. Los resultados de esta investigación fueron en cuanto a resistencia a la flexión que la adición de fibras de fique aumenta está a un porcentaje mayor, y que a mayor proporción de fibra (1,5%) se obtienen mejores resultados; en cuanto a resistencia la compresión, esta se ve disminuida al agregar las fibras de fique en los dos porcentajes, y en especial el 1,0%. Esta investigación aporta directamente al presente estudio

siendo una guía necesaria para la dosificación empleada en el diseño, con la espera de obtener un bloque que cumpla con la normativa en cuanto a las propiedades mecánicas.

De La Torre Andrés (2009), se dedicó a elaborar el proyecto que tiene como título *Fabricación de ladrillos ecológicos a partir de residuos de palma africana (“Elaeis quineensis”) en combinación con fibras vegetales* como requisito para obtener el título de Ingeniero Agroindustrial en la Universidad de las Américas. De la Torre desarrolló la investigación como alternativa ecológica en la fabricación de ladrillos aprovechando residuos de origen vegetal, principalmente la palma africana. Se dividió en seis etapas, en la etapa 1 se hizo una recopilación bibliográfica de trabajos similares en busca de obtener ladrillos con residuos vegetales e industriales; en la etapa 2 se caracterizan los materiales y equipos a utilizar durante el desarrollo del proyecto así como también el sistema de producción; para la etapa 3 se diseña, fabrica y analizan un total de 23 prototipos que se clasificaron en 6 modelos, con 4 submodelos cada uno; la etapa 4 corresponde a la fabricación de los ladrillos en la planta piloto, donde se obtuvieron los prototipos que fueron analizados; en la etapa 5 se analizaron todas las pruebas a los prototipos seleccionados y se escogió el submodelo adecuado para la fabricación industrial; para la última etapa se hizo un análisis económico para la producción industrial del prototipo a base de cuesco y fibra de palma africana. Los productos de esta investigación fueron seis modelos de ladrillos, los cuales fueron 23 submodelos de ladrillos ecológicos a base de residuos de palma africana en combinación con otras fibras vegetales. Los resultados de la investigación fueron que en combinación con el cemento, los residuos de palma africana como es cuesco y la fibra son aptos para la



fabricación de ladrillos ecológicos; siendo el submodelo B4 el único aprobado, al presentar un aumento en la resistencia a la compresión, cumpliendo así con la norma ecuatoriana de 3 Pc/cm<sup>2</sup>; disminuyendo hasta un 33,23% su peso en comparación al convencional, siendo resistente a temperaturas de congelación de hasta -15°C y con un costo inferior en comparación de los convencionales. El aporte directo al presente estudio es la planificación con la que se llevó a cabo el proyecto descrito anteriormente, se consolida una importante guía para el presente estudio.

Juárez Cesar (2002), desarrolló la investigación titulada *Concretos base cemento Portland reforzados con fibras naturales (Agave Lecheguilla), como materiales para construcción en México*, en la Universidad Autónoma de Nuevo León, con la finalidad de obtener el título de Doctor en Ingeniería con especialidad en materiales. Esta investigación se llevó a cabo en seis etapas, estas fueron: Etapa 1: en esta fase de la investigación, el autor desarrolló la caracterización de la fibra. Etapa 2: en segunda instancia el autor elaboró ensayos que permitieran determinar la durabilidad de la fibra. Etapa 3: en esta el autor llevó a cabo los ensayos mecánicos en el concreto con fibras. Etapa 4: se evaluó la durabilidad del concreto con fibras, mediante ensayos. Etapa 5: se analiza la interacción entre la fibra y la matriz de cemento. Etapa 6: por último, se fabricaron elementos constructivos. El producto de esta investigación es un material compuesto a base de concreto y fibras naturales de lechuguilla con propiedades mecánicas adecuadas para ser utilizado como elemento constructivo. Los resultados de la investigación fueron resistencias última a la tensión y su flexibilidad óptimas para las fibras, siendo viabilidad para su uso como posible refuerzo para



concreto; el tratamiento con parafina resultó ser el mejor en cuanto a durabilidad; la fibra permite un comportamiento dúctil del concreto después del agrietamiento de la matriz; no hay afectaciones en el concreto con fibras, ante el ambiente estable sin cambios de humedad y temperatura; la resistencia inicial del concreto con fibras disminuye cuando se expone tanto a ciclos de humedecimiento y secado, como a los ambientes agresivos de cloruros y sulfatos; el concreto con ceniza volante reforzado con fibras tratadas con parafina, es viable para fabricar elementos constructivos resistentes al ambiente natural. Los aportes directos al presente estudio son la metodología desarrollada en la etapa 1, para llevar a cabo la caracterización de la fibra. Esta investigación es necesaria porque es un estudio pionero debido a que aporta nuevas tecnologías más amigables y asequibles en cuanto a fabricación de elementos constructivos y, aporta gran variedad de información documental en la relación al tema de estudio.

## **5.2 Marco teórico**

### **5.2.1 Clasificación de las fibras**

Es posible clasificar las fibras según su origen en naturales, minerales y antropogénicas. Las fibras naturales ya sean de origen animal o vegetal anteriormente eran usadas de forma empírica para reforzar el concreto (ACI, 1998, como se citó en Juárez, 2002). Sin embargo, hace algunos años, las que se aplicaban principalmente eran las minerales, como el asbesto y en la actualidad, aquellas que ha fabricado el ser humano, como acero y cerámicas.



Las fibras de origen natural poseen grandes beneficios, entre estos se tiene que es un recurso renovable por eso su abundancia en diversos países, además resultan sustentables económicamente y pueden usarse tanto sin un tratamiento previo como también ser procesadas con la finalidad de enriquecer sus propiedades mecánicas. Se pueden derivar fibras naturales vegetales del tallo, de las hojas o incluso de la fruta y/o de su cáscara, pero no todas las plantas cuentan con propiedades para emplearlas como refuerzo en el concreto.

### **5.2.2 Propiedades de las fibras de las hojas de maguey**

El agave o maguey pertenece al género de plantas monocotiledóneas y a la familia *agavacea*, generalmente son suculentas y perenne. El agave suele ser utilizado como materia prima para alimentos, bebidas y las fibras de sus hojas son utilizadas en tejidos, mochilas, entre otros.

#### **Tabla 1.**

*Taxonomía del género agave.*

<b>Reino</b>	<i>Plantae</i>
<b>Subreino</b>	<i>Tracheobionta</i>
<b>División</b>	<i>Magnoliophyta</i>
<b>Clase</b>	<i>Liliopsida</i>
<b>Subclase</b>	<i>Liliidae</i>
<b>Orden</b>	<i>Liliales</i>
<b>Familia</b>	<i>Agavacene</i>
<b>Género</b>	<i>Agave</i>

*Nota.* Descripción botánica según la propuesta de *Conabio* (2006) la taxonomía del género agave en la familia Agavaceae. Tomado de *Verduzco*, 2008.

**Figura 1.**

*Planta de maguey.*



Fuente: LiderazgoJoven.com, s.f.

### **5.2.3 Propiedades de los hormigones con fibras naturales**

El concreto de base cemento portland reforzado con fibras naturales según el Instituto Americano del Concreto, está compuesto de los siguientes materiales:

**Tabla 2.**

*Materiales para la elaboración de concreto con fibras según ACI.*

<b>Cemento portland</b>	Se recomienda que cumpla con las normas ASTM C 150 o 595 o las equivalentes. Puede ser utilizado el ordinario (CPO), el compuesto (CPC) o los cementos con mayor contenido de silicato tricálcico (SiCa3) y aluminato tricálcico (AlCa3) que reducen el efecto retardante del fraguado producido por la glucosa presente en las fibras.
<b>Agregados</b>	Es recomendable que cumpla con la norma ASTM C 33 o su equivalente. Normalmente el concreto reforzado con fibras se fabrica con tamaños de agregado menores a 4.75 mm.



<b>Agua y aditivos</b>	El agua a utilizar deberá ser potable, se pueden agregar aditivos acelerantes para disminuir la influencia de la glucosa, aditivos fluidificantes para mejorar la trabajabilidad de la mezcla o también fungicidas para prevenir el ataque de bacterias y hongos.
<b>Fibras vegetales</b>	No puede generalizarse el contenido ni los tamaños, ya que cada tipo tiene sus valores idóneos. Se recomienda que estén libres de carbohidratos y sin señales aparentes de ataque de microorganismos.

*Nota.* El comité 544 de ACI, 1998, define los materiales del concreto base cemento portland reforzado con fibras no naturales no procesadas o simplemente fibras naturales. Tomado de Juárez, 2002.

En la tabla 3 se mencionan y describen los diversos factores que afectan las propiedades del concreto reforzado con fibra.

**Tabla 3.**

*Factores que afectan los concretos reforzados con fibras*

<b>Tipo de fibra</b>	La planta escogida para la extracción de la fibra.
<b>Geometría de la fibra</b>	Longitud, diámetro, sección transversal, anillos y puntas.
<b>Conformación de la fibra</b>	Monofilamento, multifilamentos, rizado, trenzado y nudos simples.
<b>Condiciones superficiales</b>	Hongos, recubrimientos, exposiciones ambientales.
<b>Propiedades de la matriz</b>	Tipo de cemento, tipo de agregados y su granulometría, el uso de aditivos.
<b>Diseño de la mezcla</b>	Contenido de agua, relación agua/cemento, manejabilidad y proporciones de la fibra.
<b>Método de mezclado</b>	Tipo de mezcladora, secuencia a la hora de agregar los materiales, método de agregar las fibras.
<b>Método de compactación</b>	Vibración convencional, por presión y por impacto.
<b>Técnica de colado</b>	Colado convencional, lanzado o por extrusión.
<b>Método de curado</b>	Convencional o métodos especiales.

Fuente: Juárez, 2002.



#### **5.2.4 Bloques huecos fabricados a partir de concreto reforzado con fibras**

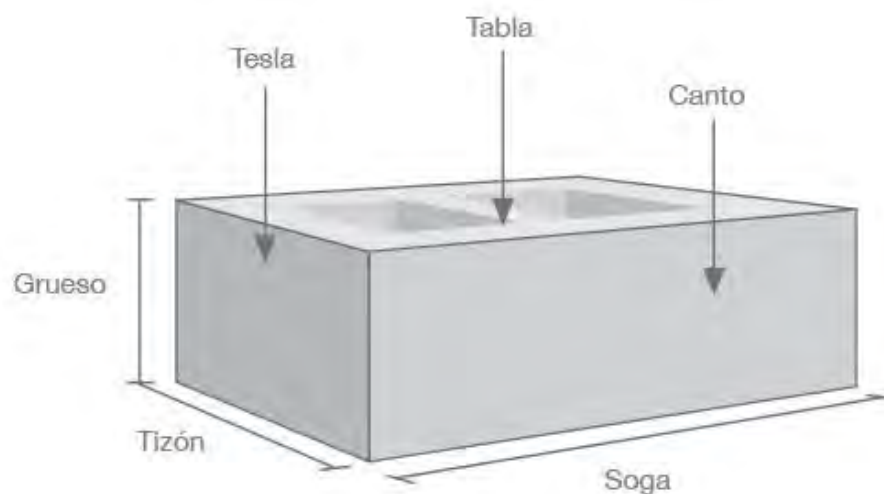
Un bloque o una unidad de mampostería de perforación vertical es un elemento constructivo prefabricado con concreto, en forma de prisma recto y con perforaciones en su sección transversal que generalmente superan 25% de su área total. Su uso generalmente es para muros en la elaboración de mampostería y determina en gran medida las características mecánicas y la forma de la mampostería (Herrera & Madrid, 2000).

##### **5.2.4.1 Partes de un bloque**

Con el propósito de estandarizar los tipos de bloques a cada parte se le ha asignado un nombre. Sin embargo, estos nombres pueden cambiar según la ubicación, por el léxico que se use para la construcción.

#### **Figura 2.**

*Partes del bloque.*



Fuente: Comercializadora Big Mat. s.f.



#### **5.2.4.2 *Uso de los bloques***

El bloque se ha convertido en la unidad de preferencia al momento de realizar la construcción de mamposterías estructurales por la posibilidad que tiene de reforzar el muro en los dos sentidos de su plano, colocando barras en las celdas que conforman las perforaciones, alambres en sus juntas o barras en vigas horizontales (Daza, 2004).

#### **5.2.4.3 *Fabricación***

De acuerdo a Prefabricados CONCRETODO, s.f., el proceso de fabricación de bloques o ladrillos de concreto inicia con la selección del equipo de producción y el proceso de curado, almacenamiento y despacho según la escala, tecnología y costos respecto al proyecto que se va a realizar. Seguidamente, viene la elección de los agregados de buena calidad, limpios y con la granulometría indicada según las dimensiones de los bloques y la resistencia y textura planificada. Además, es necesario escoger el resto de materiales a utilizar como el cemento, según sus características de resistencia, resistencia final y tonalidad; los aditivos, a partir de sus características y compatibilidad con los cementos escogidos, y los pigmentos, según la forma de embalaje, en este caso las fibras a usar y la forma de incorporación a la mezcla.

Es supremamente importante formular dosificaciones de todos los materiales y la cantidad de agua, de acuerdo a las características esperadas en el producto terminado. Lo anterior se realiza con base en experiencias previas, no es recomendable encargar una dosificación de mezclas convencional para concreto estructural.



Los agregados y en este caso las fibras se deben introducir a la mezcladora en las cantidades previamente calculadas, siguiendo la secuencia según el tipo de producto esperado, luego se adiciona la cantidad de agua requerida según la humedad de los agregados, luego el o los cementos a utilizar.

Los aditivos se suelen adicionar en forma líquida en la mezcladora, mezclados con el agua o incorporando parte de esta. Los colorantes se deben adicionar en polvo o en gránulos directamente en la mezcladora o en suspensión, también incorporando parte del agua calculada. Según los bloques se sigue un proceso de mezclado diferente, tanto en secuencia como en duración, hasta obtener el concreto humedecido deseado que debe ser homogéneo en composición y color.

Seguidamente, la mezcla pasa a una máquina vibro compresora, en la que las unidades de bloques se moldean con vibración y compresión en los moldes seleccionados de dimensiones conocidas. En las máquinas fijas, los bloques salen en bandejas de acero o madera, las cuales posteriormente se someten a curado, En las máquinas ponedoras, las unidades de bloques se ubican en el piso o bien sea sobre capas anteriores de bloques y se curan en el sitio o se trasladan al sitio de curado. Para el curado se emplean distintos métodos como vapor en cámaras a baja presión, vapor en autoclave o microaspersión de agua, en cámaras o riego de agua al aire libre.

El curado inicial en cámaras se extiende hasta 24 horas, las unidades salen secas y se agrupan sobre estibas, conformando cubos, los cuales se forran con láminas de plástico y se lleva a las bodegas de almacenamiento con un control de humedad. En el curado por riego



de agua en espacios abiertos, las unidades se dejan sobre las bandejas hasta que fragüen luego se forman los cubos, se almacenan en arrumes y continúa su curado hasta siete días cuando los bloques alcancen la resistencia adecuada y se empacan para su despacho sin control de humedad.

### 5.3 Marco conceptual

**Adobe.** Material arcilloso con el cual se pueden producir tabiques, recubrimiento y morteros; su composición física se da a partir de suelos arcillosos, limos, arenas y agregados pétreos menores de 4.75 mm, así como fibras naturales y otros productos (Roux, 2010).

**Absorción de agua.** Es la propiedad del concreto de la unidad para absorber agua hasta llegar a su punto de saturación. Está directamente relacionada con la permeabilidad de la unidad, es decir el paso de agua a través de sus paredes. (Abad, 1996, como se citó en Herrera & Madrid, 2000).

**Concreto u hormigón.** Es aquel material que resulta de la mezcla de agua, arena, grava y un aglomerante, generalmente cemento o cal, y que, al fraguarse, adquiere más resistencia (RAE, 2021).

**Concreto de baja resistencia o concreto pobre.** Es aquel cuya resistencia a la compresión es menor a 14 MPa. Es de resaltar que, el concreto estructural, no puede ser inferior a los 17 MPa según lo establecido por la NSR – 10 (Matallana, 2019).

**Concreto de resistencia normal.** Es aquel con una resistencia a la compresión mayor o igual a los 14 MPa y menor a los 56 MPa. Hay quienes consideran que el concreto de resistencia normal es de hasta 35 MPa, pero con el desarrollo actual de la tecnología, una



planta con adecuados controles puede producir concretos con resistencias de 56 MPa, de forma regular (Matallana, 2019).

**Déficit de vivienda habitacional.** Permite identificar la brecha entre el número total de hogares y los que viven en condiciones adecuadas y está conformado por el déficit cuantitativo y el déficit cualitativo de vivienda (DANE, 2020).

**Mampostería.** Se entiende como la elaboración de estructuras mediante la disposición ordenada de unidades de mampostería, cuyas dimensiones son relativamente pequeñas en comparación al elemento que se va a construir y el peso y tamaño depende del sistema de manejo que se pretenda emplear (NSR 98, cómo se citó en Herrera & Madrid, 2000).

**Sustentable.** Es el proceso por el cual se preserva, conserva y protege solo los recursos naturales para el beneficio de las generaciones presentes y futuras sin tomar en cuenta las necesidades sociales, políticas ni culturales del ser humano (Fernández & Gutiérrez, 2013).

**Sostenible.** Es el proceso mediante el cual se tratan de satisfacer las necesidades económicas, sociales, de diversidad cultural y de un medio ambiente sano de la actual generación, sin poner en riesgo la satisfacción de las mismas a las generaciones futuras (ONU, 1987, cómo se citó en ONU, 2002).

**Resistencia.** Es la capacidad que tiene el concreto de soportar esfuerzos de diferentes tipos y magnitudes. La resistencia a los esfuerzos mecánicos alude a los de compresión, tracción, flexión, cortante, abrasión y erosión, principalmente. El concreto es muy resistente

a los esfuerzos de compresión, haciendo que sea esta su propiedad más importante y con la que, por lo general, sea determinada su calidad (Matallana, 2019).

## **5.4 Marco contextual**

### **5.4.1.1 Descripción del sitio**

El municipio de Valledupar es la capital del Departamento del Cesar, Colombia (ver figura 3). De acuerdo al Plan de Desarrollo Municipal, está ubicado al nororiente del Caribe colombiano, entre la Sierra Nevada de Santa Marta y la Serranía del Perijá, al margen de los ríos Cesar y Guatapurí. La ciudad de Valledupar se encuentra a una altitud que oscila entre los 220 m al norte y 150 m al sur, siendo la altitud media de 168 m; cuenta con una latitud de 10°27'47" N y una longitud de 73°15'11" O y con una extensión de 4.493 km<sup>2</sup>. El municipio limita al norte con el departamento de la Guajira y Magdalena, al sur con Norte de Santander y Santander al este con la República de Venezuela y el departamento de Norte de Santander y al oeste con los departamentos de Bolívar y Magdalena.

Según el IDEAM, Valledupar posee una temperatura media anual de 28,4 °C, son mínimas y máximas de 22 °C y 34 °C respectivamente. El mes más caluroso es abril con un promedio de 30 °C y el más fresco es octubre con 26 °C. Las precipitaciones son moderadas en torno a 1.000 mm anuales, repartidos entre abril y noviembre con máximas en mayo y octubre. Cabe destacar que pertenece a la clasificación climática Bosque Tropical Seco.

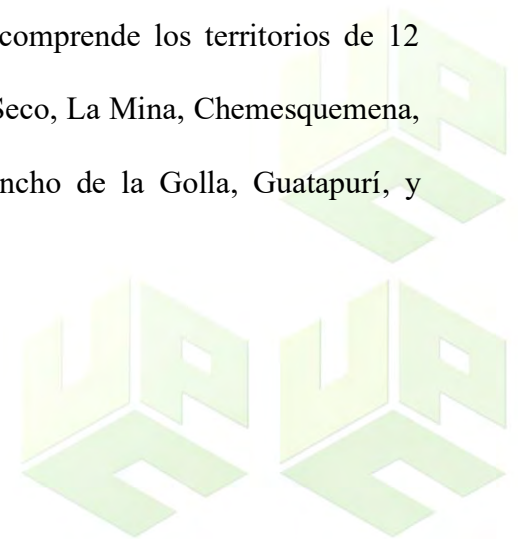
**Figura 3.**

*Localización geográfica del municipio de Valledupar.*



Fuente: Adaptado a partir de Findeter, 2016.

La presente investigación se llevará a cabo en la comunidad de Ramalito, la cual pertenece al Resguardo indígena Kankuamo, ubicado geográficamente en la zona norte del municipio de Valledupar. Es un territorio perteneciente a la etnia Kankuama que se creó mediante la resolución 12 del 23 de abril de 2003 mediante resolución del Instituto Colombiano de la Reforma Agraria (INCORA), el cual comprende los territorios de 12 comunidades, entre las que se encuentran: Atánquez, Río Seco, La Mina, Chemesquemena, Las Flores, Murillo, Los Haticos, Pontón, La Mina, Rancho de la Golla, Guatapurí, y Ramalito.



**Figura 4.**

*Localización geográfica de Ramalito.*



*Nota.* Georeferenciación: Latitud de 10°41'53" N y una longitud de 73°18'8" O. Adaptado de *Google Earth*, 2020.

#### **5.4.1.2 Economía**

La economía se considera de tipo campesino, y se basa en la actividad agropecuaria de manera individual, los hombres se encargan durante el día en trabajar en las llamadas “rozas”, donde se encuentran cultivos de papa, maíz, yuca, frijón, plátano, guandú, destinados principalmente al consumo familiar. La caña de azúcar se cultiva en algunas de las comunidades, para producir panela; el café también juega un papel fundamental en la economía en época de cosecha para comercialización. El fique obtenido de la planta de



magüey, juega un papel fundamental para la elaboración de mochilas, por las mujeres indígenas que convierten esta labor en un quehacer doméstico; también se crían animales domésticos, ganado bovino, caprino, ovino y porcino (Arias, 2011).

#### ***5.4.1.3 Cultura***

A pesar de que el pueblo Kankuamo ha sufrido grandes golpes a través de la historia, han realizado un ejercicio colectivo de memoria. La memoria y la tradición oral han logrado revitalizar prácticas culturales propias de su identidad como pueblo indígena. La identificación de lugares sagrados, y la cohesión de la comunidad en torno a ellos, así como la recolección de ofrendas y la música tradicional de Gaita y Chicote, son unos de sus principales logros. La celebración de la fiesta del Corpus Christi, reafirma el mito fundador del pueblo y lo refuerza cada año, se ha convertido en un espacio para el quehacer colectivo indígena en torno a la invocación de los ancestros y el llamado a la tradición (ONIC, s.f.).

#### ***5.4.1.4 Situación ambiental***

La situación ambiental de la comunidad indígena presenta condiciones críticas que afectan al territorio en general. Hay una problemática de erosión, desprendimiento de tierras en la parte alta, relacionado con el uso de adobe de barro para la construcción de viviendas y los cultivos; deforestación de franjas de bosque para las rozas, contaminación del agua por precariedad y mala distribución de aguas residuales, desaparición de los arroyos y ojos de agua (Arias, 2011).



## 5.5 Marco legal

**Tabla 4.**

*Legislación ambiental en Colombia.*

<b>Constitución Política de Colombia</b>	
<b>Artículo 79</b>	Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano.
<b>Artículo 82</b>	Es deber del Estado velar por la protección de la integridad del espacio público y por su destinación al uso común, el cual prevalece sobre el interés particular.
<b>Artículo 95</b>	La calidad de colombiano enaltece a todos los miembros de la comunidad nacional. Todos están en el deber de engrandecerla y dignificarla.
<b>Leyes</b>	
<b>Ley 2 de 1959</b>	Sobre Economía Forestal de la Nación y Conservación de Recursos Naturales Renovables.
<b>Ley 99 de 1993</b>	Por la cual se crea el Ministerio de Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.
<b>Decretos</b>	
<b>Decreto 2811 de 1974</b>	Código de recursos naturales y del medio ambiente. Art. 192. Manejo y reutilización de materiales orgánicos o inorgánicos para la construcción y ayuda del medio ambiente.
<b>Decreto 2462 de 1989</b>	Reglamenta los procedimientos sobre explotación de materiales de construcción servirá para la reglamentación que usan las canteras y el daño que genera a la corteza terrestre.
<b>Decreto 1713 de 2002</b>	Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos.
<b>Decreto 838 de 2005</b>	Por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones.
<b>Resoluciones</b>	
<b>Resolución 541 de 1994</b>	Reglamenta el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales de concreto y agregados sueltos de construcción.
<b>Resolución 1045 de 2003</b>	Adopta la metodología para la elaboración de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos, PGIRS, y se toman otras determinaciones.

Fuente: Normas ajustadas por autores, 2021.



**Tabla 5.**

*Normas para ensayos técnicos e implementación de materiales de concreto en Colombia.*

<b>Cemento</b>	
NTC 121	Cemento Portland. Especificaciones físicas y mecánicas.
NTC 321	Cemento Pórtland. Especificaciones químicas.
<b>Agregados</b>	
NTC 174	Especificaciones de los agregados para concreto.
NTC 3937	Arena Normalizada para ensayos de cemento hidráulico.
NTC 77	Método de ensayo para el análisis por tamizado de los agregados finos y gruesos.
NTC 129	Práctica para la toma de muestras de agregados.
<b>Agua de mezcla</b>	
NTC 3459	Agua para la elaboración de concreto.
<b>Concreto</b>	
NTC 396	Método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto.
NTC 454	Concreto fresco. Toma de muestras.
NTC 1032	Contenido de aire en el concreto fresco por el método de presión.
NTC 1028	Contenido de aire en el concreto fresco por el método volumétrico.
NTC 673	Resistencia a la compresión de cilindros de concreto.
NTC 890	Determinación del tiempo de fraguado de mezclas de concreto por medio de su resistencia a la penetración.
NTC 2871	Resistencia a la flexión del concreto usando una viga simplemente apoyada y cargada en los tercios de la luz libre.
<b>Concreto con fibra</b>	
ASTM C 1399	Método de ensayo para determinar el esfuerzo residual promedio del concreto reforzado con fibra.
ASTM C 1609	Método de ensayo para determinar el desempeño del concreto reforzado con fibra (usando una viga cargada en los tercios).
ASTM C 1550	Método de ensayo para determinar la tenacidad a flexión del concreto reforzado con fibras (usando una carga central sobre un panel redondo).
NTC 5541	“Concreto reforzados con fibras” (ASTM C 1116)
NTC 5721	Método de ensayo para determinar la capacidad de absorción de energía de concreto reforzado con fibras.
<b>Bloques de concreto</b>	
NTC 4026	“Unidades (bloques y ladrillos) de concreto para mampostería estructural”
<b>Construcción</b>	
NSR-10	Esta norma reglamenta las condiciones con las que deben contar las construcciones con el fin de que la respuesta estructural a un sismo sea favorable.

Fuente: Normas ajustadas por autores, 2021.



## **6. MARCO METODOLÓGICO**

### **6.1 Línea y sublínea de investigación**

**Línea de investigación.** Sostenibilidad y gestión ambiental.

**Sub línea de investigación.** Producción más limpia y tecnologías ambientales.

Las anteriores líneas pertenecen al programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria.

### **6.2 Tipo de investigación**

El tipo de investigación es correlacional, debido a que buscó conocer la incidencia que existe de la fibra de maguey sobre el concreto, a su vez se comparó un bloque con fibras y el convencional. De acuerdo a Sampieri (2014), la finalidad de un estudio correlacional es conocer la relación o grado de asociación que exista entre dos o más conceptos, categorías o variables en un contexto específico.

### **6.3 Nivel de investigación**

El nivel de investigación es cuantitativo, ya que por medio de datos se quiso probar la hipótesis de investigación, con base en la medición numérica y el análisis estadístico (Sampieri, 2014). Es decir, por medio de los datos de los ensayos de laboratorio para resistencia a la compresión y absorción de agua de los bloques, se quiso demostrar que las fibras de maguey mejoran las propiedades del concreto.

### **6.4 Población de estudio**

La población de estudio son las plantas de maguey que pertenecen a la comunidad de Ramalito. Las cuales poseen una fuente potencial de fibras en sus hojas que pueden ser consideradas como refuerzo en el concreto.

### **6.5 Muestra poblacional**

La muestra son aquellas fibras que fueron adquiridas mediante compra en la comunidad de Ramalito, necesarias para realizar la caracterización y fabricación de los bloques de concreto. Cabe resaltar que las dosificaciones que se usaron de fibras en la mezcla de concreto fueron determinadas una vez obtenidos y analizados los datos de la caracterización física y química de la fibra, ya que factores, como el porcentaje de absorción de agua influyen significativamente en el ajuste al diseño mezcla.

### **6.6 Diseño de la investigación**

El diseño es de tipo experimental, debido a que se realizaron ensayos de laboratorio y recolección de datos, contiene una variable independiente que es la proporción de fibra usada en el experimento y una variable dependiente que son las propiedades del concreto, es decir, la resistencia a la compresión y el % de absorción de agua. En la investigación hay una manipulación intencional de la variable independiente, y medición de las variables dependientes, por lo que es un tipo de experimentación pura (Sampieri, 2014).

La hipótesis de investigación sugiere que las fibras de maguey mejoran significativamente las propiedades mecánicas del concreto, cumpliendo con el porcentaje de absorción de agua establecido en la Norma Técnica Colombiana - NTC 4026.

Se fabricaron bloques de concreto huecos de 20x40x15 cm para dos tipos de resistencia, de acuerdo a la NTC 4026. Siendo un bloque de baja resistencia (8 MPa) y alta (13 MPa). Se elaboraron cuatro tratamientos: tres fueron para las dosificaciones en % de fibra añadida y el restante la muestra patrón, sin adición de fibras. Con el propósito de comparar



el efecto de las fibras en el concreto. Las repeticiones se determinaron por los tres ensayos a realizar a los 7, 14 y 28 días para resistencia a la compresión y tres para absorción de agua a los 7, 14 y 28 días. A continuación, se tabula el diseño.

**Tabla 6.**

*Diseño experimental de la investigación.*

Tipo de ensayo			Resistencia a la compresión			Absorción de agua		
Tipo de bloque	Ítem	Descripción	Observaciones					
<b>Bloque alta resistencia (13 MPa)</b>	<b>A1</b>	Patrón	3	3	3	3	3	3
	<b>A2</b>	Dosificación 1	3	3	3	3	3	3
	<b>A3</b>	Dosificación 2	3	3	3	3	3	3
	<b>A4</b>	Dosificación 3	3	3	3	3	3	3
<b>Bloque baja resistencia (8 MPa)</b>	<b>B1</b>	Patrón	3	3	3	3	3	3
	<b>B2</b>	Dosificación 1	3	3	3	3	3	3
	<b>B3</b>	Dosificación 2	3	3	3	3	3	3
	<b>B4</b>	Dosificación 3	3	3	3	3	3	3

Fuente: Autores, 2021.

## **6.7 Desarrollo metodológico**

### **6.7.1 Etapa 1. Caracterizar física y químicamente las fibras de la hoja de maguey de la comunidad de Ramalito.**

Para la presente etapa se caracterizó las fibras de las hojas de maguey obtenidas en la comunidad de Ramalito. Los ensayos se realizaron en Hábitat, Laboratorio Y Consultoría Ambiental; debido a que por la situación de emergencia sanitaria debido al virus COVID-19 no fue posible en los laboratorios de Ingeniería Ambiental de la Universidad Popular del Cesar.



**Actividad 1.1.** Adquisición de las fibras de maguey en la comunidad de Ramalito.

**Descripción:** Se realizó la compra de las fibras de maguey en la comunidad de Ramalito, la cual tiene un precio promedio de \$8.000 COP por cada 500 gramos.

**Actividad 1.2.** Caracterización química de la fibra.

**Descripción:** Se realizaron los ensayos pertinentes para determinar la composición de holocelulosa, celulosa y lignina por parte del laboratorio Hábitat, Laboratorio Y Consultoría Ambiental.

**Actividad 1.3.** Caracterización física de la fibra.

**Descripción:** Se realizaron los ensayos pertinentes para determinar el contenido de humedad, densidad absoluta y retención de humedad por parte del laboratorio Hábitat, Laboratorio Y Consultoría Ambiental. En cuanto al diámetro y longitud de la fibra, se determinaron con vernier y un metro.

**6.7.2 Etapa 2. Elaborar un bloque ecológico con las dosificaciones apropiadas de fibras de maguey.**

**Actividad 2.1.** Caracterización de materiales para el diseño de mezcla

**Descripción:** Se realizaron los ensayos pertinentes para determinar las propiedades de los agregados por parte del laboratorio SOAL Ingeniería. Se consultó la ficha técnica del cemento utilizado y el agua usada en el proceso fue de la red de distribución de Valledupar.

**Actividad 2.2.** Diseño de mezcla para bloques de concreto.

**Descripción:** Se realizaron dos diseños de mezclas de concreto para elaborar bloques de concreto huecos de 20x40x15 cm de alta y baja resistencia, que corresponden a las



muestras patrón A1 y B1. Para ello se utilizó el método de American Concrete Institute - ACI 211, que consiste en seguir en forma ordenada una serie de pasos y determinar la cantidad de material en peso y en volumen para 1 m<sup>3</sup> de concreto. A continuación, el procedimiento y ecuaciones, de acuerdo a Asocreto, 2010.

**1. Selección del asentamiento.** Los valores de asentamiento recomendados son los mostrados en la tabla 7 y se utilizan cuando el método de compactación es la vibración, como en el caso de los bloques de concreto.

**Tabla 7.**

*Asentamientos recomendados para diversos tipos de construcción y sistemas de colocación y compactación.*

Consistencia	Asentamiento mm	Ejemplo de tipo de construcción	Sistema de colocación	Sistema de compactación
<b>Muy seca</b>	0,0 – 20	Prefabricados de alta resistencia, revestimiento de pantalla de cimentación	Con vibraciones de formaleta, concretos de proyección neumática (lanzados).	Secciones sujetas a vibración externa, puede requerirse presión.
<b>Seca</b>	20 – 35	Pavimentos	Pavimentos con máquina terminadora vibratoria.	Secciones sujetas a vibración intensa.
<b>Semiseca</b>	35 – 50	Pavimentos, fundaciones en concreto simple, losas poco reforzadas	Colocación con máquinas operadas manualmente.	Secciones simplemente reforzadas con vibración.
<b>Media (plástica)</b>	50 – 100	Pavimentos compactados a mano, losas, muros, vigas, columnas, cimentaciones.	Colocación manual.	Secciones simplemente reforzadas con vibración.
<b>Húmeda</b>	100 – 150	Elementos estructurales esbeltos o muy reforzados.	Bombeo.	Secciones bastante reforzadas con vibración.
<b>Muy húmeda</b>	150 – 200	Elementos esbeltos, pilotes fundidos “in situ”.	Tubo-embudo-tremie.	Secciones altamente reforzadas con vibración.



---

<b>Súper fluida</b>	Más de 200	Elementos muy esbeltos.	Autonivelante, autocompactante.	Secciones altamente reforzadas sin vibración y normalmente no adecuados para vibrarse.
---------------------	------------	-------------------------	---------------------------------	--

---

Fuente: Rivera, 2000.

**2. Selección del tamaño máximo nominal (TMN).** Se trata de elegir una adecuada granulometría, para lograr una masa más compacta y con menos vacíos.

De acuerdo a Asocreto (2010), los agregados con una buena granulometría y con mayor TMN tienden a formar masas más compactas y con menos vacíos que los de menor TMN. Por lo tanto, si se aumenta el TMN de los agregados en una mezcla de concreto para un asentamiento dado, tanto el contenido de agua como de cemento se disminuyen, con lo que se obtienen concretos más económicos y con menor retracción por fraguado. Cuando se desea obtener concreto de alta resistencia se debe reducir el TMN de los agregados, debido a que estos producen mayores resistencias con una determinada relación agua /cemento.

**3. Estimación del contenido de aire.** El contenido de aire beneficia la manejabilidad y la cohesión de la mezcla. La tabla 8 muestra los valores recomendados para estimar el contenido de aire de la mezcla, teniendo como base las referencias que se especifican en la norma ACI 318 S-08.



**Tabla 8.**

*Contenido aproximado de aire en el concreto para varios grados de exposición.*

Agregado grueso (TMN)		Porcentaje promedio aproximado de aire atrapado	Porcentaje promedio total de aire recomendado para los siguientes grados de exposición		
Pulgadas	mm		Suave	Moderado	Severo
3/8"	9,51	3	4,5	6	7,5
1/2"	12,5	2,5	4	5,5	7,0
3/4"	19,1	2	3,5	5	6,0
1"	25,4	1,5	3	4,5	6,0
1 1/2"	38,1	1	2,5	4,5	5,5
2"	50,8	0,5	2	4	4,0
3"	76,1	0,3	1,5	3,5	4,5
6"	152,4	0,2	1	3	4,0

Fuente: Asocreto, 2010.

**4. Estimación de cantidad de agua de mezclado.** La demanda de agua en las mezclas se debe a aspectos de manejabilidad, adherencia e hidratación. La tabla 9 muestran el requisito de agua en la mezcla, en función del asentamiento y el TMN.

**Tabla 9.**

*Requerimiento aproximado de agua de mezclado para diferentes asentamientos y tamaños máximos de agregado con partículas de forma angular y textura rugosa, en concreto sin aire incluido.*

Asentamiento		Tamaño máximo del agregado, en mm (pulg.)							
		9.51 3/8"	12.7 1/2"	19.0 3/4"	25.4 1"	38.1 1 1/2"	50.8 2"	64.0 2 1/2"	76.1 3"
mm	pulg	Agua de mezclado, en kg/m <sup>3</sup> de concreto							
0	0	223	201	186	171	158	147	141	132
25	1	231	208	194	178	164	154	147	138
50	2	236	214	199	183	170	159	151	144
75	3	241	218	203	188	175	164	156	148
100	4	244	221	207	192	179	168	159	151
125	5	247	225	210	196	183	172	162	153
150	6	251	230	214	200	187	176	165	157
175	7	256	235	218	205	192	181	170	163
200	8	260	240	224	210	197	186	176	168

Fuente: Asocreto, 2010.

**5. Determinación de resistencia de diseño.** Cuando no se tienen registros de ensayos de resistencia en obra, se utiliza la tabla 10 para determinar la resistencia de diseño, de acuerdo Norma Sismo Resistente NSR-10, como las resistencias especificadas en la investigación son de 8 y 13 MPa, se utilizó la ecuación para  $f'c < 21$ .

**Tabla 10.**

*Resistencia promedio a la compresión requerida cuando no hay datos disponibles para establecer una desviación estándar de la muestra.*

Resistencia especificada a la compresión, MPa	Resistencia promedio requerida a la compresión, MPa
$f'c < 21$	$f'cr = f'c + 7.0$
$21 \leq f'c \leq 35$	$f'cr = f'c + 8.3$
$f'c > 35$	$f'cr = 1.10f'c + 5.0$

Fuente: NSR 10, 2010.

**6. Estimación de la relación agua/cemento (a/c).** Este es el factor más importante en el diseño de mezclas de concreto, porque con él se pueden determinar los requisitos de resistencia, durabilidad, permeabilidad y acabado.

**Tabla 11.**

*Relación entre la resistencia a compresión y algunos valores de la relación a/c.*

Resistencia a la compresión a los 28 días en kg/cm <sup>2</sup> (PSI)	Concreto sin inductor de aire (Relación absoluta por peso)	Concreto con inductor de aire (Relación absoluta por peso)
175 (2500)	0,65	0,56
210 (3000)	0,58	0,5
245 (3500)	0,52	0,46
280 (4000)	0,47	0,42
315 (4500)	0,43	0,38
350 (5000)	0,4	0,35

Fuente: Asocreto, 2010.



**7. Cálculo del contenido del cemento.** Para el cálculo de la cantidad de cemento se emplea la ecuación 1.

$$C = \frac{A}{A/C} \quad \text{Ecuación (1)}$$

Donde,

C = Contenido de cemento en  $\text{kg/m}^3$

A = Requerimiento de agua de mezclado, en  $\text{kg/m}^3$

A/C = Relación agua-cemento, por peso.

**8. Verificación de cumplimiento de las recomendaciones granulométricas.** Esta etapa es utilizada en gran medida para verificar los valores de resistencia en la mezcla de concreto. Para esto se deben seguir los parámetros establecidos por la NTC 174.

**9. Optimización de la granulometría mediante método de la Road Note Laboratory (RNL).** Se debe optimizar la granulometría cuando los agregados no cumplen con las recomendaciones granulométricas especificadas en la norma NTC 174 y existen dos tipos de métodos para determinar la cantidad en peso y en volumen de agregados gruesos y finos; el primero es el método de Fuller y Thompson, y el segundo es el método gráfico, para esta investigación se utilizó el método gráfico que consiste en determinar el mejor porcentaje de área y grava para lograr una mezcla manejable, de acuerdo a los rangos granulométricos de la tabla 12.



**Tabla 12.**

*Rango granulométrico recomendado para el método gráfico.*

Tamiz		Límites de los porcentajes que pasan los siguientes tamaños máximos								
Pulg	mm	90.6 mm 3 ½"	76.1 mm 3"	64.0mm 2 ½"	50.8 mm 2"	38.1 mm 1 ½"	25.4 mm 1"	19.0 mm ¾"	12.7 mm ½"	9.51 mm 3/8"
3 ½	90.6	100								
3	76.1	94 91	100							
2 ½	64.0	89 83	94 91	100						
2	50.8	82 73	87 89	92 88	100					
1 ½	38.1	74 62	78 68	83 75	90 85	100				
1	25.4	64 50	68 55	72 60	78 68	87 89	100			
¾	19.0	58 42	62 47	65 51	71 58	78 68	90 85	100		
½	12.7	59 34	53 37	57 41	62 47	68 55	78 68	87 80	100	
3/8	9.51	45 29	48 32	51 35	56 40	62 47	71 58	78 68	90 85	100
No. 4	4.76	36 20	38 22	40 24	44 27	48 32	56 40	62 47	71 58	78 68
No. 8	2.36	28 13	30 15	32 16	34 18	38 22	44 27	48 32	55 40	61 46
No. 16	1.18	22 9	23 10	25 11	27 13	30 15	34 18	38 22	44 27	48 32
No. 30	600	17 6	18 7	20 8	21 9	23 10	27 13	30 15	34 19	38 22
No. 50	300	14 4	14 4	15 5	17 8	18 7	21 9	23 10	27 13	30 15
No. 100	150	11 3	11 3	12 4	13 4	14 5	17 6	18 7	21 9	23 10

Fuente: Asocreto, 2010.

**10. Estimación del contenido de grava y arena.** El volumen de agregados por metro cúbico de concreto se determinó utilizando la ecuación 2.

$$V_t = 1 - (V_a + V_A + V_c) \quad \text{Ecuación (2)}$$

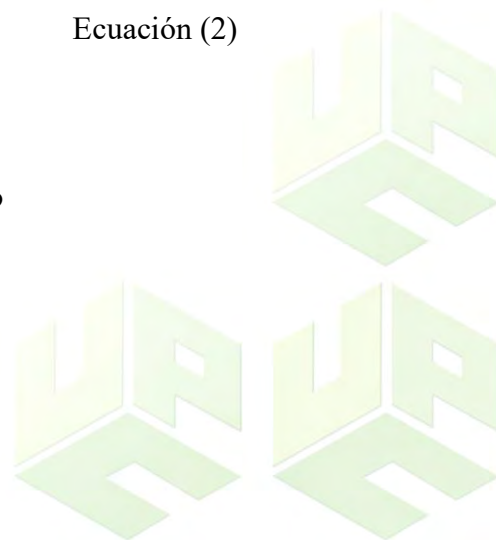
Donde,

$V_t$  = Volumen total de agregados por m<sup>3</sup> de concreto

$V_a$  = Volumen de aire por m<sup>3</sup> de concreto

$V_A$  = Volumen de agua por m<sup>3</sup> de concreto

$V_c$  = Volumen de cemento por m<sup>3</sup> de concreto





Para calcular los volúmenes de agua y cemento se utiliza la ecuación 3.

$$\rho = \frac{\text{Masa}}{\text{Volumen}} \quad \text{Ecuación (3)}$$

Donde,

$\rho$  = Densidad del material en  $\text{kg/m}^3$

m = Masa del material en kg

V = Volumen del material en  $\text{m}^3$ /  $\text{m}^3$  de concreto

Para calcular los pesos secos de grava y arena se debe conocer a densidad aparente promedio.

Cuando el valor de densidad de la arena y grava difiere muy poco, se emplea la ecuación 4.

$$D_{prom} = (\%f \times D_f) + (\%g \times D_g) \quad \text{Ecuación (4)}$$

Donde,

$D_g$  = Densidad aparente de la grava

$D_f$  = Densidad aparente de la arena

$D_{prom}$  = Densidad aparente promedio

$\%f$  = Porcentaje de la arena, en forma decimal

$\%g$  = Porcentaje de la grava, en forma decimal

Para calcular la masa de la grava y de la arena mediante la siguiente ecuación:

$$W_{Ag} = D_{prom} \times V_t \times \%A_g \quad \text{Ecuación (5)}$$

Donde,

$W_{Ag}$  = Masa total de agregado por  $\text{m}^3$  de concreto

$\%A_g$  = Porcentaje del agregado en la mezcla



**Actividad 2.2.** Ajuste del diseño de mezcla.

**Descripción:** Se ajustaron los diseños de mezclas A1 y B2 para los diseños con adición de fibras de maguey, para cada una de las dosificaciones descritas en el diseño experimental; de acuerdo al análisis de la caracterización de las fibras y los antecedentes de investigación. Para esto se implementó el mismo método utilizado en Juárez 2002, modificándose la ecuación 2 de la actividad 2.1, resultando así la ecuación 6.

$$V_t = 1 - (V_a + V_A + V_C + V_f) \quad \text{Ecuación (6)}$$

Donde,

$V_f$  = Volumen de fibra por  $m^3$  de concreto.

El procedimiento continúa de la misma forma que en la actividad 2.1.

**Actividad 2.3.** Fabricación de bloques de concreto.

**Descripción:** La fabricación de los bloques objeto de investigación se realizó en la “Bloquera Pava y Becerra”, quien labora hace 25 años, ubicada de la ciudad de Valledupar. En esta fábrica laboran 15 empleados, donde utilizan una máquina mezcladora y una máquina moldeadora con diferentes moldes para bloques de 10, 15 y 20 cm. En este caso, se fabricaron los especímenes de medidas 40x20x15cm, necesarios para realizar los ensayos de resistencia a la compresión y absorción de agua. Los pasos para la fabricación de los bloques se describen a continuación:

1. Se realizaron mezclas de volumen igual a  $0.10 m^3$  con lo que se elaboraron 18 especímenes gemelos para las pruebas de compresión y absorción de agua.



2. Se limpió y seco el interior de la mezcladora para que así no aporte agua adicional a la mezcla o algún otro material que no se haya previsto para la elaboración de esta; así mismo se procedió a pesar las dosificaciones de cemento, agregado fino, agregado grueso, medir el volumen del agua y pesar las fibras para los casos que corresponda.

3. Como no existe norma alguna que indique el procedimiento para cargar la mezcladora con los materiales, sin embargo, bajo la experiencia de los trabajadores de la bloquera y el procedimiento descrito en Pajares (2015). Primero se añadió el agregado fino y posteriormente el grueso, finalmente se añadió el cemento y se mezcla. Luego se añadió el agua hasta lograr la consistencia deseada. En el caso de los especímenes con adiciones de fibra, se mezclaron previamente los agregados con la fibra, luego se mezclaron con los materiales hasta que se presentó homogeneidad, consistencia y color uniforme en la mezcla. Así mismo, se controló que el tiempo de mezclado después de haber sido adicionado el volumen final de agua, para el caso de las mezclas sin adición de fibras fue de aproximadamente 3 minutos y para las mezclas con fibras el tiempo varió de 5 a 10 minutos hasta verificar el mezclado total de las mismas.

4. Seguidamente, la mezcla pasa a una máquina vibro compresora, en la que las unidades de bloques se moldean con vibración y compresión en los moldes de previstos con ayuda de un operador. Los bloques salen en bandejas de madera, posteriormente se sometieron a curado.

5. Se identificaron los bloques con el ítem y fecha de fabricación. El curado de los bloques se realizó por medio de riego de agua al aire libre.

**6.7.3 Etapa 3. Evaluar la eficiencia de los bloques ecológicos como alternativa de uso sostenible en la construcción de viviendas.**

**Actividad 3.1.** Realizar ensayos físicos mecánicos a los bloques.

**Descripción:** De acuerdo a la NTC 4026 los bloques de concreto deben cumplir ciertos requisitos para resistencia a la compresión y absorción de agua. Por ello, se realizaron los respectivos ensayos para el diseño experimental planteado en SOAL Ingeniería.

**Tabla 13.**

*Especímenes para ensayo a compresión.*

Tipo de bloque	Ensayo a compresión		Edades (Días)			Total (Especímenes)
	Ítem	Descripción	7	14	28	
<b>Bloque alta resistencia (13 MPa)</b>	A1	Patrón	3	3	3	36
	A2	Dosificación 1	3	3	3	
	A3	Dosificación 2	3	3	3	
	A4	Dosificación 3	3	3	3	
<b>Bloque baja resistencia (8 MPa)</b>	B1	Patrón	3	3	3	36
	B2	Dosificación 1	3	3	3	
	B3	Dosificación 2	3	3	3	
	B4	Dosificación 3	3	3	3	

Fuente: Autores, 2021.

**Tabla 14.**

*Especímenes para ensayo de absorción de agua.*

Tipo de bloque	Ensayo de absorción de agua		Edades (Días)			Total (Especímenes)
	Ítem	Descripción	7	14	28	
<b>Bloque alta resistencia (13 MPa)</b>	A1	Patrón	3	3	3	36
	A2	Dosificación 1	3	3	3	
	A3	Dosificación 2	3	3	3	
	A4	Dosificación 3	3	3	3	



<b>Bloque baja resistencia (8 MPa)</b>	<b>B1</b>	Patrón	3	3	3	36
	<b>B2</b>	Dosificación 1	3	3	3	
	<b>B3</b>	Dosificación 2	3	3	3	
	<b>B4</b>	Dosificación 3	3	3	3	

Fuente: Autores, 2021.

**Actividad 3.2.** Realizar una comparación entre el bloque ecológico y el convencional.

**Descripción:** Para evaluar la eficiencia de los bloques, se procedió a comparar los resultados de los ensayos mecánicos realizados, y así se determinó la dosis más óptima.

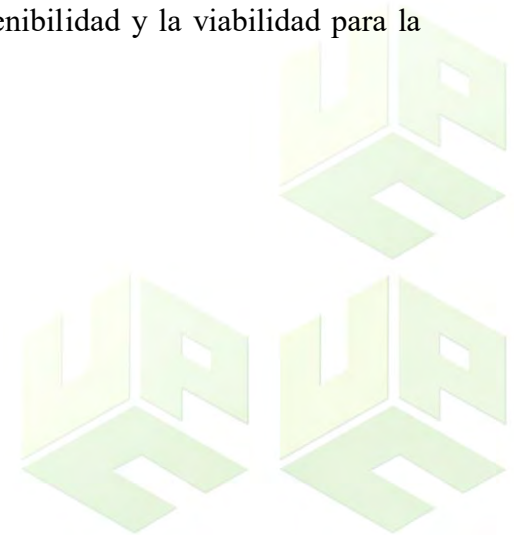
#### **6.7.4 Etapa 4. Analizar los beneficios y costos del bloque ecológico frente a uno convencional.**

**Actividad 4.1.** Recolectar información del mercado de bloques de concreto.

**Descripción:** Se investigó el valor promedio de los bloques de concreto, como su disponibilidad y asequibilidad en la zona de estudio.

**Actividad 4.2.** Realizar análisis costo - beneficio.

**Descripción:** Se determinó la relación entre el costo y beneficio de la fabricación del producto con el fin de determinar la rentabilidad, su sostenibilidad y la viabilidad para la construcción de viviendas de bajo costo en la zona.





## 7. RESULTADOS Y ANÁLISIS

### 7.1 Caracterizar física y químicamente las fibras de la hoja de maguey de la comunidad de Ramalito

Las fibras de maguey son un producto de gran importancia en la comunidad de Ramalito, así como en el resguardo indígena Kankuamo. La población allí asentada utiliza las fibras para la fabricación de mochilas, costales, entre otras artesanías representativas de la cultura indígena. En la figura 5 se observa una muestra de las fibras de maguey.

#### **Figura 5.**

*Fibras de maguey.*



Fuente: Autores, 2021.



### **7.1.1 Caracterización química y física de la fibra**

En la tabla 15 se describen los resultados emitidos por el Laboratorio Hábitat Sostenible. En el Anexo I se encuentra el informe de resultados expedido por el laboratorio.

**Tabla 15.**

*Resultados de caracterización de la fibra de maguey.*

<b>Parámetros</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidades</b>
Holocelulosa	73.14	%
Celulosa	54.944	%
Hemicelulosa	18.196	%
Lignina	15.76	%
Humedad	7.44	%
Densidad absoluta (Real)	0.30	gm/cm <sup>3</sup>
Retención de humedad	546.98	%

Fuente: Hábitat Laboratorio y Consultoría Ambiental, 2021.

#### **7.1.1.1 Composición química**

De acuerdo a Arroyave & Velásquez (2001), para la holocelulosa, celulosa, hemicelulosa y lignina; se tienen de forma general para la fibra de maguey los siguientes valores respectivamente: 84.3%, 73.8%, 10.5% y 11.3%. Siendo muy similares a los valores reportados por el laboratorio para estos componentes, como se describe en la tabla 15.

La holocelulosa es el principal componente de las fibras de maguey, a su vez, esta se compone de celulosa y hemicelulosa. La celulosa es un carbohidrato complejo compuesto por una cadena lineal de miles de unidades individuales de glucosa (Brown, 1987, como se citó en Juárez, 2002). Los enlaces internos de las moléculas, son de tipo covalente, proporcionando rigidez y una alta resistencia a tensión en la molécula de celulosa (Juárez,

2002). El contenido de celulosa en la fibra alcanza un valor de 54,9%, se hace hincapié en que la fibra demostró una gran resistencia al corte manual, el cual se describe posteriormente.

La hemicelulosa es un polisacárido que está constituido por pentosas (xilosa, ramnosa y arabinosa) y hexosas (glucosa, manosa y galactosa) (Munguía, 2016). Las fibras de maguey tienen un 18,19% de hemicelulosa. De acuerdo a Gram, 1988, (como se citó en Juárez, 2002), el componente principal es la xilosa, la cual tiene un carácter ácido, lo que puede generar un efecto negativo en la reacción de hidratación del cemento, ya que podría neutralizar la alcalinidad de la mezcla al reaccionar con el hidróxido de calcio (más conocido como Portlandita), o cal liberada naturalmente en la reacción cemento - agua.

La lignina es un heteropolímero amorfo, tiene una estructura de tres dimensiones, compuesto por alcoholes aromáticos, los cuales le dan soporte estructural, rigidez, protección e impermeabilidad a los polisacáridos estructurales de celulosa y hemicelulosa (Aro et al. 2005, como se citó en Munguía, 2016). Para la fibra de maguey se obtuvo un 15.76%.

Es importante conocer la composición química de la fibra, ya que tiene gran incidencia en la descomposición de la celulosa en un medio alcalino, como lo mencionó Gram, 1988 (se citó en Juárez, 2002). Los valores obtenidos en este estudio para la fibra de maguey fueron de 54,94%, 18,19% y 15,76%, para celulosa, hemicelulosa y lignina respectivamente; valores que son similares a los obtenidos por Gram en su estudio para las fibras de sisal, siendo celulosa 59,34%, hemicelulosa 17,37% y lignina 21,11%. Lo cual propone que el medio alcalino que deteriora las fibras de sisal, posiblemente sea un factor de deterioro para las fibras de maguey. El alcance del estudio no permite verificar la premisa.



#### ***7.1.1.2 Contenido de humedad***

El contenido de humedad en la fibra de maguey es de 7.44%, esto representa la humedad natural de la fibra antes de ser mezcladas con el concreto. Juárez (2002), en su estudio sugiere que la humedad que retengan las fibras se deben tener en cuenta a la hora de realizar el diseño de mezcla, porque de lo contrario dicha agua en exceso reaccionaría con los silicatos y aluminatos de calcio que hacen parte del proceso químico en la mezcla de concreto; y el agua en abundancia se reflejaría en la disminución de la resistencia del concreto. El no considerar el agua en exceso puede aumentar la relación A/C y disminuir la resistencia y durabilidad de los prefabricados.

#### ***7.1.1.3 Absorción de agua de la fibra***

La fibra de maguey presenta un porcentaje de absorción 546.98%, lo cual ocasiona problemas al momento del mezclado, ya que absorbe el agua de la mezcla, alterando la hidratación completa del cemento. Por consiguiente, para esta investigación antes de usar las fibras se sumergieron en agua por 24 horas, y luego se secaron superficialmente, con el fin de evitar alterar la relación A/C al ser absorbida por las fibras el agua del diseño de mezcla.

Es decir, como la humedad es menor que la absorción hay un déficit de agua que se espera suplir añadiendo las fibras superficialmente secas.

#### ***7.1.1.4 Densidad absoluta***

La densidad absoluta de la fibra es de 300 kg/m<sup>3</sup>. La densidad es una propiedad necesaria para calcular el agua total de mezclado y el volumen de fibra que deberá agregarse al concreto.



### 7.1.1.5 Diámetro y longitud

En la tabla 16 se observa el tamaño de la muestra de 100 especímenes medidos, tomados al azar, y posteriormente en la tabla 17 se pueden apreciar el diámetro promedio de la fibra y la distribución de los diámetros de diferentes rangos.

**Tabla 16.**

*Diámetro de 100 muestras de fibras de maguey.*

Muestra	Diámetro (mm)	Muestra	Diámetro (mm)	Muestra	Diámetro (mm)	Muestra	Diámetro (mm)
1	0,2	26	0,17	51	0,13	76	0,13
2	0,11	27	0,12	52	0,16	77	0,17
3	0,12	28	0,11	53	0,04	78	0,04
4	0,08	29	0,14	54	0,09	79	0,09
5	0,1	30	0,07	55	0,14	80	0,14
6	0,13	31	0,21	56	0,18	81	0,19
7	0,16	32	0,11	57	0,12	82	0,12
8	0,03	33	0,12	58	0,11	83	0,11
9	0,09	34	0,08	59	0,15	84	0,15
10	0,15	35	0,1	60	0,07	85	0,06
11	0,17	36	0,13	61	0,13	86	0,24
12	0,12	37	0,16	62	0,17	87	0,11
13	0,11	38	0,03	63	0,03	88	0,12
14	0,15	39	0,09	64	0,09	89	0,08
15	0,07	40	0,15	65	0,15	90	0,1
16	0,21	41	0,18	66	0,18	91	0,13
17	0,11	42	0,12	67	0,12	92	0,17
18	0,12	43	0,11	68	0,11	93	0,04
19	0,08	44	0,15	69	0,14	94	0,09
20	0,1	45	0,06	70	0,07	95	0,15
21	0,13	46	0,22	71	0,22	96	0,19
22	0,16	47	0,11	72	0,11	97	0,12
23	0,04	48	0,12	73	0,12	98	0,11
24	0,09	49	0,08	74	0,08	99	0,15
25	0,15	50	0,1	75	0,1	100	0,07

Fuente: Autores, 2021.



**Tabla 17.**

*Diámetro promedio de fibras de maguey.*

Rangos (mm)		Frecuencia
0,03	0,06	9
0,07	0,09	18
0,1	0,12	32
0,13	0,15	21
0,16	0,18	12
0,19	0,21	7
0,24		1
<b>Promedio</b>		0,12
<b>Desviación Estándar</b>		0,04

Fuente: Autores, 2021.

Generalmente, las fibras de origen vegetal presentan diámetros que oscilan entre los 0.5 y 0.2 mm (Sika Colombia, s.f.), dichos diámetros se encuentran enteramente relacionados con la resistencia de la fibra. Además, cuando el diámetro es diminuto permite una mejor incorporación en el concreto en estado fresco, por lo tanto, un grado alto de trabajabilidad (Aziz et al., 1984, como se citó en Juárez, 2002). En este caso, los resultados para el diámetro de 100 muestras representativas arrojaron un diámetro promedio de 0,12 con una dispersión de datos de 0,04, lo que indica que existe poca variación de diámetros y la uniformidad de estos influye en la reducción de zonas débiles en el elemento prefabricado.

#### **7.1.1.6 Selección de dosificación y longitud de la fibra**

La dosis y longitud de las fibras influyen considerablemente en la resistencia última del concreto, para seleccionar los rangos de volumen y longitud de las fibras a utilizarse se indagó sobre el comportamiento y los resultados de resistencia para concreto endurecido en



los antecedentes, destacando características semejantes como el uso de fibras naturales secas, elaboración de elementos prefabricados y resultados obtenidos.

En Chinchayhuara (2020) se tiene que las dosis óptimas de adición de volumen de fibras se encuentran al 0.5% y 1.0% respecto al volumen de concreto y se determina que, ante mayor porcentaje incorporado, menor será la trabajabilidad en estado fresco. Al emplearse un 0.5% se presenta un aumento de la resistencia a la compresión de más del 20% (Hilario & Cifuentes, 2021). De la misma manera con las fibras de estopa de coco se obtuvo que con una adición de 1.5% se obtienen los mejores resultados en cuanto a la resistencia a la compresión (Quintero & González, 2006).

En Zambrano (2016), se determinó el tamaño óptimo para las fibras de cabuya, utilizando longitudes de 8 a 2 cm. Los resultados fueron que para 2 cm se logró una buena unión con la matriz, obteniendo una mezcla homogénea. Por lo tanto, y con la finalidad de obtener una mejor incorporación en la mezcla y un grado óptimo de trabajabilidad, se emplearon fibras de 1 cm. Como las fibras de maguey tienen una longitud entre 1 – 1.5 m, se debieron cortar para obtener la longitud deseada. Cabe resaltar que el proceso de cortado, aunque sencillo, es uno de los procesos más largos, debido a que se realiza de manera manual, con ayuda de tijeras.



## **7.2 Elaborar un bloque ecológico con las dosificaciones apropiadas de fibras de maguey**

### **7.2.1 Caracterización de los materiales para el diseño de mezcla.**

#### **7.2.1.1 Características del cemento.**

El Cemento Estructural MAX de Cementos ARGOS, es un cemento especialmente diseñado para la producción industrializada de concreto cumplen con las especificaciones de la Norma Técnica Colombiana NTC 121 (Tipo ART).

El peso específico consignado en la hoja técnica del cemento ARGOS es de 3.15 gr/cm<sup>3</sup>, sin embargo, des un valor calculado a nivel del mar, sin tomar en cuenta las variaciones de presión debido a altura. Por lo tanto, se considerará un peso específico de 3.10 gr/cm<sup>3</sup> el cual se ha demostrado en diferentes investigaciones que es apropiado para el diseño de mezclas. En el Anexo II se presenta la ficha técnica del Cemento Estructural MAX de Cementos ARGOS.

#### **7.2.1.2 Características de los agregados.**

Las propiedades de los agregados empleados en el diseño fueron calculadas mediante los ensayos establecidos por la NTC en el laboratorio SOAL Ingeniería de la ciudad de Valledupar. Los ensayos realizados corresponden a propiedades físicas de los agregados y el análisis granulométrico cuyos resultados se comparan con la NTC 174, en las gráficas 1 y 2 para el agregado grueso y fino, respectivamente. Con el fin de verificar que cumplen con la normatividad y así determinar el método de diseño de mezcla.



En el Anexo III se presenta la ficha técnica de laboratorio, donde se describen las ecuaciones y procedimientos utilizados.

**Tabla 18.**

*Características de los agregados a ser empleados en las mezclas de concreto.*

<b>Agregado</b>	<b>Grava</b>	<b>Arena</b>	<b>Unidades</b>
Peso específico aparente	2462	2403	kg/m <sup>3</sup>
Peso específico aparente (SSS)	2553	2550	kg/m <sup>3</sup>
Peso específico aparente nominal	2710	2820	kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Suelta Húmedo	1184.2	1401.2	kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitaria Compacta Húmedo	1324.8	1555.3	kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Suelta Seco	1184.0	1400.8	kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitaria Compacta Seco	1324.7	1554.9	kg/m <sup>3</sup>
Tamaño Máximo	3/4"	---	Pulgadas
Tamaño Máximo Nominal	3/8"	---	Pulgadas
Humedad	1.02%	2.56%	%
Absorción	3.74%	6.15%	%
Características superficiales	Angular rugoso	---	---

Fuente: SOAL INGENIERÍA, 2021.

**Tabla 19.**

*Resultados de la caracterización granulométrica de los agregados.*

<b>Material</b>	<b>Tamiz</b>	<b>% Pasa</b>
Grava	3/4"	100
	1/2"	98,9
	3/8"	97,2
	No. 4	51,5
	No. 8	0
Arena	3/8"	100
	No. 4	100
	No. 8	77,3
	No. 16	55,6
	No. 30	34,1
	No. 50	25,1
	No. 100	4

Fuente: SOAL INGENIERÍA, 2021.



### **7.2.1.3 Características del agua.**

El agua empleada en la preparación y curado de los bloques de concreto, fue el agua de la red de distribución de la ciudad, que cumple con los límites máximos y mínimos permisibles según el Decreto 1575 y resolución 2115 del año 2007; cumpliendo así los requisitos de calidad para la elaboración y curado del concreto indicado en la Norma NTC 3459.

### **7.2.2 Diseños de mezcla para bloques de concreto**

Se diseñaron dos tipos de bloques para las muestras patrón, correspondientes a A1 y B2, con el método ACI 211 y el método gráfico del Road Note Laboratory para la optimización granulométrica, descritos en la etapa 2 del desarrollo metodológico. El resumen de los diseños de mezcla se encuentra en el Anexo IV.

#### **7.2.2.1 Diseño de mezcla para bloques de concreto tipo A1**

A continuación, se realizó el diseño de mezcla de concreto para un bloque convencional de alta resistencia.

**1. Selección del asentamiento.** Debido a que se trató de un elemento prefabricado y un sistema de compactación por vibración, se seleccionó el asentamiento de 20 milímetros de consistencia muy seca como lo indica la tabla 7.

**2. Selección del tamaño máximo nominal (TMN).** Teniendo en cuenta los resultados granulométricos obtenidos en el laboratorio se determinó un tamaño máximo de  $\frac{3}{4}$ " y un tamaño nominal de  $\frac{3}{8}$ ". (Ver Anexo III).



3. **Estimación del contenido de aire.** Se determinó el contenido de aire naturalmente atrapado según el tamaño máximo nominal del agregado grueso (3/8”) y de acuerdo a la tabla 8, se obtuvo un porcentaje promedio aproximado de aire atrapado de 3%.

4. **Estimación de cantidad de agua de mezclado.** De acuerdo a la tabla 9, para un concreto sin aire incluido y con agregados de forma angular y textura rugosa, se obtuvo la cantidad de agua de mezclado interpolando los valores de agua de mezclado para un tamaño máximo de 3/4” y un asentamiento de 20 mm.

$$\left\{ \begin{array}{ll} 0 \text{ mm} & 186 \text{ kg/m}^3 \\ 20\text{mm} & y \\ 25\text{mm} & 194 \text{ kg/m}^3 \end{array} \right\}$$

Se utilizó la ecuación 7 y resultó,

$$y = \left( \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \right) (x - x_1) + y_1 \quad \text{Ecuación (7)}$$

$$y = \left( \frac{194 - 186}{25 - 0} \right) (20 - 0) + 186 = 192 \text{ kg/m}^3$$

5. **Determinación de la resistencia de diseño.** La resistencia que se requirió según las especificaciones fue  $(f'c) = 13 \text{ MPa}$ . Como no se contó con registros de ensayos de resistencia en obra, se utilizó la tabla 10, de acuerdo NSR-10. Se obtuvo que para  $f'c < 21 \text{ MPa}$  se debe aplicar la ecuación 8. Por lo tanto,

$$f'cr = f'c + 7.0 \quad \text{Ecuación (8)}$$

$$f'cr = 13 \text{ MPa} + 7.0 = 20 \text{ MPa}$$



La resistencia de diseño fue de 20 Mpa, lo que equivale a 2901 psi y a su vez a 204 kg/cm<sup>2</sup>.

**6. Estimación de la relación agua/cemento (a/c).** A partir de la tabla 11 se obtuvo la relación agua cemento, interpolando los valores para concreto sin aire incluido y resistencia de 204 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días y resultó lo siguiente:

$$\left\{ \begin{array}{ll} 175 \text{ kg/cm}^2 & 0,65 \\ 204 \text{ kg/cm}^2 & y \\ 210 \text{ kg/cm}^2 & 0,58 \end{array} \right\}$$

Se sustituyó y se resolvió en la ecuación 7,

$$y = \left( \frac{204 - 175}{210 - 175} \right) (0,58 - 0,65) + 0,65 = 0,59$$

Así mismo, la relación a/c que se necesitó para un concreto de 2901 PSI (204 kg/cm<sup>2</sup>) fue de 0.59 y como se trató de un concreto que no fue expuesto a sustancias dañinas, no se tuvo limitante para asegurar el valor de a/c.

**7. Cálculo del contenido del cemento.** Para el cálculo de la cantidad de cemento se empleó la ecuación 1,

$$C = \frac{192 \text{ kg/m}^3}{0,59} = 325 \text{ kg/m}^3$$

**8. Verificación de cumplimiento de las recomendaciones granulométricas.** Los resultados del análisis granulométrico se pueden observar de forma detallada en el Anexo III. A continuación, se verifica el cumplimiento de las recomendaciones granulométricas y se grafican los resultados. Los límites inferior y superior fueron tomados de la norma NTC 174.



**Tabla 20.**

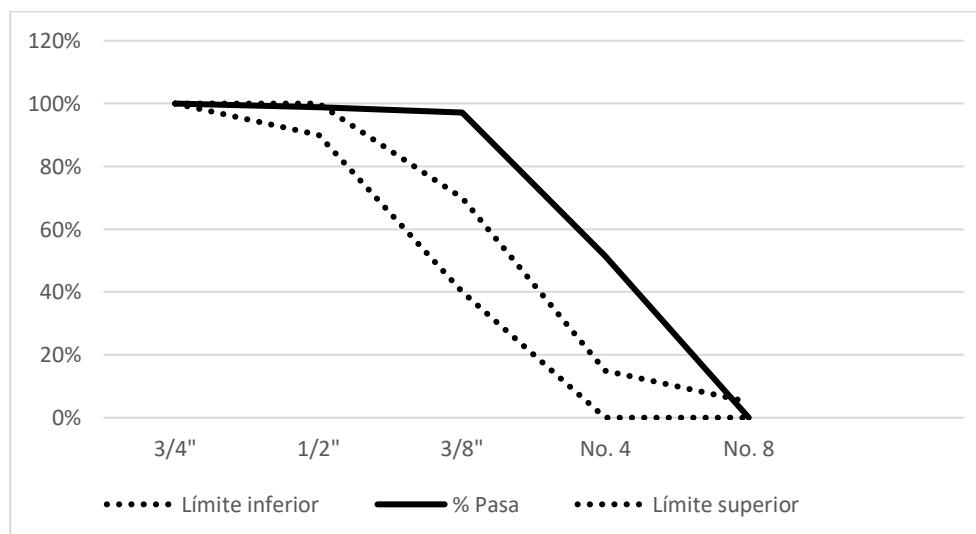
*Revisión de las especificaciones granulométricas de acuerdo a la NTC 174.*

Material	Tamiz	Límite inferior	% Pasa	Límite superior	Verificación
Grava	3/4"	100	100	100	OK
	1/2"	90	98,9	100	OK
	3/8"	40	97,2	70	NO
	No. 4	0	51,5	15	NO
	No. 8	0	0	5	OK
Arena	3/8"	100	100	100	OK
	No. 4	95	100	100	OK
	No. 8	80	77,3	100	NO
	No. 16	50	55,6	85	OK
	No. 30	25	34,1	60	OK
	No. 50	10	25,1	30	OK
	No. 100	2	4	10	OK

Fuente: Adaptado por autores, 2021.

**Gráfica 1.**

*Análisis granulométrico para agregado grueso y comparación con NTC 174*

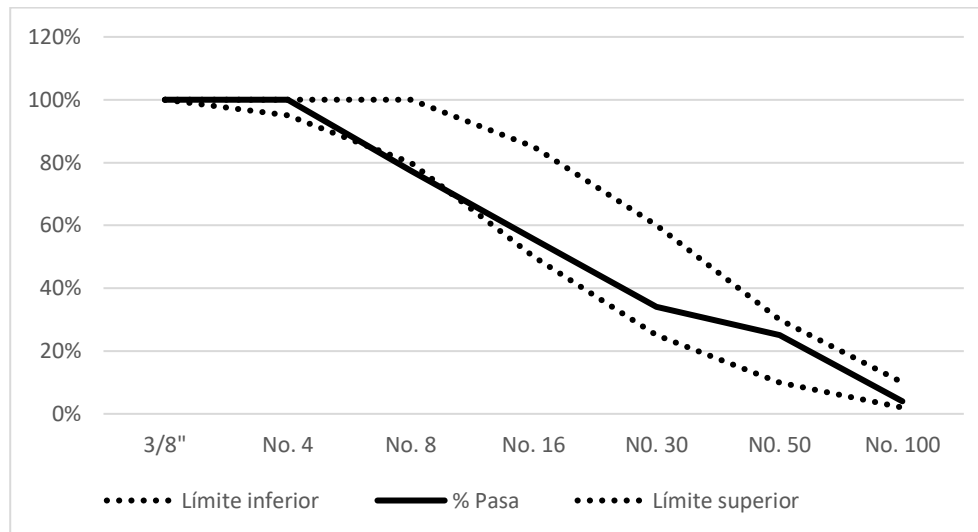


Fuente: Autores, 2021.



**Gráfica 2.**

*Análisis granulométrico para agregado fino y comparación con NTC 174.*



Fuente: Autores, 2021.

Las gráficas 1 y 2 demostraron que los agregados no cumplieron con las especificaciones de la NTC 174. Por lo tanto, se optimizó la granulometría mediante el método RNL y así se pudo usar este material para el diseño.

**9. Optimización de la granulometría mediante método de la Road Note Laboratory (RNL).** Para un TM de 3/4" se seleccionó los límites de los porcentajes que pasan de acuerdo a la tabla 12. Por consiguiente, se generó la tabla 21 con los rangos recomendados.

**Tabla 21.**

*Datos necesarios para realizar la gráfica de optimización.*

Tamiz	% Pasa	Rango recomendado	
3/4"	100	100	
1/2"	98,9	87	80
3/8"	97,2	78	68



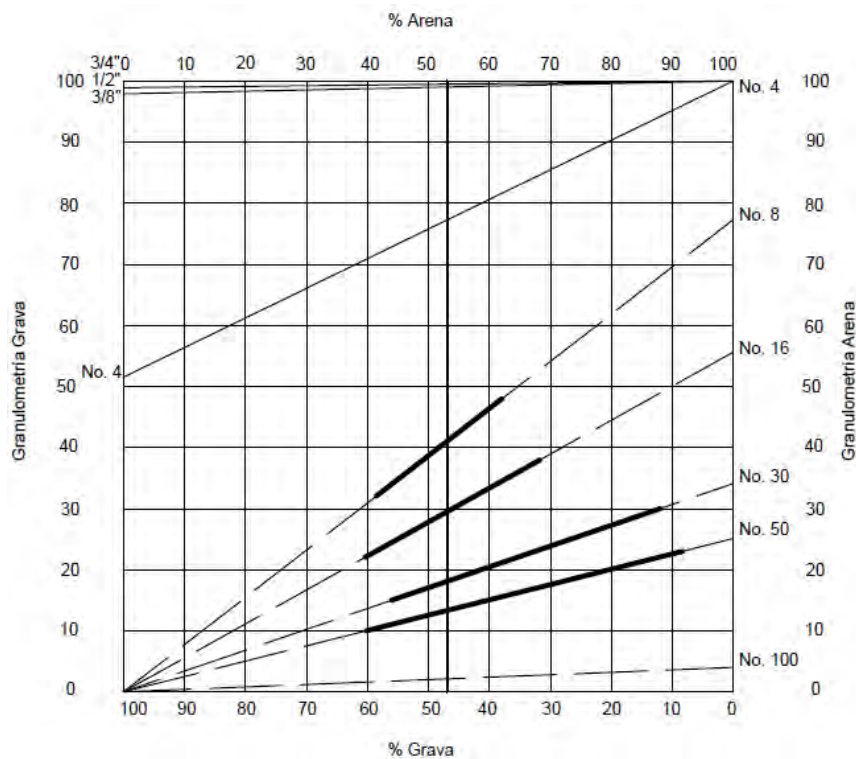
No. 4	51,5	100	62	47
No. 8		77,3	48	32
No. 16		55,6	38	22
No. 30		34,1	30	15
No. 50		25,1	23	10
No. 100		4	18	7

Fuente: Adaptado por autores, 2021.

Se hizo la gráfica 3 en el programa AutoCAD para de esta forma generar mayor precisión en las medidas y los resultados obtenidos.

### Gráfica 3.

*Optimización granulometría por método gráfico RNL.*



Fuente: Autores, 2021.



De acuerdo a la optimización de la granulometría por método gráfico RNL el diseño de mezclas estuvo compuesto de 53% de arena y 47% de grava.

**10. Estimación del contenido de grava y arena.** Se determinó el volumen de agregados por metro cúbico de concreto.

Para el cálculo de los volúmenes de agua y cemento se aplicó la siguiente ecuación.

$$\rho = \frac{\text{Masa}}{\text{Volumen}} \quad \text{Ecuación (3)}$$

Así pues,

$$V_{\text{Cemento}} = \frac{325 \text{ kg/m}^3}{3100 \text{ kg/m}^3} = 0,105 \text{ m}^3/\text{m}^3$$

$$V_{\text{Agua}} = \frac{192 \text{ kg/m}^3}{1000 \text{ kg/m}^3} = 0,192 \text{ m}^3/\text{m}^3$$

Se procedió a calcular el volumen de los agregados aplicando la ecuación 2:

$$V_t = 1 - (V_a + V_A + V_c) \quad \text{Ecuación (2)}$$

$$V_T = 1 - (0,03 + 0,192 + 0,105) \text{ m}^3/\text{m}^3$$

$$V_T = 0,673 \text{ m}^3/\text{m}^3$$

Para el cálculo de los pesos secos de grava y arena se necesitó la densidad aparente promedio de los mismos. Como el valor de densidad de la arena y grava difiere muy poco, se empleó la siguiente ecuación:

$$D_{\text{prom}} = (\%f \times D_f) + (\%g \times D_g) \quad \text{Ecuación (4)}$$

Así pues,

$$D_{\text{prom}} = (0,53 \times 2403 \text{ kg/m}^3) + (0,47 \times 2462 \text{ kg/m}^3)$$



$$D_{prom} = 2431 \text{ kg/m}^3$$

Por lo tanto,

$$W_{Ag} = D_{prom} \times V_t \times \%g \quad \text{Ecuación (5)}$$

Se reemplazó para la grava:

$$W_g = 2431 \text{ kg/m}^3 \times 0,673 \text{ m}^3/\text{m}^3 \times 0,47$$

$$W_g = 769 \text{ kg/m}^3$$

Por consiguiente, la de la arena, fue:

$$W_f = D_{prom} \times V_t \times \%f \quad \text{Ecuación (5)}$$

$$W_f = 2431 \text{ kg/m}^3 \times 0,673 \text{ m}^3/\text{m}^3 \times 0,53$$

$$W_f = 867 \text{ kg/m}^3$$

A continuación, los resultados obtenidos del diseño de mezcla.

**Tabla 22.**

*Proporciones de los materiales de la mezcla en peso seco y volumen para 1 m<sup>3</sup> de concreto para un bloque de alta resistencia – 13 MPa.*

Material	Peso seco (Kg/m <sup>3</sup> )	Densidad (Kg/m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )
Cemento	325	3100	0.105
Agua	192	1000	0.192
Aire	0	0	0.03
Grava	769	2462	0.312
Arena	867	2403	0.361
<b>Total</b>	<b>2153</b>		<b>1.00</b>

Fuente: Autores, 2021.

**Dosificación C: A: Af: Ag 1: 0.6: 2.7: 2.4**



### ***7.2.2.2 Diseño de mezcla de concreto bloques tipo A2, A3, A4***

Para el diseño de mezcla de los bloques tipo A2, A3 y A4 se realizó un ajuste al diseño de mezcla de los bloques de concreto A1. A continuación, los resultados en síntesis de los procedimientos del diseño de mezcla A1 y el ajuste hecho al mismo para cada tipo de bloque con adición de fibras.

#### ***1. Selección del asentamiento.***

Asentamiento deseado = 20 milímetros

Consistencia = Muy seca.

#### ***2. Selección del tamaño máximo nominal (TMN).***

TM = de 3/4"

TMN = 3/8"

#### ***3. Estimación del contenido de aire.***

Aire naturalmente atrapado = 3%.

#### ***4. Estimación de cantidad de agua de mezclado.***

Agua de mezclado = 192 kg/m<sup>3</sup>

#### ***5. Determinación de la resistencia de diseño.***

Resistencia de diseño = 20 Mpa = 2901 psi = 204 kg/cm<sup>2</sup>.

#### ***6. Estimación de la relación agua/cemento (a/c).***

Relación a/c = de 0.59.

#### ***7. Cálculo del contenido del cemento.***

Contenido de cemento = 325 kg/m<sup>3</sup>.



**8. Verificación de cumplimiento de las recomendaciones granulométricas.**

Los agregados no cumplen con la NTC 174.

**9. Optimización de la granulometría mediante método de la Road Note Laboratory (RNL).**

Composición de la mezcla = 53% de arena y 47% de grava

**10. Estimación del contenido de grava y arena.**

$$\text{Volumen de agua} = 0,192 \text{ m}^3/\text{m}^3$$

$$\text{Volumen de cemento} = 0,105 \text{ m}^3/\text{m}^3$$

**11. Ajuste del diseño de mezcla.** Verificadas las condiciones anteriores, se realizaron los ajustes apropiados en las proporciones. Los porcentajes de fibras son respecto al volumen total de la mezcla. El volumen de los agregados disminuye conforme la cantidad de fibras aumenta, para mantener el  $\text{m}^3$  de mezcla.

Para los **bloques de concreto tipo A2** el volumen de fibras es de 0,5% (v/v), este valor esta expresado en porcentaje, se necesitó en unidades de v/v. Por lo tanto,

$$\text{Volumen de fibras} = 0,5\% \left( \frac{\text{m}^3}{\text{m}^3} \right) \times \frac{1}{100\%} = 0,005 \text{ m}^3/\text{m}^3$$

Se procedió a calcular el volumen de los agregados usando la ecuación 6 y resultó:

$$V_t = 1 - (V_a + V_A + V_c + V_f) \quad \text{Ecuación (6)}$$

$$V_{\text{Agregados}} = 1 - (0,03 + 0,192 + 0,105 + 0,005) \text{ m}^3/\text{m}^3$$

$$V_{\text{Agregados}} = 0,668 \text{ m}^3/\text{m}^3$$



Para el cálculo de los pesos secos de grava y arena se debió conocer la densidad aparente promedio. Esta se determinó en el diseño de mezcla para el ítem A1,

$$D_{prom} = 2431 \text{ kg/m}^3$$

Se utilizó la ecuación 5 para calcular la masa de agregado grueso y resultó,

$$W_{Ag} = D_{prom} \times V_t \times \%Ag$$

$$W_g = 2431 \text{ kg/m}^3 \times 0,668 \text{ m}^3/\text{m}^3 \times 0,47$$

$$W_g = 763 \text{ kg/m}^3$$

Se utilizó la ecuación 5 para calcular la masa de agregado fino y resultó,

$$W_f = 2431 \text{ kg/m}^3 \times 0,668 \text{ m}^3/\text{m}^3 \times 0,53$$

$$W_f = 861 \text{ kg/m}^3$$

Se calculó el peso seco de fibras de maguey mediante el uso de la ecuación 3.

$$\rho = \frac{\text{Masa}}{\text{Volumen}} \quad \text{Ecuación (3)}$$

Se despejó la ecuación, se sustituyeron los datos; determinando así el peso de las fibras por metro cúbico de concreto.

$$M_{\text{Fibras}} = 0,005 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^3} * 300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 1,5 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Para los **bloques de concreto tipo A3** el volumen de fibras es de 1,0% (v/v), este valor esta expresado en porcentaje, se necesitó en unidades de v/v. En consecuencia,

$$\text{Volumen de fibras} = 1,0\% \left( \frac{\text{m}^3}{\text{m}^3} \right) \times \frac{1}{100\%} = 0,01 \text{ m}^3/\text{m}^3$$

Se procedió a calcular el volumen de los agregados usando la ecuación 6 y resultó:



$$V_{Agregados} = 1 - (0,03 + 0,192 + 0,105 + 0,01) \text{ m}^3/\text{m}^3$$

$$V_{Agregados} = 0,663 \text{ m}^3/\text{m}^3$$

Se obtiene los pesos de la grava y arena con la densidad aparente promedio de los agregados,

$$D_{prom} = 2431 \text{ kg/m}^3$$

Se utilizó la ecuación 5 para calcular la masa de agregado grueso y resultó,

$$W_g = 2431 \text{ kg/m}^3 \times 0,663 \text{ m}^3/\text{m}^3 \times 0,47$$

$$W_g = 758 \text{ kg/m}^3$$

Se utilizó la ecuación 5 para calcular la masa de agregado fino y resultó,

$$W_f = 2431 \text{ kg/m}^3 \times 0,663 \text{ m}^3/\text{m}^3 \times 0,53$$

$$W_f = 854 \text{ kg/m}^3$$

Se utilizó la ecuación 3 para el cálculo del peso seco de fibras de maguey, como se describió anteriormente,

$$M_{\text{Fibras}} = 0,01 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^3} * 300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 3,0 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Para los **bloques de concreto tipo A4** el volumen de fibras es de 1,5% (v/v), este valor esta expresado en porcentaje, se necesitó en unidades de v/v. Como resultado,

$$\text{Volumen de fibras} = 1,5\% \left( \frac{\text{m}^3}{\text{m}^3} \right) \times \frac{1}{100\%} = 0,015 \text{ m}^3/\text{m}^3$$

Se procedió a calcular el volumen de los agregados usando la ecuación 6 y resultó:

$$V_{Agregados} = 1 - (0,03 + 0,192 + 0,105 + 0,015) \text{ m}^3/\text{m}^3$$

$$V_{Agregados} = 0,658 \text{ m}^3/\text{m}^3$$



Se obtiene los pesos de la grava y arena con la densidad aparente promedio,

$$D_{prom} = 2431 \text{ kg/m}^3$$

Se utilizó la ecuación 5 para calcular la masa de agregado grueso y resultó,

$$W_g = 2431 \text{ kg/m}^3 \times 0,658 \text{ m}^3/\text{m}^3 \times 0,47$$

$$W_g = 752 \text{ kg/m}^3$$

Se utilizó la ecuación 5 para calcular la masa de agregado fino y resultó,

$$W_f = 2431 \text{ kg/m}^3 \times 0,658 \text{ m}^3/\text{m}^3 \times 0,53$$

$$W_f = 848 \text{ kg/m}^3$$

Se utilizó la ecuación 3 para el cálculo del peso seco de fibras de maguey,

$$M_{\text{Fibras}} = 0,015 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^3} * 300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 4,5 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

A continuación, se presentan los resultados obtenidos y se comparan con las proporciones en peso seco para la muestra patrón.

**Tabla 23.**

*Peso en seco por metro cubico de concreto para los bloques de alta resistencia.*

Materiales	Proporcionamientos en peso seco (kg/m <sup>3</sup> )			
	Sin fibras	0,5% de fibras	1,0 % de fibras	1,5 % de fibras
	A1	A2	A3	A4
<b>Cemento</b>	325	325	325	325
<b>Agua</b>	192	192	192	192
<b>Aire</b>	0	0	0	0
<b>Grava</b>	769	763	758	752
<b>Arena</b>	867	861	854	848
<b>Fibras</b>	---	1,5	3	4,5

Fuente: Autores, 2021.



### 7.2.2.1 *Diseño de mezcla para bloques de concreto tipo B1*

Este método de diseño, igual que el anterior, consideró las tablas empleadas por el comité 211 del ACI para la selección de los materiales que intervienen en la pasta de concreto. Sin embargo, para la selección de las proporciones de los agregados se empleó el método de la Road Note Laboratory (RNL).

**1. Selección del asentamiento.** Debido a que se trató de un elemento prefabricado y un sistema de compactación por vibración, se seleccionó el asentamiento de 20 milímetros de consistencia muy seca como lo indica la tabla 7.

**2. Selección del tamaño máximo nominal (TMN).** Teniendo en cuenta los resultados granulométricos obtenidos en el laboratorio se determinó un tamaño máximo de 3/4" y un tamaño nominal de 3/8". (Ver Anexo III).

**3. Estimación del contenido de aire.** Se determinó el contenido de aire naturalmente atrapado según el tamaño máximo nominal del agregado grueso (3/8") y de acuerdo a la tabla 8, se obtuvo un porcentaje promedio aproximado de aire atrapado de 3%.

**4. Estimación de cantidad de agua de mezclado.** De acuerdo a la tabla 9, para un concreto sin aire incluido y con agregados de forma angular y textura rugosa, se obtuvo la cantidad de agua de mezclado interpolando los valores de agua de mezclado para un tamaño máximo de 3/4" y un asentamiento de 20 mm.

$$\left\{ \begin{array}{ll} 0 \text{ mm} & 186 \text{ kg/m}^3 \\ 20\text{mm} & y \\ 25\text{mm} & 194 \text{ kg/m}^3 \end{array} \right\}$$



Se utilizó la ecuación 7 y resultó,

$$y = \left( \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \right) (x - x_1) + y_1 \quad \text{Ecuación (7)}$$

$$y = \left( \frac{194 - 186}{25 - 0} \right) (20 - 0) + 186 = 192 \text{ kg/m}^3$$

**5. Determinación de la resistencia de diseño.** La resistencia que se requirió según las especificaciones fue  $(f'c) = 8 \text{ MPa}$ . Como no se contó con registros de ensayos de resistencia en obra, se utilizó la tabla 10, de acuerdo NSR-10 y se obtuvo que para  $f'c < 21 \text{ MPa}$  se debe aplicar la ecuación 8.

Se usó la ecuación 8 y se obtuvo,

$$f'cr = f'c + 7.0 \quad \text{Ecuación (8)}$$

$$f'cr = 8 \text{ MPa} + 7.0 = 15 \text{ MPa}$$

La resistencia de diseño fue de 15 Mpa, lo que equivale a 2176 psi y a su vez a 153 kg/cm<sup>2</sup>.

**6. Estimación de la relación agua/cemento (a/c).** A partir de la tabla 11 se obtuvo la relación agua cemento, interpolando los valores para concreto sin aire incluido y resistencia de 204 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días y resultó lo siguiente:

$$\left\{ \begin{array}{ll} 175 \text{ kg/cm}^2 & 0,65 \\ 153 \text{ kg/cm}^2 & y \\ 210 \text{ kg/cm}^2 & 0,58 \end{array} \right\}$$

Se sustituyó y se resolvió en la ecuación 7,

$$y = \left( \frac{153 - 175}{210 - 175} \right) (0,58 - 0,65) + 0,65 = 0,69$$



Así mismo, la relación a/c que se necesitó para un concreto de 2901 PSI (204 kg/cm<sup>2</sup>) fue de 0.69 y como se trató de un concreto que no fue expuesto a sustancias dañinas, no se tuvo limitante para asegurar el valor de a/c.

**7. Cálculo del contenido del cemento.** Para el cálculo de la cantidad de cemento se empleó la ecuación 1,

$$C = \frac{192 \text{ kg/m}^3}{0,69} = 278 \text{ kg/m}^3$$

**8. Verificación de cumplimiento de las recomendaciones granulométricas.** Los resultados del análisis granulométrico se pueden observar de forma detallada en el Anexo III. Los límites inferior y superior fueron tomados de la norma NTC 174 y fueron verificados en el diseño de mezcla tipo A1

**9. Optimización de la granulometría mediante método de la Road Note Laboratory (RNL).** De acuerdo a la optimización de la granulometría por método gráfico RNL el diseño de mezclas estuvo compuesto de 53% de arena y 47% de grava y fue explicado detalladamente en el diseño A1.

**10. Estimación del contenido de grava y arena.** Se determinó el volumen de agregados por metro cúbico de concreto.

Para el cálculo de los volúmenes de agua y cemento se aplicó la siguiente ecuación.

$$\rho = \frac{\text{Masa}}{\text{Volumen}} \quad \text{Ecuación (3)}$$



Así pues,

$$V_{Cemento} = \frac{278 \text{ kg/m}^3}{3100 \text{ kg/m}^3} = 0,09 \text{ m}^3/\text{m}^3$$

$$V_{Agua} = \frac{192 \text{ kg/m}^3}{1000 \text{ kg/m}^3} = 0,192 \text{ m}^3/\text{m}^3$$

Se procedió a calcular el volumen de los agregados aplicando la ecuación 2:

$$V_T = 1 - (V_a + V_A + V_C) \quad \text{Ecuación (2)}$$

$$V_T = 1 - (0,03 + 0,192 + 0,09) \text{ m}^3/\text{m}^3$$

$$V_T = 0,688 \text{ m}^3/\text{m}^3$$

Para el cálculo de los pesos secos de grava y arena se debió conocer la densidad aparente promedio. Esta se determinó en el diseño de mezcla para el ítem A1,

$$D_{prom} = 2431 \text{ kg/m}^3$$

Se aplicó la ecuación 5 para el cálculo de los pesos secos de grava y resultó,

$$W_Ag = D_{prom} \times V_T \times \%g \quad \text{Ecuación (5)}$$

$$W_g = 2431 \text{ kg/m}^3 \times 0,688 \text{ m}^3/\text{m}^3 \times 0,47$$

$$W_g = 786 \text{ kg/m}^3$$

Por consiguiente, el peso seco la de la arena, aplicando la misma ecuación, fue:

$$W_f = 2431 \text{ kg/m}^3 \times 0,688 \text{ m}^3/\text{m}^3 \times 0,53$$

$$W_f = 886 \text{ kg/m}^3$$

En la tabla 24 se especifican las proporciones de materiales en peso seco y por volumen de concreto para los dos diseños establecidos.



**Tabla 24.**

*Proporciones de los materiales de la mezcla en peso seco y volumen para 1 m<sup>3</sup> de concreto para un bloque de baja resistencia – 8 MPa.*

<b>Material</b>	<b>Peso seco (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Densidad (Kg/m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>)</b>
<b>Cemento</b>	278	3100	0.09
<b>Agua</b>	192	1000	0.192
<b>Aire</b>	0	0	0.03
<b>Grava</b>	786	2462	0.319
<b>Arena</b>	886	2403	0.369
<b>Total</b>	2142		1.00

Fuente: Autores, 2021.

***Dosificación C: A: Af: Ag 1: 0.7: 3.2: 2.8***

#### ***7.2.2.2 Diseño de mezcla de concreto bloques tipo B2, B3, B4***

Para el diseño de mezcla de los bloques tipo B2, B3 y B4 se realizó un ajuste al diseño de mezcla de los bloques de concreto B1. A continuación, los resultados en síntesis de los procedimientos del diseño de mezcla B1 y el ajuste efectuado al mismo para cada tipo de bloque con adición de fibras.

##### ***1. Selección del asentamiento.***

Asentamiento deseado = 20 milímetros

Consistencia = Muy seca.

##### ***2. Selección del tamaño máximo nominal (TMN).***

TM = de ¾”

TMN = 3/8”



**3. Estimación del contenido de aire.**

Aire naturalmente atrapado = 3%.

**4. Estimación de cantidad de agua de mezclado.**

Agua de mezclado = 192 kg/m<sup>3</sup>

**5. Determinación de la resistencia de diseño.**

Resistencia de diseño = 15 Mpa = 2176 psi = 153 kg/cm<sup>2</sup>.

**6. Estimación de la relación agua/cemento (a/c).**

Relación a/c = de 0.69.

**7. Cálculo del contenido del cemento.**

Contenido de cemento = 278 kg/m<sup>3</sup>.

**8. Verificación de cumplimiento de las recomendaciones granulométricas.**

Los agregados no cumplen con la NTC 174.

**9. Optimización de la granulometría mediante método de la Road Note Laboratory (RNL).**

Composición de la mezcla = 53% de arena y 47% de grava

**10. Estimación del contenido de grava y arena.**

Volumen de agua = 0,192 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>

Volumen de cemento = 0,09 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>

**11. Ajustes del diseño de mezcla.** Verificadas las condiciones anteriores, se realizaron los ajustes apropiados en las proporciones. Los porcentajes de fibras son respecto al volumen



total de la mezcla. El volumen de los agregados disminuye conforme la cantidad de fibras aumenta, para mantener el  $m^3$  de mezcla.

Para los *bloques de concreto tipo B2* el volumen de fibras es de 0,5% (v/v), este valor esta expresado en porcentaje, se necesitó en unidades de v/v. Por lo tanto,

$$\text{Volumen de fibras} = 0,5\% \left( \frac{m^3}{m^3} \right) \times \frac{1}{100\%} = 0,005 m^3/m^3$$

Se procedió a calcular el volumen de los agregados usando la ecuación 6 y resultó:

$$V_t = 1 - (V_a + V_A + V_c + V_f) \quad \text{Ecuación (6)}$$

$$V_{Agregados} = 1 - (0,03 + 0,192 + 0,09 + 0,005) m^3/m^3$$

$$V_{Agregados} = 0,683 m^3/m^3$$

Para el cálculo de los pesos secos de grava y arena se debió conocer la densidad aparente promedio. Esta se determinó en el diseño de mezcla para el ítem A1,

$$D_{prom} = 2431 \text{ kg}/m^3$$

Se utilizó la ecuación 5 para calcular la masa de agregado grueso y resultó,

$$W_{Ag} = D_{prom} \times V_t \times \%Ag$$

$$W_g = 2431 \text{ kg}/m^3 \times 0,683 m^3/m^3 \times 0,47$$

$$W_g = 780 \text{ kg}/m^3$$

Se utilizó la ecuación 5 para calcular la masa de agregado fino y resultó,

$$W_f = 2431 \text{ kg}/m^3 \times 0,683 m^3/m^3 \times 0,53$$

$$W_f = 880 \text{ kg}/m^3$$

Se calculó el peso seco de fibras de maguey mediante el uso de la ecuación 3.



$$\rho = \frac{\text{Masa}}{\text{Volumen}} \quad \text{Ecuación (3)}$$

Se despejó la ecuación, se sustituyeron los datos; determinando así el peso de la fibra por metro cúbico de concreto.

$$M_{\text{Fibras}} = 0,005 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^3} * 300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 1,5 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Para los **bloques de concreto tipo B3** el volumen de fibra es de 1,0% (v/v), este valor esta expresado en porcentaje, se necesitó en unidades de v/v. Pues,

$$\text{Volumen de fibras} = 1,0\% \left( \frac{\text{m}^3}{\text{m}^3} \right) \times \frac{1}{100\%} = 0,01 \text{ m}^3/\text{m}^3$$

Se procedió a calcular el volumen de los agregados usando la ecuación 6 y resultó:

$$V_{\text{Agregados}} = 1 - (0,03 + 0,192 + 0,09 + 0,01) \text{ m}^3/\text{m}^3$$

$$V_{\text{Agregados}} = 0,678 \text{ m}^3/\text{m}^3$$

Se obtiene los pesos de la grava y arena con la densidad aparente promedio de los agregados,

$$D_{\text{prom}} = 2431 \text{ kg}/\text{m}^3$$

Se utilizó la ecuación 5 para calcular la masa de agregado grueso y resultó,

$$W_g = 2431 \text{ kg}/\text{m}^3 \times 0,678 \text{ m}^3/\text{m}^3 \times 0,47$$

$$W_g = 775 \text{ kg}/\text{m}^3$$

Se utilizó la ecuación 5 para calcular la masa de agregado fino y resultó,

$$W_f = 2431 \text{ kg}/\text{m}^3 \times 0,678 \text{ m}^3/\text{m}^3 \times 0,53$$

$$W_f = 874 \text{ kg}/\text{m}^3$$



Se utilizó la ecuación 3 para el cálculo el peso seco de fibras de maguey, como se describió anteriormente,

$$M_{\text{Fibras}} = 0,01 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^3} * 300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 3,0 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Para los **bloques de concreto tipo B4** el volumen de fibras es de 1,5% (v/v), este valor esta expresado en porcentaje, se necesitó en unidades de v/v. Como resultado,

$$\text{Volumen de fibras} = 1,5\% \left( \frac{\text{m}^3}{\text{m}^3} \right) \times \frac{1}{100\%} = 0,015 \text{ m}^3/\text{m}^3$$

Se procedió a calcular el volumen de los agregados usando la ecuación 6 y resultó:

$$V_{\text{Agregados}} = 1 - (0,03 + 0,192 + 0,09 + 0,015) \text{ m}^3/\text{m}^3$$

$$V_{\text{Agregados}} = 0,673 \text{ m}^3/\text{m}^3$$

Se obtiene los pesos de la grava y arena con la densidad aparente promedio de los agregados,

$$D_{\text{prom}} = 2431 \text{ kg}/\text{m}^3$$

Se utilizó la ecuación 5 para calcular la masa de agregado grueso y resultó,

$$W_g = 2431 \text{ kg}/\text{m}^3 \times 0,673 \text{ m}^3/\text{m}^3 \times 0,47$$

$$W_g = 769 \text{ kg}/\text{m}^3$$

Se utilizó la ecuación 5 para calcular la masa de agregado fino y resultó,

$$W_f = 2431 \text{ kg}/\text{m}^3 \times 0,673 \text{ m}^3/\text{m}^3 \times 0,53$$

$$W_f = 867 \text{ kg}/\text{m}^3$$

Se utilizó la ecuación 3 para el cálculo el peso seco de fibras de maguey, como se describió anteriormente,



$$M_{\text{Fibras}} = 0,015 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^3} * 300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 4,5 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

A continuación, se presentan los resultados obtenidos y se comparan con las proporciones en peso seco para la muestra patrón.

**Tabla 25.**

*Peso en seco por metro cubico de concreto para los bloques de baja resistencia.*

<b>Proporcionamientos en peso seco (kg/m<sup>3</sup>)</b>				
<b>Materiales</b>	<b>Sin fibras</b>	<b>0,5% de fibras</b>	<b>1,0 % de fibras</b>	<b>1,5 % de fibras</b>
	<b>B1</b>	<b>B2</b>	<b>B3</b>	<b>B4</b>
<b>Cemento</b>	278	278	278	278
<b>Agua</b>	192	192	192	192
<b>Aire</b>	0	0	0	0
<b>Grava</b>	786	780	775	769
<b>Arena</b>	886	880	874	867
<b>Fibras</b>	---	1,5	3	4,5

Fuente: Autores, 2021.



### 7.3 Evaluar la eficiencia de los bloques ecológicos como alternativa de uso sostenible en la construcción de viviendas

A continuación, se describen y analizan los resultados obtenidos para resistencia a la compresión y absorción de agua y se comparan con la NTC 4026.

#### 7.3.1 Resistencia promedio a la compresión

Se determinó la resistencia a la compresión de los 72 bloques de concreto a diferentes edades y adiciones de fibras en grupos de tres especímenes. En el Anexo VI se presentan las tablas del informe de laboratorio para ensayos de resistencia a la compresión a diferentes edades por parte del laboratorio SOAL Ingeniería. A continuación, los resultados, en síntesis:

**Tabla 26.**

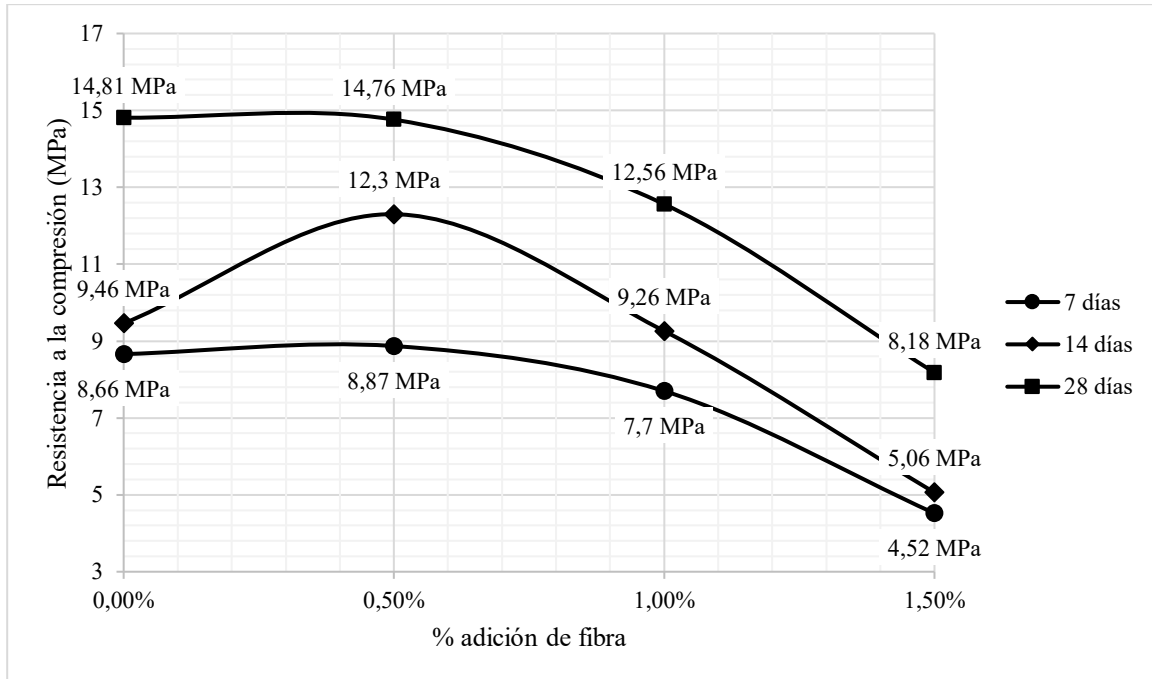
*Resultados de ensayo a compresión para bloques de alta resistencia.*

Ítem	Descripción	Resistencia obtenida (MPa)			Variación de la resistencia a los 28 días
		Edad (Días)			
		7	14	28	
A1	Bloque sin adición de fibras	7,32	11,13	14,92	0,00%
		12,51	6,95	14,94	
		6,16	10,3	14,58	
	<b>Promedio</b>	<b>8,66</b>	<b>9,46</b>	<b>14,81</b>	
A2	Bloque con 0.5% de fibras	9,69	11,86	13,07	-0,34%
		8,73	13,38	17,82	
		8,18	11,67	13,4	
	<b>Promedio</b>	<b>8,87</b>	<b>12,3</b>	<b>14,76</b>	
A3	Bloque con 1.0% de fibras	7,72	10,16	16,16	-15,19%
		6,97	8,47	10,72	
		8,41	9,15	10,8	
	<b>Promedio</b>	<b>7,70</b>	<b>9,26</b>	<b>12,56</b>	
A4	Bloque con 1.5% de fibras	2,66	3,83	8,08	-44,77%
		5,32	5,71	9,43	
		5,57	5,65	7,02	
	<b>Promedio</b>	<b>4,52</b>	<b>5,06</b>	<b>8,18</b>	

Fuente: Autores, 2021.

**Gráfica 4.**

*Consolidado de los promedios de ensayos a compresión a diferentes edades y porcentajes de adición de fibras para bloques de alta resistencia.*



Fuente: Autores, 2021.

En la tabla 26 y la gráfica 4 se observa que la resistencia a la compresión incrementa independientemente del porcentaje de adición de fibras. Para la edad de 7 días, se observa que ante la adición de fibras al 0.5% se ve un aumento no significativo; la resistencia disminuye ante la adición de 1.0% de fibras, siendo muy significativa la disminución al 1.5% de adición de fibras. Para la edad de 14 días se ve un incremento significativo en la resistencia con adición de fibras al 0.5%, la resistencia disminuye ante la adición de 1.0% de fibra, siendo



muy significativa la disminución al 1.5% de adición de fibras igual que el ensayo de los 7 días.

Sin embargo, a los 28 días con la adición de diversos porcentajes de fibras no se muestra un incremento en la resistencia. La adición de 0.5% es el que menor variación tiene. La resistencia disminuye ante la adición de 1.0% de fibras, sigue siendo muy significativa la disminución al 1.5% de adición de fibra igual que el ensayo de los 7 y 14 días. Se observa cómo entre mayor sea el porcentaje de fibras en el concreto, la resistencia a la compresión disminuye. Evidenciando que a mayor dosificación la resistencia disminuye.

**Figura 6.**

*Bloques de alta resistencia sin adición de fibras ensayados a compresión a la edad de 28 días.*





Fuente: Autores, 2021.

**Figura 7.**

*Bloque de alta resistencia con 0.5% de adición de fibras ensayado a compresión a la edad de 28 días.*





**Universidad  
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL Y SANITARIA**



Fuente: Autores, 2021.





**Figura 8.**

*Bloque de alta resistencia con 0.5% de adición de fibras ensayado a compresión a la edad de 28 días.*



Fuente: Autores, 2021.





**Tabla 27.**

*Resultados de ensayo a compresión para bloques de baja resistencia.*

Ítem	Descripción	Resistencia obtenida (MPa)			Variación de la resistencia a los 28 días
		Edad (Días)			
		7	14	28	
B1	Bloque sin adición de fibras	9,07	8,59	9,12	0,00%
		7,45	10,88	10,83	
		7,07	7,05	10,4	
	<b>Promedio</b>	<b>7,86</b>	<b>8,84</b>	<b>10,12</b>	
B2	Bloque con 0.5% de fibras	8,82	10,54	12,77	27,67%
		9,32	9,15	12,64	
		9,06	8,89	13,34	
	<b>Promedio</b>	<b>9,07</b>	<b>9,53</b>	<b>12,92</b>	
B3	Bloque con 1.0% de fibras	9,42	10,44	11,28	-5,43%
		7,48	6,74	6,02	
		8,46	9,84	11,4	
	<b>Promedio</b>	<b>8,45</b>	<b>9,01</b>	<b>9,57</b>	
B4	Bloque con 1.5% de fibras	3,92	5,82	6,73	-31,23%
		4,96	6,75	7,32	
		4,87	5,09	6,83	
	<b>Promedio</b>	<b>4,58</b>	<b>5,89</b>	<b>6,96</b>	

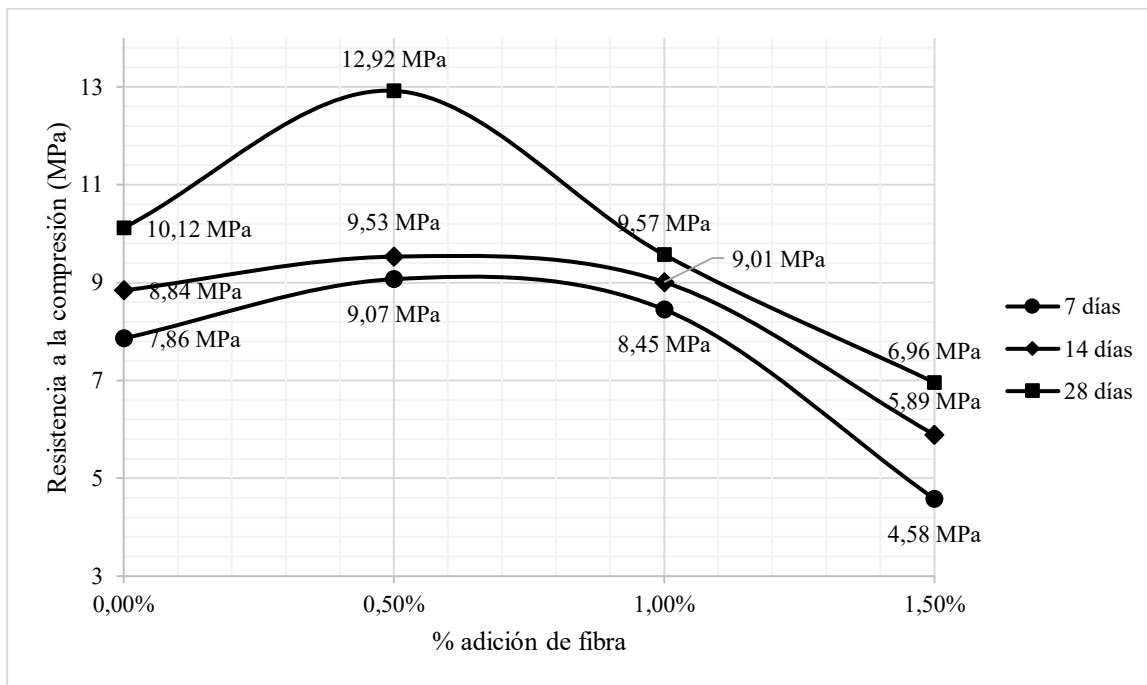
Fuente: Autores, 2021.

A continuación, en la gráfica 5 se observa que la resistencia a la compresión incrementa independientemente del porcentaje de adición de fibras. Para la edad de 7 días, se evidencia que ante la adición de fibras al 0.5% se da un aumento significativo, con la adición de fibras a un 1.0% se ve un incremento no significativo y la resistencia disminuye significativamente la adición de 1.5% de fibras. Para la edad de 14 días se observa que ante la adición de fibras al 0.5% y 1.0% se da un aumento significativo; la resistencia disminuye ante la adición de 1.5%. A los 28 días se evidencia un incremento significativo en la resistencia a la compresión con la adición de fibras a un 0.5%. Sin embargo, la resistencia

disminuye ante la adición de 1.0% de fibra, aunque no significativamente, y se mantiene muy significativa la disminución al 1.5% de adición de fibras igual que el ensayo de los 7 y 14 días. Se evidencia como en el diseño anterior, que entre mayor sea porcentaje de fibras la resistencia a la compresión disminuye.

**Gráfica 5.**

*Consolidado de los promedios de ensayos a compresión a diferentes edades y porcentajes de adición de fibras para bloques de baja resistencia.*



Fuente: Autores, 2021.



**Figura 9.**

*Bloque de baja resistencia sin adición de fibras ensayado a compresión.*



Fuente: Autores, 2021.





**Figura 10.**

*Bloque de baja resistencia con 0.5% de adición de fibras ensayado a compresión a la edad de 28 días.*

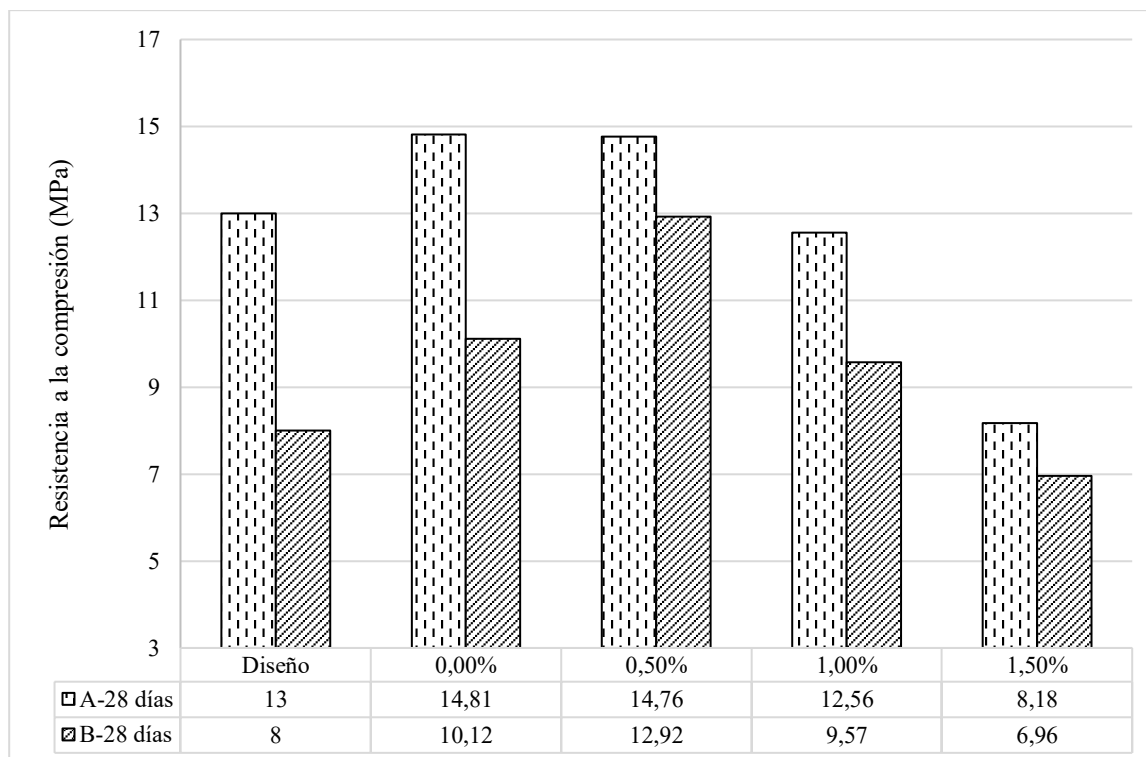


Fuente: Autores, 2021.



**Gráfica 6.**

*Consolidado de los promedios de ensayos a compresión a la edad de 28 días y diferentes porcentajes de adición de fibras para bloques de alta y baja resistencia.*



Fuente: Autores, 2021.

En la gráfica 6 se desarrolla el consolidado de los promedios de ensayos a compresión a la edad de 28 días con los diferentes porcentajes de adición de fibras para los dos tipos de bloques. Se puede observar para el bloque de baja y alta resistencia, el porcentaje de adición de 0.5% de adición de fibras fue el que mejor comportamiento tuvo al incrementar la resistencia durante todo el periodo hasta los 28 días. Con excepción para el de alta resistencia la adición de fibras al 0.5%, ya que a los 28 días no supero la resistencia de la muestra patrón,

con una diferencia no significativa. Todos los bloques sin adición y con adición de 0.05% y 1.0% superaron satisfactoriamente la resistencia de diseño para bloques de baja y alta resistencia respectivamente. Por lo tanto, cumplen con los requisitos de la NTC 4026, en donde se especifica que, para un promedio de tres unidades, los bloques para alta y baja resistencia, deben obtener 13 MPa y 8 MPa, respectivamente. Sin embargo, los valores de resistencia del porcentaje de 1.5% no fueron satisfactorios, estando por debajo de la resistencia de diseño, incumpliendo la normatividad.

### ***7.3.2 Absorción de agua promedio de los bloques de concreto***

El objetivo de los ensayos es analizar el comportamiento de absorción de agua en función del tiempo. Por lo tanto, se determinó el porcentaje de absorción de agua para 72 bloques y se clasificaron de acuerdo a la resistencia de diseño, el porcentaje de fibras añadidas y la edad en días. En el Anexo VII se presentan las tablas del informe de laboratorio para ensayo de absorción de agua de SOAL INGENIERÍA.

La NTC 4026 especifica que la absorción de agua (%) se determina según el peso (densidad) del concreto secado en horno en  $\text{kg/m}^3$ . De acuerdo al informe de laboratorio expedido por SOAL INGENIERÍA, el peso se clasifica como normal, es decir  $2000 \text{ kg/m}^3$  o más, debido a que el informe compara los resultados para alta y baja resistencia con 9% y 12% máximo, respectivamente. En la tabla 28 se describen los resultados de ensayos de absorción de agua para bloques de alta resistencia.



Tabla 28.

Resultados de ensayo de absorción de agua para bloques de alta resistencia.

Ítem	Descripción	Absorción de agua (%)		
		Edad (Días)		
		7	14	28
A1	Bloque sin adición de fibras	2,13	0,87	1,31
		2,31	1,12	1,2
		2,06	0,7	3,78
	<b>Promedio</b>	<b>2,17</b>	<b>0,9</b>	<b>2,1</b>
A2	Bloque con 0.5% de fibras	3,63	0,41	5,45
		4,39	0,6	1,24
		1,98	0,55	1,08
	<b>Promedio</b>	<b>3,33</b>	<b>0,52</b>	<b>2,59</b>
A3	Bloque con 1.0% de fibras	1,64	0,57	1,34
		0,24	0,37	2,72
		4,22	0,5	0,71
	<b>Promedio</b>	<b>2,03</b>	<b>0,44</b>	<b>1,59</b>
A4	Bloque con 1.5% de fibras	3,34	1,16	0,63
		2,67	1,17	2,69
		2,65	0,91	2,2
	<b>Promedio</b>	<b>2,89</b>	<b>1,08</b>	<b>1,84</b>

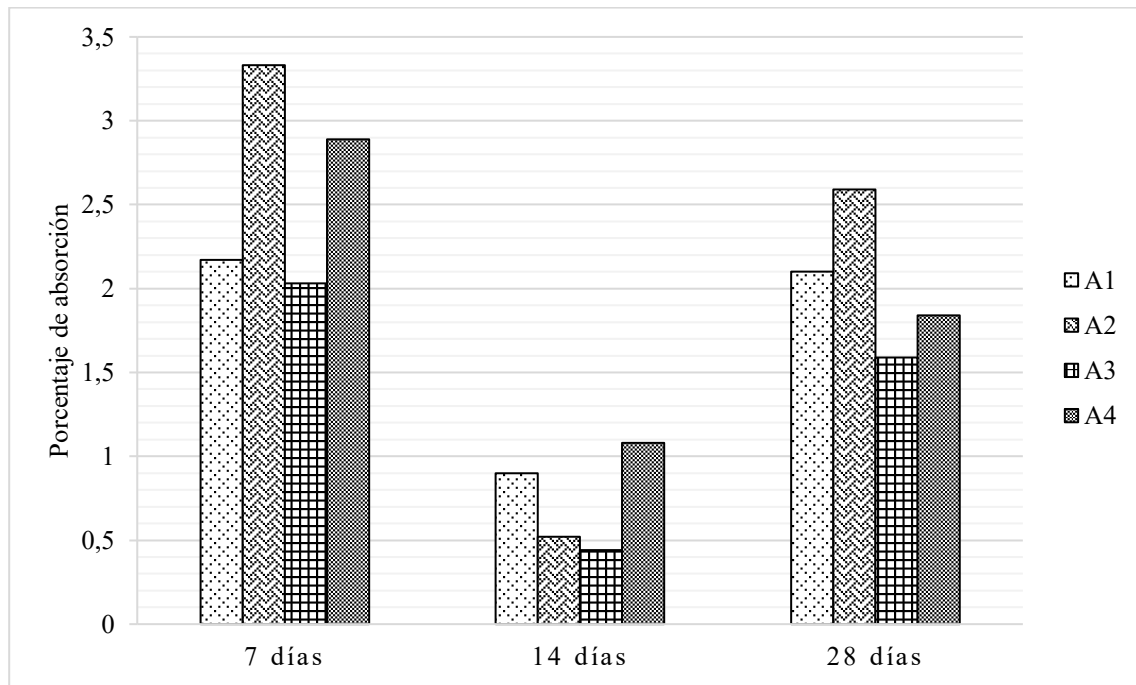
Fuente: Autores, 2021.

En la tabla 28 y gráfica 7 se representa que para los bloques diseñados para una alta resistencia el porcentaje de absorción siempre fue mayor los primeros 7 días y menor a la edad de 14 días. En la dosificación de fibras al 1.0% se presentó un menor porcentaje de absorción en los bloques. Los bloques sin adición de fibra no siempre se encuentran por debajo en los resultados, siendo los que mayor absorción presenta a los 14 días. De manera general todos los diseños de mezclas cumplen con la normativa vigente en la NTC 4026, siendo menor a 9% de absorción.



**Gráfica 7.**

*Porcentaje de absorción de agua para bloques de alta resistencia a distintas edades.*



Fuente: Autores, 2021.





**Figura 11.**

*Bloques de concreto sumergidos para ensayo de absorción de agua.*



Fuente: Autores, 2021.



Tabla 29.

Resultados de ensayo de absorción de agua para bloques de baja resistencia.

Ítem	Descripción	Porcentaje de absorción		
		Edad (Días)		
		7	14	28
B1	Bloque sin adición de fibras	2,46	1,30	3,98
		2,24	1,18	5,30
		2,78	1,09	4,47
	<b>Promedio</b>	<b>2,49</b>	<b>1,19</b>	<b>4,58</b>
B2	Bloque con 0.5% de fibras	3,25	1,66	1,68
		2,79	1,19	3,08
		1,93	2,27	4,38
	<b>Promedio</b>	<b>2,66</b>	<b>1,37</b>	<b>3,05</b>
B3	Bloque con 1.0% de fibras	0,63	1,21	1,33
		3,63	1,41	2,76
		2,25	1,14	0,96
	<b>Promedio</b>	<b>2,14</b>	<b>1,25</b>	<b>1,68</b>
B4	Bloque con 1.5% de fibras	2,22	0,54	0,68
		2,13	0,75	1,21
		2,15	0,53	3,53
	<b>Promedio</b>	<b>2,17</b>	<b>0,61</b>	<b>1,81</b>

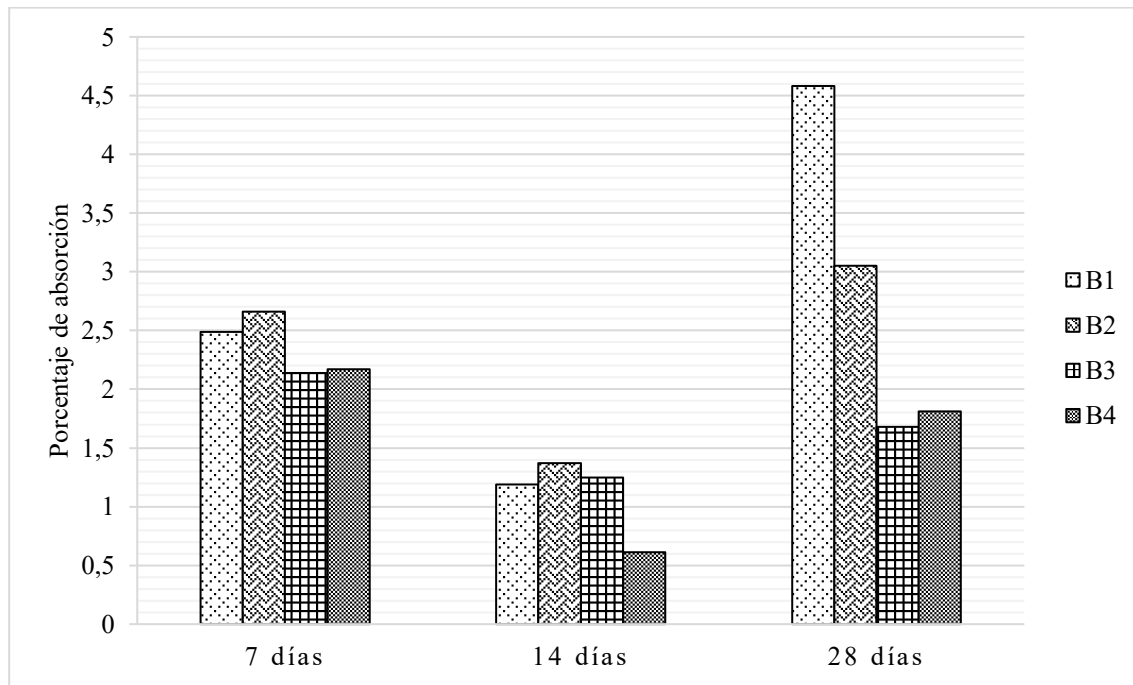
Fuente: Autores, 2021.

El comportamiento fue distinto en los bloques diseñados para baja resistencia, no se presentó un comportamiento general en cuanto al mayor porcentaje de absorción en los bloques, pero, se mantuvo el hecho de que el menor porcentaje estuvo a los 14 días de edad. En los bloques sin fibra añadida se tuvo un incremento significativo en el porcentaje de absorción de 4,58% a los 28 días.



**Gráfica 8.**

*Porcentaje de absorción de agua para bloques de baja resistencia a distintas edades.*



Fuente: Autores, 2021.

También se presentó de acuerdo a las dosificaciones de fibra, el bloque con un 0.5% de fibras resultó con un mayor porcentaje de absorción de acuerdo a los resultados para alta resistencia. Se puede inferir que el único comportamiento que es similar para todos los especímenes es que el menor porcentaje de absorción se tiene a los 14 días y cada porcentaje de fibras infiere de forma distinta según el diseño. De manera general todos los diseños de mezclas cumplen con la normativa vigente en la NTC 4026, siendo menor a 12% de absorción de agua.



### 7.3.3 Comparación estadística entre el bloque ecológico y el convencional

Para comparar estadísticamente los resultados de esta investigación, se desarrolló el análisis de varianza unifactorial, como se describe en el marco metodológico. La resistencia a la compresión, es una propiedad mecánica de gran relevancia para determinar la calidad del concreto. Por lo tanto, las variables se declararon de la siguiente manera:

**Variable independiente:** Adición de fibras de maguey.

**Variable dependiente:** Resistencia del concreto.

Para cada diseño se tienen cuatro ensayos, se presentan cuatro tipos de diseño, de los cuales tres poseen adición de fibras de maguey. En consecuencia, se obtienen 12 resultados por diseño. Se utiliza los resultados a la edad de 28 días, ya que es cuando el concreto alcanza su máxima resistencia. En la tabla 30 y 31 se describen los resultados para bloques de alta y baja resistencia respectivamente.

**Tabla 30.**

*Resultados de tratamientos de fibras de maguey para diseño de alta resistencia.*

<i>Alta Resistencia</i>	<i>Tratamientos</i>			
	0%	0,50%	1%	1,50%
Adición de fibra				
Resistencia a la compresión a los 28 días (MPa)	14,92	13,07	16,16	8,08
	14,94	17,82	10,72	9,43
	14,58	13,4	10,8	7,02

Fuente: Autores, 2021.



**Tabla 31.**

*Resultados de tratamientos de fibras de maguey para diseño de baja resistencia.*

<i>Baja Resistencia</i>	<i>Tratamientos</i>			
	0%	0,50%	1%	1,50%
Adición de fibra				
Resistencia a la compresión a los 28 días (MPa)	9,12 10,83 10,4	12,77 12,64 13,34	11,28 6,02 11,4	6,73 7,32 6,83

Fuente: Autores, 2021.

En las tablas 32 y 33 se muestran los resultados obtenidos del programa Microsoft Excel 2013. El estadístico F, permite contrastar la hipótesis nula:

*Si  $F > \text{Valor crítico para } F$ : Se acepta  $H_a$ .*

*Si  $\text{Valor crítico para } F > F$ : Se acepta  $H_0$*

### Hipótesis

$H_a$ : Las medidas de los tratamientos son diferentes.

$H_0$ : Todos los tratamientos son iguales.

**Tabla 32.**

*Análisis de varianza unifactorial para diseño de alta resistencia.*

ANOVA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	87,43	3	29,14	6,39	0,02	4,07
Dentro de los grupos	36,51	8	4,56			
Total	123,95	11				

Fuente: Autores, 2021.



Tabla 33.

*Análisis de varianza unifactorial para diseño de baja resistencia.*

ANOVA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	53,70	3	17,90	6,84	0,01	4,07
Dentro de los grupos	20,93	8	2,62			
Total	74,64	11				

Fuente: Autores, 2021.

Tanto para bloques de alta y baja resistencia se acepta la hipótesis nula, es decir las medidas de los tratamientos son diferentes. Por lo tanto, la adición de fibras de maguey a diversas dosificaciones, incide significativamente en la resistencia última a la compresión del concreto.

#### **7.3.4 Dosificación óptima para bloques de concreto**

De acuerdo a los resultados y análisis en la presente etapa se determina una dosis óptima para bloques de baja resistencia de 0.5% de fibras y así lograr una mejora en la resistencia a compresión, cumpliendo con el límite máximo de absorción de agua 12% de acuerdo a la NTC 4026 para este tipo de bloques.

Para los bloques de alta resistencia no se recomienda una dosificación de fibras de maguey, debido a que no se obtuvieron resultados satisfactorios, en cuanto a incremento de resistencia a la compresión.



### 7.3.5 Aportes medioambientales del bloque con adición de fibras

**Tabla 34.**

*Proporción de materiales y reducción de materia prima por metro cúbico de concreto.*

Proporcionamientos en peso seco (kg/m <sup>3</sup> )				
Materiales	Sin fibras	0,5% de fibras	1,0 % de fibras	1,5 % de fibras
<b>Bloque de alta resistencia</b>				
	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>	<b>A4</b>
<b>Cemento</b>	325	325	325	325
<b>Agua</b>	192	192	192	192
<b>Aire</b>	0	0	0	0
<b>Grava</b>	769	763	758	752
<b>Arena</b>	867	861	854	848
<b>Fibras</b>	---	1,5	3	4,5
<b>Reducción de agregados</b>		-0,73%	-1,47%	-2,20%
<b>Bloque de baja resistencia</b>				
	<b>B1</b>	<b>B2</b>	<b>B3</b>	<b>B4</b>
<b>Cemento</b>	278	278	278	278
<b>Agua</b>	192	192	192	192
<b>Aire</b>	0	0	0	0
<b>Grava</b>	786	780	775	769
<b>Arena</b>	886	880	874	867
<b>Fibras</b>	---	1,5	3	4,5
<b>Reducción de agregados</b>		-0,72%	-1,38%	-2,15%

Fuente: Autores, 2021.

En la tabla 34 se observa la reducción de agregados por metro cúbico de concreto. Se hace hincapié en que los agregados pétreos y la arena son recursos naturales no renovables, es decir se agotan a medida que se utilizan y su tiempo de reposición es mucho más largo que el tiempo de utilización (Rocha, 2016). Una reducción de los agregados en la mezcla de concreto, sustituyendo estos por un recurso natural renovable, como lo es la fibra de maguey, es un claro ejemplo de desarrollo sostenible, aún más si se conservan las propiedades físicas

y mecánicas del bloque en cuestión. Sin embargo, el porcentaje de disminución de agregados es pequeño para todas las dosificaciones; y como ya se ha descrito, el bloque de baja resistencia con adición de 0.5% de fibras es el que mantuvo la premisa anterior, reduciendo la materia virgen un 0.72%.

#### **7.4 Analizar los beneficios y costos del bloque ecológico frente a uno convencional**

Se analizarán costos y beneficios únicamente para la muestra patrón y la adición de 0.5% pues es la que presentó mejoras en la resistencia a compresión para bloques de baja resistencia y menor variación tuvo para bloques de alta resistencia a la edad de 28 días; cumpliendo los parámetros establecidos de resistencia a la compresión y absorción de agua por la NTC 4026.

##### **7.4.1 Comparación de bloques de concreto con el mercado local**

Para realizar la comparación de los bloques fabricados con los existentes en el mercado, se realizaron cotizaciones en dos empresas de la ciudad de Valledupar.

#### **Tabla 35.**

*Precios de bloques de concreto en la ciudad de Valledupar.*

<b>Sitio de procedencia</b>	<b>Dimensiones (cm)</b>	<b>Resistencia a la compresión (MPa)</b>	<b>Precio COP</b>
BLOQUERA PAVA Y BECERRA	40x20x15	5 – 6	\$1.950
MULTISERVICIOS SINGEMOP S.A.S	40x20x15	5 – 6	\$1.650

Fuente: Autores, 2021.

Sin embargo, las empresas no suministraron precios para bloques con resistencias mayores a los 8 MPa. Cabe resaltar que NTC 4026 establece una resistencia promedio para



tres unidades de 8 MPa, para bloques de baja resistencia y de 13 MPa para bloques de alta resistencia. Por lo tanto, los bloques no son comparables con disponibles en la zona de estudio en cuanto a requerimientos de resistencia.

#### **7.4.2 *Análisis de costos en función a la resistencia del concreto***

Las diferentes adiciones de fibras en el concreto hacen variar el costo del concreto en función a sus materiales y rendimientos, es decir, el costo de los materiales incrementará al adicionar la fibra, los trabajadores tendrán que invertir tiempo en dispersar las fibras y como se describió anteriormente, el tiempo de mezclado aumenta para el concreto con adición de fibras. Por ello se debe analizar la resistencia alcanzada por estos materiales en función a su costo de elaboración para así poder evaluar con precisión el beneficio, desde el punto de vista económico, de la presente investigación.

A continuación, en las tablas 36, 37, 38 y 39 se detalla el análisis de precios unitarios de los bloques de concreto de dimensiones estándar 40x20x15cm, para la muestra patrón y la dosificación de 0.5% y los dos tipos de resistencia. Se realizaron tomando los costos de mano de obra estipulados por el Instituto Nacional de Vías – INVIAS para el departamento del Cesar en el periodo de 2021-I; los rendimientos fueron suministrados por la Bloquera Pava y Becerra y modificados de acuerdo al proceso con adición de fibras. También se especifican los costos directos de los materiales.



**Tabla 36.**

*Análisis de precios unitarios para bloque tipo A1.*

Análisis de precios unitarios						
TESIS APROVECHAMIENTO DE LAS HOJAS DE MAGUEY PARA FABRICACIÓN DE BLOQUES ECOLÓGICOS COMO ALTERNATIVA A LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS ECONÓMICAS						
ACTIVIDAD	Bloque de alta resistencia ( $f'c=13\text{MPa}$ ) con 0.0% de fibras				UNIDAD	Un
<b>I - Equipos</b>						
Descripción	Unidad	Tarifa-Hr	Rendimiento	Valor unitario		
Maquina para hacer bloques de concreto (incluye mezcladora)	hr	\$ 15.000	72	\$ 208,33		
Herramienta menor (5% de MO)				\$ 20,13		
				Sub-Total	\$ 228,46	
<b>II - Materiales</b>						
Descripción	Unidad	Precio Unit.	Cantidad	Valor unitario		
Agua	dm3	\$ 0,867	1,0726	\$ 0,93		
Agregado fino	dm3	\$ 33	2,0168	\$ 66,55		
Agregado grueso	dm3	\$ 33	1,7430	\$ 57,52		
Cemento MAX Estructural - ARGOS	Bolsa	\$ 24.000	0,0427	\$ 1.025,30		
Desperdicio			12%	\$ 138,04		
				Sub-Total	\$ 1.288,35	
<b>III - Mano de obra</b>						
Descripción	Cantidad	Jornal Hora	Prest.	Costo Hora	Rend.	Valor unitario
Oficial	1	\$ 7.408,77	1,80	\$ 13.336	72	\$ 185,22
Ayudante	2	\$ 8.693,12	1,80	\$ 15.648	72	\$ 217,33
						Sub-Total \$ 402,55
<b>Total costo directo</b>						<b>\$ 1.919,40</b>

Fuente: Autores, 2021.



**Tabla 37.**

*Análisis de precios unitarios para bloque tipo A2.*

Análisis de precios unitarios						
TESIS APROVECHAMIENTO DE LAS HOJAS DE MAGUEY PARA FABRICACIÓN DE BLOQUES ECOLÓGICOS COMO ALTERNATIVA A LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS ECONÓMICAS						
ACTIVIDAD	Bloque de alta resistencia ( $f'c=13MPa$ ) con 0.5% de fibras				UNIDAD	Un
<b>I - Equipos</b>						
Descripción	Unidad	Tarifa-Hr	Rendimiento	Valor unitario		
Maquina para hacer bloques de concreto (incluye mezcladora)	hr	\$ 15.000	42	\$ 357,14		
Herramienta menor (5% de MO)				\$ 34,50		
				Sub-Total	\$ 391,65	
<b>II - Materiales</b>						
Descripción	Unidad	Precio Unit.	Cantidad	Valor unitario		
Agua	dm3	\$ 0,867	1,0726	\$ 0,93		
Agregado fino	dm3	\$ 33	2,0000	\$ 66,00		
Agregado grueso	dm3	\$ 33	1,7318	\$ 57,15		
Fibra	kg	\$ 8.000	0,0084	\$ 67,04		
Cemento MAX Estructural - ARGOS	Bolsa	\$ 24.000	0,0427	\$ 1.025,30		
Desperdicio			12%	\$ 145,97		
				Sub-Total	\$ 1.362,39	
<b>III - Mano de obra</b>						
Descripción	Cantidad	Jornal Hora	Prest.	Costo Hora	Rend.	Valor unitario
Oficial	1	\$ 7.408,77	1,80	\$ 13.336	42	\$ 317,52
Ayudante	2	\$ 8.693,12	1,80	\$ 15.648	42	\$ 372,56
						Sub-Total \$ 690,08
<b>Total costo directo</b>						<b>\$ 2.444,10</b>

Fuente: Autores, 2021.



**Tabla 38.**

*Análisis de precios unitarios para bloque tipo B1.*

Análisis de precios unitarios						
TESIS APROVECHAMIENTO DE LAS HOJAS DE MAGUEY PARA FABRICACIÓN DE BLOQUES ECOLÓGICOS COMO ALTERNATIVA A LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS ECONÓMICAS						
ACTIVIDAD	Bloque de baja resistencia ( $f'c=8MPa$ ) con 0.0% de fibras				UNIDAD	Un
<b>I - Equipos</b>						
Descripción	Unidad	Tarifa-Hr	Rendimiento	Valor unitario		
Maquina para hacer bloques de concreto (incluye mezcladora)	hr	\$ 15.000	72	\$ 208,33		
Herramienta menor (5% de MO)				\$ 20,13		
				Sub-Total	\$ 228,46	
<b>II - Materiales</b>						
Descripción	Unidad	Precio Unit.	Cantidad	Valor unitario		
Agua	dm3	\$ 0,867	1,0726	\$ 0,93		
Agregado fino	dm3	\$ 33	2,0615	\$ 68,03		
Agregado grueso	dm3	\$ 33	1,7821	\$ 58,81		
Cemento MAX Estructural - ARGOS	Bolsa	\$ 24.000	0,0365	\$ 877,03		
Desperdicio			12%	\$ 120,58		
				Sub-Total	\$ 1.125,38	
<b>III - Mano de obra</b>						
Descripción	Cantidad	Jornal Hora	Prest.	Costo Hora	Rend.	Valor unitario
Oficial	1	\$ 7.408,77	1,80	\$ 13.336	72	\$ 185,22
Ayudante	2	\$ 8.693,12	1,80	\$ 15.648	72	\$ 217,33
						Sub-Total \$ 402,55
<b>Total costo directo</b>						<b>\$ 1.756,40</b>

Fuente: Autores, 2021.



**Tabla 39.**

*Análisis de precios unitarios para bloque tipo B2.*

Análisis de precios unitarios								
TESIS <b>APROVECHAMIENTO DE LAS HOJAS DE MAGUEY PARA FABRICACIÓN DE BLOQUES ECOLÓGICOS COMO ALTERNATIVA A LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS ECONÓMICAS</b>								
ACTIVIDAD	<b>Bloque de baja resistencia (f'c=8MPa) con 0.5% de fibras</b>				UNIDAD	<b>Un</b>		
<b>I - Equipos</b>								
	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Tarifa-Hr</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Valor unitario</b>			
	Maquina para hacer bloques de concreto (incluye mezcladora)	hr	\$ 15.000	42	\$ 357,14			
	Herramienta menor (5% de MO)				\$ 34,50			
					Sub-Total	\$ 391,65		
<b>II - Materiales</b>								
	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio Unit.</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor unitario</b>			
	Agua	dm3	\$ 0,867	1,0726	\$ 0,93			
	Agregado fino	dm3	\$ 33	2,0447	\$ 67,47			
	Agregado grueso	dm3	\$ 33	1,7709	\$ 58,44			
	Fibra	kg	\$ 8.000	0,0084	\$ 67,04			
	Cemento MAX Estructural - ARGOS	Bolsa	\$ 24.000	0,0365	\$ 877,03			
	Desperdicio			12%	\$ 128,51			
					Sub-Total	\$ 1.199,42		
<b>III - Mano de obra</b>								
	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Jornal Hora</b>	<b>Prest.</b>	<b>Costo Hora</b>	<b>Rend.</b>	<b>Valor unitario</b>	
	Oficial	1	\$ 7.408,77	1,80	\$ 13.336	42	\$ 317,52	
	Ayudante	2	\$ 8.693,12	1,80	\$ 15.648	42	\$ 372,56	
							Sub-Total	\$ 690,08
							<b>Total costo directo</b>	<b>\$ 2.281,20</b>

Fuente: Autores, 2021.

Del análisis de precios unitarios realizado para ambos tipos de bloque, se observa que el precio de fabricación aumenta al adicionar las fibras. Esto se debe principalmente a que el rendimiento de los bloques convencionales pasó de ser 72 bloques/hora a 42 bloques/hora con la adición de fibras de maguey como se aprecia en las tablas 37 y 39. Esto supone una disminución del 58% en el rendimiento debido al tiempo que deben invertir en esparcir las



fibras y que deben esperar un máximo de 10 minutos hasta que las fibras se mezclen homogéneamente con los materiales. Asimismo, la inclusión de las fibras se convierte en un valor adicional en los materiales, al tener un valor comercial de \$8.000 COP/kg y, por lo tanto, se genera un incremento en el costo de producción.

De acuerdo a esto, se procedió a su análisis de costo en función a la resistencia obtenida para los diferentes bloques descritos.

**Tabla 40.**

*Precio de la unidad de bloque en función a diferentes porcentajes de adición de fibras y su respectiva resistencia a la compresión a los 28 días.*

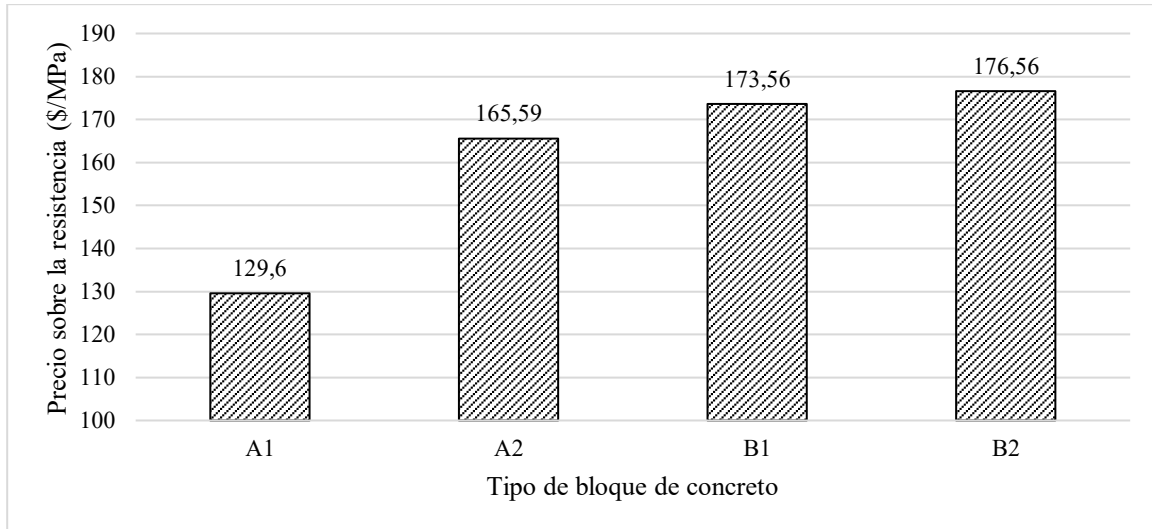
Ítem	Descripción	Costo por bloque	Resistencia a la compresión	Costo sobre la resistencia	Variación
A1	Bloque de alta resistencia sin adición de fibras	\$ 1.919,40	14,81 MPa	\$ 129,60 /MPa	0,00%
A2	Bloque alta resistencia con 0.5% de fibras	\$ 2.444,10	14,76 MPa	\$ 165,59 /MPa	27,77%
B1	Bloque baja resistencia sin adición de fibras	\$ 1.756,40	10,12 MPa	\$ 173,56 /MPa	0,00%
B2	Bloque baja resistencia con 0.5% de fibras	\$ 2.281,20	12,92 MPa	\$ 176,56 /MPa	1,73%

Fuente: Autores, 2021.



**Gráfica 9.**

*Costos de fabricación por unidad de los diferentes tipos de bloque y su respectiva resistencia a la compresión a los 28 días.*



Fuente: Autores, 2021.

En tabla 40 y la gráfica 9 se muestra la relación del costo beneficio, es decir el costo de bloque en función a la resistencia a compresión a los 28 días, se puede observar que el bloque A2 tiene un incremento de 27,77% respecto a su resistencia, y para el bloque B2 se observa un incremento de 1,73%, siendo este último de los dos tipos de bloque el que menos incrementa el costo por mega pascal. Sin embargo, para ninguno de los bloques se presentó una disminución de costos respecto a la resistencia obtenida. Estas comparaciones se hacen en función a la resistencia obtenida y con base a los especímenes sin adición de fibra, es decir A1 y B1.



## **8. CONCLUSIONES**

El primer objetivo se estableció con el fin de caracterizar física y químicamente las fibras de la hoja de maguey de la comunidad de Ramalito, se demostró que las fibras de maguey presentan un diámetro promedio de 0.12 mm, de poca variabilidad y uniformidad, lo cual permite el uso para concretos con adición de fibras.

El segundo objetivo pretendió elaborar un bloque con las dosificaciones apropiada de fibra de maguey, se determinó que la adición de fibras de maguey en el diseño de mezcla de concreto, incide únicamente reduciendo la cantidad de agregados por volumen de concreto.

El tercer objetivo buscó evaluar la eficiencia de los bloques ecológicos como alternativa de uso sostenible en la construcción de viviendas. En primer lugar, los bloques de concreto de alta resistencia no presentaron un incremento en resistencia a la compresión, ya que todas las dosificaciones presentaron una variación negativa sobre el bloque convencional a la edad de 28 días. En cuanto a los bloques de concreto de baja resistencia en compresión a la edad de 28 días incrementan en 27,67%, reportando el mayor incremento de resistencia en la investigación, alcanzando 12,92 MPa con la adición de 0.5% de fibras de maguey. Por su parte, el porcentaje de absorción de agua no aumenta necesariamente a mayor adición de fibras de maguey, incluso para la muestra patrón se reportó el mayor porcentaje de absorción para bloques de baja resistencia.

El cuarto objetivo buscó analizar los beneficios y costos del bloque ecológico frente a uno convencional. El análisis de costos demuestra que los bloques convencionales tienen un mayor costo de fabricación, disminuyendo el rendimiento de mano de obra alrededor de



58%, lo que equivale a 30 bloques menos por hora. Asimismo, los costos en función a la resistencia a compresión no se redujeron con ninguna de las adiciones de fibras de maguey, debido al aumento en la resistencia no fue muy significativo.

Los bloques ecológicos son medioambientalmente sostenibles al reducir, con buenos resultados, un 0,72% el material virgen y sustituirlo por un material renovable, como lo son las fibras de maguey. También otorga beneficios sociales, mejorando el bienestar de los productores de fibra. Sin embargo, los bloques ecológicos no son económicamente sustentables, al no ser competitivos económicamente frente a los bloques convencionales, debido a que el precio de fabricación de un bloque ecológico aumenta en un 21,47% y 23,01% en comparación al bloque convencional, para alta y baja resistencia respectivamente; en cuanto a la relación costo beneficio hay un aumento de 27,77% y un 1,73% para alta y baja resistencia, es decir no se obtiene una disminución de los costos con relación a los beneficios que otorga el bloque ecológico.



## 9. RECOMENDACIONES

Realizar un estudio donde se debería continuar esta investigación, en búsqueda del perfeccionamiento de los diseños de mezcla. Un factor modificable podría ser el asentamiento en la mezcla. Debido a que la consistencia, aunque fue muy seca, de acuerdo a la experiencia de los trabadores de la bloquera debe ser aún más seca.

Realizar un estudio donde se incluya un aditivo al bloque de concreto con adición de 0.5% de fibras, en búsqueda de un aumento muy significativo en la resistencia a la compresión y así una disminución de los costos en relación a los beneficios.

Realizar un estudio en donde se incluya otras fibras de origen vegetal con antecedentes favorables para el aumento de resistencia en el concreto, en búsqueda de la disminución de costos, que fue el factor negativo en la presente investigación.

Realizar estudios de durabilidad de la fibra, con agentes amigables con el medio ambiente, para poder sugerir tratamientos adecuados para su protección y perdurabilidad de la unidad de mampostería.

Realizar estudios de durabilidad del bloque del concreto, para relacionar la resistencia alcanzada con el porcentaje de fibras.

Realizar estudios de adiciones de fibras de maguey inferiores al 1% para verificar los puntos exactos de aumento y caída de resistencia a la compresión y así poder complementar la investigación realizada.

Realizar estudios de análisis en relación con el costo y beneficio de utilizar fibras naturales en comparación con fibras minerales o artificiales.



Realizar estudios en donde se sustituya el cemento por las fibras de maguey en dosificaciones alrededor del 0.5% para bajas resistencia a la compresión.

No se recomienda el método empleado para evitar la absorción de agua de mezclado por parte de las fibras de maguey, ya que al estar superficialmente seca se dificultó la dispersión en la mezcla de concreto, aumentando así el tiempo requerido para esta tarea.





### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alcaldía de Valledupar. (2020). *Plan de Desarrollo Municipal “Valledupar En Orden 2020-2023”*. Obtenido de <http://www.valledupar-cesar.gov.co/MiMunicipio/ProgramadeGobierno/PLAN%20DE%20DESARROLLO%20VALLEDUPAR%20EN%20ORDEN%202020%20-%202023.pdf>.

Arias, H. (2011). *Territorio indígena Kankuamo. Proceso de reconfiguración del resguardo desde las dimensiones socioculturales*. Obtenido de <http://www.bdigital.unal.edu.co/5500/1/49767115.2011.pdf>.

Argos Colombia, s.f. *Cemento estructural MAX. Ficha técnica*. Obtenido de <https://colombia.argos.co/cemento-estructural-max/>.

Arroyave, P. & Velásquez, D. (2001). *Aprovechamiento integral de Furcraea macrophylla Backer*. Universidad EAFIT.

Asociación Colombiana de Productores de Concreto – ASOCRETO. (2010). COLECCIÓN DEL CONCRETO – TECNOLOGIA DEL CONCRETO - TOMO 1 Materiales, Propiedades y Diseño de Mezclas. Tercera edición. Colombia.

Bohórquez, J. (2011). *Uso de materiales alternativos para mejorar las propiedades mecánicas del concreto (fibra de fique)*. Obtenido de [https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/1137/CONCRETO\\_FIBRA\\_FIQUE.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/1137/CONCRETO_FIBRA_FIQUE.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

Cabo, M. (2011). *Ladrillo ecológico como material sostenible para la construcción*. Obtenido de <http://academica->



e.unavarra.es/bitstream/handle/2454/4504/577656.pdf?sequence=1#:~:text=El%20e  
coladrillo%20adem%C3%A1s%20de%20una,que%20no%20requieren%20de%20c  
occi%C3%B3n.

Carbonell, M. (2017). *Fibras alternativas al amianto en la producción de fibrocemento cubano*. Obtenido de <https://repositorio.uho.edu.cu/xmlui/handle/uho/5381>.

Chinchayhuara Verde, C. (2020). *Adición de fibras de agave para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup>*. Tesis de pregrado. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/56890>.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe -CEPAL. (2019). *Recursos naturales, medio ambiente y sostenibilidad*. Obtenido de [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44785/1/S1900378\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44785/1/S1900378_es.pdf).

Comercializadora Big Mat. s.f. Catálogo de bloque de hormigón. Obtenido de [https://www.bigmatismaeltello.com/catalogo/catalogo03\\_01.pdf](https://www.bigmatismaeltello.com/catalogo/catalogo03_01.pdf)

Daza, C. (2004). *Comportamiento de muros en mampostería reforzada con carga paralela al plano*. Tesis de pregrado (p. 20). Obtenido de <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/10650/u258851.pdf?sequence=1>.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE. (2018). *Resultados Censo Nacional de Población y Vivienda 2018. Valledupar, Cesar*. Obtenido de <https://www.dane.gov.co/files/censo2018/informacion-tecnica/presentaciones-territorio/050919-CNPV-presentacion-Cesar.pdf>.



**Universidad  
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL Y SANITARIA**



Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE. (2020). *Boletín técnico déficit habitacional*. Obtenido de <https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/deficit-habitacional/Boletin-tec-deficit-hab-2020.pdf>.

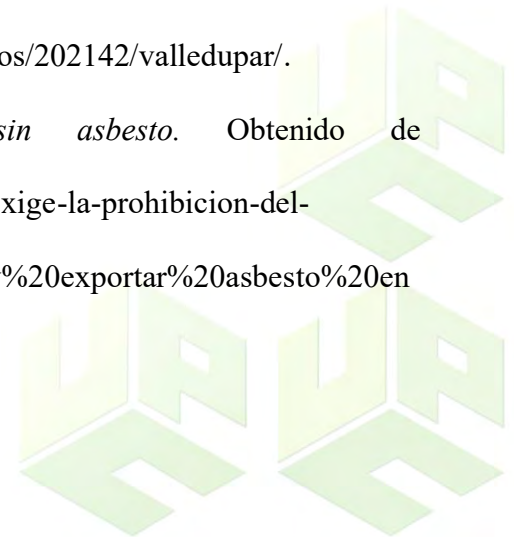
De La Torre, A. (2009). Fabricación de ladrillos ecológicos a partir de residuos de palma africana (“*Elaeis quineensis*”) en combinación con fibras vegetales. Obtenido de <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/887>.

Dinero. (2020). *18,2 millones de personas no tienen una vivienda digna*. Obtenido de <https://www.dinero.com/pais/articulo/de-cuanto-es-el-deficit-habitacional-del-pais/284356>.

Fernández, L. & Gutiérrez, M. (2013). *Bienestar Social, Económico y Ambiental para las Presentes y Futuras Generaciones*. Información Tecnológica. 24(2), 121-130. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642013000200013>.

Financiera de Desarrollo Territorial S.A – Findeter. (2016). Plan de acción Valledupar 2030. Obtenido de <https://www.findeter.gov.co/documentos/202142/valledupar/>.

Greenpeace. (2019). *Logramos un Colombia sin asbesto*. Obtenido de <https://www.greenpeace.org/colombia/involucrate/exige-la-prohibicion-del-asbesto/#:~:text=El%2011%20de%20junio%20de,y%20exportar%20asbesto%20en%20Colombia>.





**Universidad  
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL Y SANITARIA**



Herrera, A. & Madrid, G. (2000). *Manuel de construcción de mampostería de concreto*. Tesis de pregrado. Obtenido de [https://sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2014-05-28\\_07-13-27103477.pdf](https://sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2014-05-28_07-13-27103477.pdf).

Hilario Alvarez, D. A., & Sifuentes Zorrilla, F. U. (2021). *Influencia de la fibra seca de agave amarillo en las propiedades físico-mecánicas del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$* , Tesis de pregrado. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/64877>.

Instituto de Hidrología y Estudios Ambientales - IDEAM. s.f. *Características climatológicas de ciudades principales y municipios turísticos*. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/documents/21021/418894/Caracter%C3%ADsticas+de+Ciudades+Principales+y+Municipios+Tur%C3%ADsticos.pdf/c3ca90c8-1072-434a-a235-91baee8c73fc>.

Juárez. (2002). *Concreto a base de cemento portland reforzados con fibras naturales (Agave Lecheguilla), como materiales para construcción*. Tesis doctoral. Obtenido de <http://eprints.uanl.mx/5833/1/1020150648.PDF>.

Matallana, R. (2019). *El concreto, fundamentos y nuevas tecnologías*. Corona. Editorial: ISBN.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2006). *Guía Ambiental del Subsector Fiquero*. Obtenido de <http://www.bibliotecadigital.agronet.gov.co>.

Munguía, D. (2016). *Deslignificación de la penca de Agave tequilana F.A.C. Weber empleando peróxido de hidrógeno alcalino como pretratamiento para la producción*



**Universidad  
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL Y SANITARIA**



de *biohidrógeno*. (Tesis de maestría). Obtenido de  
<https://ipicyt.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1010/573/3/TMIPICYTM8D42016.pdf>.

Norma Colombiana Sismo Resistente – NSR 10. (2010). *Titulo C*. Obtenido de  
[http://www.uptc.edu.co/export/sites/default/facultades/f\\_ingenieria/pregrado/civil/documentos/NSR-10\\_Titulo\\_C.pdf](http://www.uptc.edu.co/export/sites/default/facultades/f_ingenieria/pregrado/civil/documentos/NSR-10_Titulo_C.pdf).

LiderazgoJoven.com. s.f. *Planta de maguey*. Obtenido de  
<http://liderazgojoven.com/actividades/el-maguey>.

LLontop y Ruíz. (2019). *Mezcla con fibra de zanahoria para mejorar las propiedades mecánicas del hormigón*. Tesis de pregrado. Obtenido de  
<http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2627/MEZCLA%20CON%20FIBRA%20DE%20ZANAHORIA%20PARA%20MEJORAR%20LAS%20PROPIEDADES%20MECANICAS%20DEL%20HORMIGON.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Organización de las naciones unidas. - ONU. (2002). *¿Qué es el desarrollo sostenible?*  
Obtenido de <https://www.un.org/spanish/conferences/wssd/desarrollo.htm>.

Organización de las Naciones Unidas – ONU. (2018). *Millones de personas viven sin techo o en casas inadecuadas, un asalto a la dignidad y la vida*. Obtenido de  
<https://news.un.org/es/story/2018/07/1437721>.

Organización Nacional Indígena de Colombia - ONIC. s.f. *Kankuamo*. Obtenido de  
<https://www.onic.org.co/pueblos/1109-kankuamo>.



**Universidad  
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL Y SANITARIA**



Pajares, E. (2015). *Análisis del incremento de la resistencia mecánica del concreto con la adición de fibra vegetal* (Tesis de pregrado). Obtenido de <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/637>.

Prefabricados CONCRETODO. s.f. *Cómo construir con CONCRETODO No. 3. Mampostería de bloques de concreto*. Obtenido de <http://www.concretodo.com/pdf/mamposteriabloques.pdf>.

Quintero, S. & González, L. *Uso de Fibra de Estopa de Coco para Mejorar las Propiedades Mecánicas del Concreto*. Artículo ingeniería & desarrollo. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=85202010>.

Real Academia Española - RAE. (2021). *Concreto*. Obtenido de <https://dle.rae.es/concreto>.

Rivera, G. (2000). *Tecnología del concreto y mortero*. Universidad del Cauca.

Rocha, M. L. (2016). *Realizar el análisis en la explotación de recursos naturales no renovables en áridos y agregados para la creación de la normatividad del pago de impuestos, en el departamento de Tarija*. Obtenido de <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/16514>.

Roux, R. S. (2010). *Bloques de tierra comprimida adicionados con fibras naturales*. (1.a ed.) Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/270590765\\_BLOQUES\\_DE\\_TIERRA\\_COMPRIMIDA\\_ADICIONADOS\\_CON\\_FIBRAS\\_NATURALES](https://www.researchgate.net/publication/270590765_BLOQUES_DE_TIERRA_COMPRIMIDA_ADICIONADOS_CON_FIBRAS_NATURALES).



**Universidad  
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL Y SANITARIA**



- Sampieri, R. (2014). *Metodología de la investigación*. Sexta edición. Obtenido de <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>.
- Sika Colombia. s.f. *Concreto reforzado con fibras*. Obtenido de <https://col.sika.com/dms/getdocument.get/7bef35eb-d2bb-3ea4-b51f-b5bc3c99b1e2/Concreto%20reforzado%20con%20fibras.pdf>.
- Verduzco, J. et al. (2018). *Producción y aprovechamiento del nopal en el noreste de México. Caracterización e identificación de la taxonomía del maguey*. Obtenido de <http://respyn2.uanl.mx/especiales/2009/ee-02-2009/documentos/06.pdf>.
- Zambrano, A. (2016). *Estudio de las características fisicomecánicas de bloques de hormigón con fibra de cabuya*. Tesis de pregrado. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/6935>.





**Universidad  
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL Y SANITARIA**



Ingeniería  
Ambiental y Sanitaria

## ANEXOS





**Universidad  
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL Y SANITARIA**



Ingeniería  
Ambiental y Sanitaria

## **Anexo I. Resultados caracterización de fibra de maguey**





**Universidad  
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL Y SANITARIA**



Ingeniería  
Ambiental y Sanitaria



### ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

No. Laboratorio: 003

Cliete: Camila Andrea Torreneqra Hernández  
Ciudad: Valledupar  
Dirección:

Fecha de Recepción: 26-04-2021  
Fecha de Análisis: 4-05-2021  
Fecha de Emisión: 19-05-2021

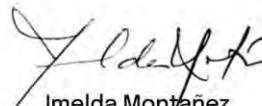
### DATOS DE LA MUESTRA

Producto/Material	Identificación de la muestra	Características
Fique	Fibra de Agave	Fique color amarillo claro
Municipio	Otras características	
Valledupar, Cesar		

### RESULTADOS DEL ANÁLISIS EN BASE SECA

PARÁMETROS	VALOR	UNIDADES
Holocelulosa:	73.14	%
Celulosa:	54.944	%
Lignina:	15.76	%
Humedad:	7.44	%
Densidad absoluta (Real):	0.30	g/cm <sup>3</sup>
Retención de humedad:	546.98	%

  
Jenny Mayorga Cárdenas  
Directora Técnica  
T.P. 25006-033621

  
Imelda Montañez  
Coordinadora de Calidad

LABORATORIO Y OFICINA: Carrera 23 No. 5 N -50 Mz D C1 - TEL: 3102451240 WEBSITE: <https://habitat-sostenible-laboratorio.principalwebsite.com/>  
E-MAIL: [habitatsostenible@hotmail.com](mailto:habitatsostenible@hotmail.com) VALLEDUPAR, CESAR - COLOMBIA



**Universidad  
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL Y SANITARIA**



Ingeniería  
Ambiental y Sanitaria

## **Anexo II. Ficha técnica del cemento estructural MAX**





FICHA TÉCNICA / VERSIÓN 7

## CEMENTO ESTRUCTURAL MAX

Es un cemento especialmente diseñado para la producción industrializada de concreto, que ofrece una mayor eficiencia y un alto desarrollo de resistencias a edades iniciales y finales.

Las especificaciones del Cemento Estructural Max cumplen con los valores de la Norma Técnica Colombiana NTC 121 (Tipo ART).

### USOS:



- Elaboración de concretos y morteros en plantas concreteras y centrales de mezclas.



- Producción de concreto para altas solicitudes estructurales.



- Construcciones con producción industrializada de concretos.



- Concretos para pavimentos y pisos industriales.



- Diversos formatos de prefabricados con altas prestaciones estructurales.



- Lechadas de inyección.



- Concretos y morteros para sistemas especiales de colocación, concretos lanzados, morteros proyectados, inyecciones estructurales, etc.



- Estructuras de concreto con requisitos de rápida puesta en servicio.



- Concretos y morteros para reparaciones de tipo estructural.



- Elementos de concreto pretensado y postensado.



- Producción de concretos que requieren una mayor resistencia inicial.

### BENEFICIOS:

#### VENTAJAS CONSTRUCTIVAS

- En la producción de concretos y morteros ofrece un alto desarrollo de resistencias en todas las edades.
- Permite optimizar consumos de cemento a través de diseños eficientes, para lograr concretos y morteros más económicos con adecuados niveles de resistencia.
- En plantas, centrales de mezclas y obras con producción industrializada, se aumenta la productividad gracias a su manejo a granel.
- Su rápido desarrollo de resistencia permite agilizar el avance de los proyectos.
- La versatilidad de su presentación en sacos, permite la producción de concreto de forma eficiente en obras medianas y pequeñas y en plantas de prefabricados.

#### VENTAJAS EN SOSTENIBILIDAD

- Aporte certificación LEED®: este producto puede contribuir a la obtención del crédito Materiales y Recursos: Transparencia y Optimización de los Productos de Construcción-Fuentes de Materias Primas, aplicando a la opción 1: Argos realiza anualmente su reporte de sostenibilidad corporativo "Reporte Integrado" basado en el Global Reporting Initiative (GRI) en donde publica el detalle de su desempeño y los planes con relación a cada uno de los aspectos más relevantes para la sostenibilidad del negocio





FICHA TÉCNICA / VERSIÓN 7

y para sus grupos de interés. Lo puedes ver en nuestra página web <https://ir.argos.co/> en la sección de Información Financiera – Resultados Financieros – Reportes. En ese mismo reporte, Argos informa la comunicación del progreso que ha realizado frente al compromiso con el U.N. Global Compact.

**PRESENTACIÓN:**

- Sacos de 42,5 kg • Granel.

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:**

PARÁMETROS FÍSICOS		NORMA DE ENSAYO	NTC 121 TIPO ART	ASTM C-1157 TIPO HE	ESPECIFICACIÓN ARGOS
Finura	Blaine, mín. (cm <sup>2</sup> /gr)	NTC 33	A	A	A
	Retenido Tamiz 45 µm (%)	NTC 294	A	A	A
Cambio de longitud por autoclave expansión, máx. (%)		NTC 107	0.8	0.8	0.8
Tiempo de fraguado, Ensayo de Vicat*	No menos de, minutos	NTC 118	45	45	90
	No más de, minutos	NTC 118	420	420	360
Expansión de barras de mortero a 14 días, máx. (%)		NTC 4927	0.020	0.020	0.020

**RESISTENCIA MÍNIMA A LA COMPRESIÓN, (MPa)**

1 día	NTC 220	11.0	12.0	12.0
3 días	NTC 220	22.0	24.0	24.0
28 días	NTC 220	-----	----	43.4

A: Los resultados de estos ensayos deben ser informados en todos los certificados que sean solicitados.

B: El tiempo de fraguado se refiere al tiempo de fraguado inicial en la NTC 118.

**RECOMENDACIONES:**

- El uso y aplicación de nuestros cementos se debe hacer bajo los lineamientos de la normativa técnica de construcción vigente.
- En la elaboración de concretos se recomienda la revisión y aplicación de la NTC 3318 y Norma Sismo Resistente Colombiana vigente; requisitos de producción, calidad y durabilidad.
- Almacene el cemento en un lugar seco, cubierto y alejado de zonas húmedas.

**ESTAMOS  
PARA AYUDAR**

En ARGOS estamos comprometidos a ayudarte a construir grandes obras y sacar el mejor provecho de nuestros productos. Si tienes preguntas o reclamos sobre este producto comunícate con nuestros canales de atención:



DESDE TELÉFONO FIJO:

**018000527467**



DESDE CELULAR:

**#250**

Asesoría técnica:

**ASESORVIRTUAL@ARGOS.COM.CO**

Para aprender sobre la tecnología y aplicaciones de este producto, ingresa a:

**WWW.360ENCONCRETO.COM**

Para mayor información acerca de nuestros productos y servicios, consulta

nuestra página web: **COLOMBIA.ARGOS.CO**





**Universidad  
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL Y SANITARIA**



Ingeniería  
Ambiental y Sanitaria

### **Anexo III. Resultados caracterización de agregados**





**Tabla 41.**

*Análisis granulométrico, masa unitaria suelta y compacta de agregados.*

 SOAL INGENIERIA S.A.S NIT: 901.039.284-2 Calle 3 No. 8-07 Int 2 Valledupar - Cesar Tel: +57 (5) 6923127 Cvl - +57 316 828 0035 gerencia@soalingenieria.com		<b>GRAVAS Y ARENAS PARA CONCRETO</b>		VERSION 02  VIGENCIA: 14 ENERO 2018																																																													
<b>NOMBRE DEL CLIENTE:</b> SAMMY CAROLINA ARIAS <b>DIRECCIÓN DEL CLIENTE:</b> CALLE 7 No. 42-59 Barrio La Nevada-Valledupar, Cesar <b>OBRA Y LOCALIZACIÓN:</b> PRUEBAS DE LABORATORIO - TESIS		<b>LOCALIZACION ARENA:</b> RIO <b>COLOR:</b> VARIADO <b>Apique No</b> - <b>MUESTRA No</b> 1 <b>LOCALIZACION GRAVA:</b> CANTERA SLM <b>COLOR:</b> VARIADO <b>Apique No</b> - <b>MUESTRA No</b> 1																																																															
<b>FECHA DE TOMA DE LA MUESTRA:</b> 15/07/2021 <b>FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA:</b> 16/07/2021 <b>FECHA DE EJECUCIÓN DEL ENSAYO:</b> 19-20/07/2021																																																																	
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO																																																																	
<b>MATERIAL GRUESO</b> $P_1 = 442.7$ <table border="1"> <thead> <tr> <th>TAMIZ</th> <th>PESO RETENIDO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2 1/2"</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>2"</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>1 1/2"</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>1"</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>3/4"</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>1/2"</td><td>5.0</td></tr> <tr><td>3/8"</td><td>7.6</td></tr> <tr><td>No. 4</td><td>201.9</td></tr> <tr><td>No. 8</td><td>228.2</td></tr> <tr><td>No. 16</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>No. 30</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>No. 50</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>No. 100</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>No. 200</td><td>0.0</td></tr> </tbody> </table>			TAMIZ	PESO RETENIDO	2 1/2"	0.0	2"	0.0	1 1/2"	0.0	1"	0.0	3/4"	0.0	1/2"	5.0	3/8"	7.6	No. 4	201.9	No. 8	228.2	No. 16	0.0	No. 30	0.0	No. 50	0.0	No. 100	0.0	No. 200	0.0	<b>MATERIAL FINO</b> $P_1 = 880.0$ <table border="1"> <thead> <tr> <th>TAMIZ</th> <th>PESO RETENIDO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2 1/2"</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>2"</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>1 1/2"</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>1"</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>3/4"</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>1/2"</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>3/8"</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>No. 4</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>No. 8</td><td>200.0</td></tr> <tr><td>No. 16</td><td>190.3</td></tr> <tr><td>No. 30</td><td>189.4</td></tr> <tr><td>No. 50</td><td>79.0</td></tr> <tr><td>No. 100</td><td>186.0</td></tr> <tr><td>No. 200</td><td>35.3</td></tr> </tbody> </table>			TAMIZ	PESO RETENIDO	2 1/2"	0.0	2"	0.0	1 1/2"	0.0	1"	0.0	3/4"	0.0	1/2"	0.0	3/8"	0.0	No. 4	0.0	No. 8	200.0	No. 16	190.3	No. 30	189.4	No. 50	79.0	No. 100	186.0	No. 200	35.3
TAMIZ	PESO RETENIDO																																																																
2 1/2"	0.0																																																																
2"	0.0																																																																
1 1/2"	0.0																																																																
1"	0.0																																																																
3/4"	0.0																																																																
1/2"	5.0																																																																
3/8"	7.6																																																																
No. 4	201.9																																																																
No. 8	228.2																																																																
No. 16	0.0																																																																
No. 30	0.0																																																																
No. 50	0.0																																																																
No. 100	0.0																																																																
No. 200	0.0																																																																
TAMIZ	PESO RETENIDO																																																																
2 1/2"	0.0																																																																
2"	0.0																																																																
1 1/2"	0.0																																																																
1"	0.0																																																																
3/4"	0.0																																																																
1/2"	0.0																																																																
3/8"	0.0																																																																
No. 4	0.0																																																																
No. 8	200.0																																																																
No. 16	190.3																																																																
No. 30	189.4																																																																
No. 50	79.0																																																																
No. 100	186.0																																																																
No. 200	35.3																																																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>P1</th> <th>P2</th> <th>P3</th> <th>HUM NAT (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>263.9</td> <td>261.6</td> <td>35.4</td> <td>1.02%</td> </tr> </tbody> </table>			P1	P2	P3	HUM NAT (%)	263.9	261.6	35.4	1.02%	<table border="1"> <thead> <tr> <th>P1</th> <th>P2</th> <th>P3</th> <th>HUM NAT (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>390.7</td> <td>381.9</td> <td>38.2</td> <td>2.56%</td> </tr> </tbody> </table>			P1	P2	P3	HUM NAT (%)	390.7	381.9	38.2	2.56%																																												
P1	P2	P3	HUM NAT (%)																																																														
263.9	261.6	35.4	1.02%																																																														
P1	P2	P3	HUM NAT (%)																																																														
390.7	381.9	38.2	2.56%																																																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">MASA UNITARIO COMPACTA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5431</td> <td>5459</td> <td>3540</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			MASA UNITARIO COMPACTA				5431	5459	3540		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">MASA UNITARIO COMPACTA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6222</td> <td>6226</td> <td>6146</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			MASA UNITARIO COMPACTA				6222	6226	6146																																													
MASA UNITARIO COMPACTA																																																																	
5431	5459	3540																																																															
MASA UNITARIO COMPACTA																																																																	
6222	6226	6146																																																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">MASA UNITARIA SUELTA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5090</td> <td>5027</td> <td>4992</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			MASA UNITARIA SUELTA				5090	5027	4992		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">MASA UNITARIA SUELTA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5714</td> <td>5689</td> <td>5744</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			MASA UNITARIA SUELTA				5714	5689	5744																																													
MASA UNITARIA SUELTA																																																																	
5090	5027	4992																																																															
MASA UNITARIA SUELTA																																																																	
5714	5689	5744																																																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">PESO AL AIRE MUESTRA SECA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>160.1</td> <td>173.0</td> <td>199.6</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			PESO AL AIRE MUESTRA SECA				160.1	173.0	199.6		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">PESO AL AIRE MUESTRA SECA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>282.9</td> <td>284.6</td> <td>280.4</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			PESO AL AIRE MUESTRA SECA				282.9	284.6	280.4																																													
PESO AL AIRE MUESTRA SECA																																																																	
160.1	173.0	199.6																																																															
PESO AL AIRE MUESTRA SECA																																																																	
282.9	284.6	280.4																																																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">PESO AL AIRE MUESTRA SSS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>164.1</td> <td>180.8</td> <td>208.0</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			PESO AL AIRE MUESTRA SSS				164.1	180.8	208.0		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">PESO PICHNOMETRO LLENO DE AGUA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>576.1</td> <td>574.3</td> <td>574.6</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			PESO PICHNOMETRO LLENO DE AGUA				576.1	574.3	574.6																																													
PESO AL AIRE MUESTRA SSS																																																																	
164.1	180.8	208.0																																																															
PESO PICHNOMETRO LLENO DE AGUA																																																																	
576.1	574.3	574.6																																																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">PESO EN EL AGUA DE LA MUESTRA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>101.0</td> <td>109.4</td> <td>125.7</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			PESO EN EL AGUA DE LA MUESTRA				101.0	109.4	125.7		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">PESO PICHNOMETRO MAS MUESTRA CON AGUA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>757.5</td> <td>756.8</td> <td>757.8</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			PESO PICHNOMETRO MAS MUESTRA CON AGUA				757.5	756.8	757.8																																													
PESO EN EL AGUA DE LA MUESTRA																																																																	
101.0	109.4	125.7																																																															
PESO PICHNOMETRO MAS MUESTRA CON AGUA																																																																	
757.5	756.8	757.8																																																															
Elaborado y aprobado por: Nombre: Ing. Jeffrey Caseres Varela Cargo: Ing. Civil supervisor laboratorio																																																																	
FIN DEL INFORME																																																																	

Fuente: SOAL INGENIERÍA, 2021.




**Universidad  
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**Tabla 42.**

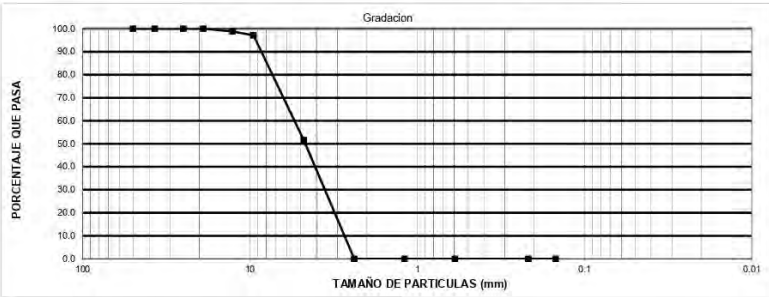
*Análisis granulométrico de agregados.*

 <b>SOAL INGENIERIA S.A.S</b> NIT: 901.039.284-2 Calle 3 No. 2-07 Int 2 Valledupar - Cesar Td: +57 (5)523127 Cel: +57 318 828 0035 gerencia@soalingenieria.com		<b>AGREGADO GRUESO</b>		VERSION 02	
				VIGENCIA: 14 ENERO 2018	
<b>NOMBRE DEL CLIENTE:</b> SAMMY CAROLINA ARIAS		<b>DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:</b> GRAVA			
<b>DIRECCIÓN DEL CLIENTE:</b> CALLE 7 No. 42-59 Barrio La Nevada-Valledupar, Cesar		<b>LOCALIZACIÓN:</b> CANTERA SLM VARIADO			
<b>OBRA Y LOCALIZACIÓN:</b> PRUEBAS DE LABORATORIO - TESIS		<b>Apique No</b> : -		<b>Profundidad</b>	
<b>FECHA DE TOMA DE LA MUESTRA:</b> 15/07/2021		<b>Muestra No</b> : 1			
<b>FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA:</b> 16/07/2021					
<b>FECHA DE EJECUCIÓN DEL ENSAYO:</b> 19-20/07/2021					
<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO</b>					
P <sub>1</sub> = 442.7 g		P <sub>2</sub> = 442.7 g			
TAMIZ	PESO (g)	RET. (%)	PORCENT PASA (%)	PORCENT RETE. ACUMULADO	
2 1/2"	0.0	0.0	100.0	0.0	
2"	0.0	0.0	100.0	0.0	
1 1/2"	0.0	0.0	100.0	0.0	
1"	0.0	0.0	100.0	0.0	
3/4"	0.0	0.0	100.0	0.0	
1/2"	5.0	1.1	98.9	1.1	
3/8"	7.6	1.7	97.2	2.8	
No.4	201.9	45.6	51.5	48.5	
No. 8	228.2	51.5	0.0	100.0	
No. 16	0.0	0.0	0.0	100.0	
No. 30	0.0	0.0	0.0	100.0	
No.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
No. 100	0.0	0.0	0.0	100.0	
No. 200	0.0	0.0	0.0	100.0	
FONDO	0.0	0.0	0.0	100.0	
SUMATORIA	442.7				
ERROR	0.0	Bien			

LIMITE LIQUIDO	-
LIMITE PLASTICO	-
IND. PLASTICIDAD	-
L DE GRUPO	-
A.A.S.H.O.	-
U.S.C.	-

GRAVA (%)	ARENA (%)	PASA/200 (%)	HUM NAT (%)
48.5	51.5	0.0	1.02%

**CURVA GRANULOMETRICA PARA AGREGADOS GRUESOS**




1. Los Informes de Laboratorio sin firmas originales del Director Técnico y sello del Laboratorio ("DOCUMENTO CONTROLADO"), no tienen Validez.  
 2. Los Resultados contenidos en este Informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron los Ensayos.  
 3. Este Informe expresa fielmente los resultados obtenidos. No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente del laboratorio que lo emite.  
 4. El Laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los Resultados.

Elaborado y aprobado por:

Nombre: Ing. Jeffrey Caseres Varela

Cargo: Ing. Civil supervisor laboratorio



FIN DEL INFORME

Fuente: SOAL INGENIERÍA, 2021.



**Tabla 43.**

*Porcentaje de humedad del agregado grueso.*

 <b>SOAL INGENIERIA S.A.S</b> NIT: 901.639.384.2 Calle 3 No. 5-07 Int.2 Valledupar - Cesar Tel: +57 (5) 582127 Cel: +57 314 656 0035 gerencia@soalingenieria.com	<b>MASA UNITARIA COMPACTA AGREGADO GRUESO</b>	VERSION 02										
		VIGENCIA: 14 ENERO 2016										
<b>NOMBRE DEL CLIENTE:</b> SAMMY CAROLINA ARIAS <b>DIRECCIÓN DEL CLIENTE:</b> CALLE 7 No. 42-59 Barrio La Nevada Valledupar, Cesar <b>OBRA Y LOCALIZACIÓN:</b> PRUEBAS DE LABORATORIO - TESIS <b>FECHA DE TOMA DE LA MUESTRA:</b> 15/07/2021 <b>FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA:</b> 16/07/2021 <b>FECHA DE EJECUCIÓN DEL ENSAYO:</b> 19-20/07/2021												
<b>DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:</b> GRAVA <b>LOCALIZACIÓN:</b> CANTERA SLM <b>COLOR:</b> VARIADO <b>Apique No</b> - <b>Profundidad</b> <b>Muestra No</b> 1												
<table border="1"> <tr> <td>PESO DEL MOLDE (g)</td> <td>1329.8</td> </tr> <tr> <td>VOLUMEN DEL MOLDE (cm<sup>3</sup>)</td> <td>3130.1</td> </tr> </table>		PESO DEL MOLDE (g)	1329.8	VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	3130.1							
PESO DEL MOLDE (g)	1329.8											
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	3130.1											
<table border="1"> <tr> <td>PESO DEL MOLDE + MUESTRA SECA (g) No 1</td> <td>5431.0</td> </tr> <tr> <td>PESO DEL MOLDE + MUESTRA SECA (g) No 2</td> <td>5459.0</td> </tr> <tr> <td>PESO DEL MOLDE + MUESTRA SECA (g) No 3</td> <td>5540.0</td> </tr> <tr> <td>PROMEDIO PESO DEL MOLDE + MUESTRA SECA (g)</td> <td>5476.7</td> </tr> <tr> <td>HUMEDAD NATURAL DEL AGREGADO (%)</td> <td>1.02%</td> </tr> </table>		PESO DEL MOLDE + MUESTRA SECA (g) No 1	5431.0	PESO DEL MOLDE + MUESTRA SECA (g) No 2	5459.0	PESO DEL MOLDE + MUESTRA SECA (g) No 3	5540.0	PROMEDIO PESO DEL MOLDE + MUESTRA SECA (g)	5476.7	HUMEDAD NATURAL DEL AGREGADO (%)	1.02%	
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SECA (g) No 1	5431.0											
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SECA (g) No 2	5459.0											
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SECA (g) No 3	5540.0											
PROMEDIO PESO DEL MOLDE + MUESTRA SECA (g)	5476.7											
HUMEDAD NATURAL DEL AGREGADO (%)	1.02%											
<table border="1"> <tr> <td>PESO UNITARIO COMPACTO DEL AGREGADO GRUESO HUMEDO (Kg/m<sup>3</sup>)</td> <td>1324.8</td> </tr> <tr> <td>PESO UNITARIO COMPACTO DEL AGREGADO GRUESO SECO (Kg/m<sup>3</sup>)</td> <td>1324.7</td> </tr> </table>		PESO UNITARIO COMPACTO DEL AGREGADO GRUESO HUMEDO (Kg/m <sup>3</sup> )	1324.8	PESO UNITARIO COMPACTO DEL AGREGADO GRUESO SECO (Kg/m <sup>3</sup> )	1324.7							
PESO UNITARIO COMPACTO DEL AGREGADO GRUESO HUMEDO (Kg/m <sup>3</sup> )	1324.8											
PESO UNITARIO COMPACTO DEL AGREGADO GRUESO SECO (Kg/m <sup>3</sup> )	1324.7											
<small>           1. Los Informes de Laboratorio en firmas originales del Director Técnico y sello del Laboratorio ("DOCUMENTO CONTROLADO"), no tienen Validez.            2. Los Resultados contenidos en este informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron los Ensayos.            3. Este informe expresa fielmente los resultados obtenidos. No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente del laboratorio que lo emite.            4. El Laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los Resultados.         </small>												
Elaborado y aprobado por:												
Nombre:	Ing. Jeffrey Caseres Varela											
Cargo:	Ing. Civil supervisor laboratorio											
FIN DEL INFORME												

Fuente: SOAL INGENIERÍA, 2021.



**Tabla 44.**

*Peso específico del agregado grueso.*

<p>SOAL INGENIERÍA S.A.S NIT: 901.039.284-2</p> <p>Calle 2 No. 9-07 Urb. 3 Valedupar - Cesar Tel: +57 (5) 5023127 Cel: +57 319 629 0329 garcia@soalingenieria.com</p>		<b>PESO ESPECÍFICO GRUESO</b>		VERSION 02	
				VIGENCIA: 14 ENERO 2018	
<b>NOMBRE DEL CLIENTE:</b>	SAMMY CAROLINA ARIAS	<b>DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:</b>	GRAVA		
<b>DIRECCIÓN DEL CLIENTE:</b>	CALLE 7 No. 42-59 Barrio La Nevada-Valedupar,	<b>LOCALIZACIÓN:</b>	CANTERA SUM		
<b>OBRA Y LOCALIZACIÓN:</b>	PRUEBAS DE LABORATORIO - TESIS	<b>COLOR:</b>	VARIABLE		
<b>FECHA DE TOMA DE LA MUESTRA:</b>	15/07/2021	<b>Apique No</b>		<b>Profundidad</b>	
<b>FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA:</b>	16/07/2021	<b>Muestra No</b>	1		
<b>FECHA DE EJECUCIÓN DEL ENSAYO</b>	19-20/07/2021				

PRUEBA No	UNIDAD	1	2	3	PROMEDIO
TEMPERATURA	° C	23	23	23	
PESO EN EL AIRE DE LA MUESTRA SECA ( A )	g	160.1	173.0	199.6	
PESO EN EL AIRE DE LA MUESTRA SATURADA CON SUPERFICIE SECA ( B )	g	164.1	180.8	208.0	
PESO SUMERGIDO EN AGUA DE LA MUESTRA SATURADA ( C )	g	101.0	109.4	125.7	
PESO ESPECÍFICO APARENTE	$\frac{A}{B - C}$ g / cm <sup>3</sup>	2.537	2.423	2.425	2.462
PESO ESPECÍFICO APARENTE (SSS)	$\frac{B}{B - C}$ g / cm <sup>3</sup>	2.601	2.532	2.627	2.553
PESO ESPECÍFICO NOMINAL	$\frac{A}{A - C}$ g / cm <sup>3</sup>	2.709	2.720	2.701	2.710
ABSORCIÓN	$\frac{B - A}{A} \times 100$ %	2.50	4.51	4.21	3.74

**Volúmen aparente:** Es el volúmen que ocupan las partículas del sólido, incluidos el volúmen de vacíos accesibles al agua en las condiciones que se establezcan.

**Volúmen nominal:** Es el volúmen que ocupan las partículas del sólido, excluyendo el volúmen de vacíos.

**Peso específico aparente:** Es la relación que existe entre el peso al aire del sólido y el peso de agua correspondiente a su volúmen aparente.

**Peso específico nominal:** Es la relación que existe entre el peso al aire del sólido y el peso de agua correspondiente a su volúmen nominal.

**OBSERVACIONES:** PESO ESPECÍFICO (APARENTE Y NOMINAL) Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESO, PARA AGREGADOS CON TAMAÑO IGUAL O MAYOR A 4,75 mm ( TAMIZ No 4)

1. Un Informe de Laboratorio en firmas originales del Director Técnico y jefe del Laboratorio ("DOCUMENTO CONTROLADO"), no serán válidos.  
2. Los Resultados contenidos en este Informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron los Ensayos.  
3. Este Informe expresa solamente los resultados obtenidos. Por favor leer detenidamente el presente Informe, cualquier duda o comentario permita previamente al laboratorio que lo emite.  
4. El Laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse de una mala interpretación de los Resultados.

Elaborado y aprobado por:  
Nombre: Ing. Jeffrey Caseres Varela  
Cargo: Ing. Civil supervisor laboratorio

**FIN DEL INFORME**

Fuente: SOAL INGENIERÍA, 2021.



Tabla 45.

*Análisis granulométrico del agregado fino.*

<b>SOAL INGENIERÍA S.A.S</b> NIT: 901.079.284-2 Calle 3 No. 6-07-141 Valledupar - Cesar Tel: +57 (5) 5823127 Cel: +57 318 628 0030 general@soalingenieria.com		<b>AGREGADO FINO</b>		VERSION 02  VIGENCIA: 14 ENERO 2015																																																																																											
<b>NOMBRE DEL CLIENTE:</b> SAMMY CAROLINA ARBAS		<b>DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:</b> ARENA:																																																																																													
<b>DIRECCIÓN DEL CLIENTE:</b> CALLE 7 No. 42-59 Barrio La Nevada Valledupar Cesar		<b>LOCALIZACIÓN:</b> RÍO																																																																																													
<b>OBRA Y LOCALIZACIÓN:</b> PRUEBAS DE LABORATORIO - TESIS		<b>COLOR:</b> VARIADO																																																																																													
<b>FECHA DE TOMA DE LA MUESTRA:</b> 15/07/2021		<b>Apique No</b>		Profundidad																																																																																											
<b>FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA:</b> 16/07/2021		<b>Muestra No</b>		1																																																																																											
<b>FECHA DE EJECUCIÓN DEL ENSAYO:</b> 19-20/07/2021																																																																																															
<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO</b>																																																																																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>TAMIZ</th> <th>PESO REL. (g)</th> <th>PORCENT. RET. (%)</th> <th>PORCENT. PASA (%)</th> <th>PORCENT. RETE. ACUMULADO (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2 1/2"</td><td>0.0</td><td>0.0</td><td>100.0</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>2"</td><td>0.0</td><td>0.0</td><td>100.0</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>1 1/2"</td><td>0.0</td><td>0.0</td><td>100.0</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>1"</td><td>0.0</td><td>0.0</td><td>100.0</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>3/4"</td><td>0.0</td><td>0.0</td><td>100.0</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>1/2"</td><td>0.0</td><td>0.0</td><td>100.0</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>3/8"</td><td>0.0</td><td>0.0</td><td>100.0</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>No.4</td><td>0.0</td><td>0.0</td><td>100.0</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>No. 8</td><td>200.0</td><td>22.7</td><td>77.3</td><td>22.7</td></tr> <tr><td>No. 16</td><td>190.3</td><td>21.6</td><td>55.6</td><td>44.4</td></tr> <tr><td>No. 30</td><td>189.4</td><td>21.5</td><td>34.1</td><td>65.9</td></tr> <tr><td>No.50</td><td>79.0</td><td>9.0</td><td>25.1</td><td>74.9</td></tr> <tr><td>No. 100</td><td>166.0</td><td>21.1</td><td>4.0</td><td>96.0</td></tr> <tr><td>No. 200</td><td>35.3</td><td>4.0</td><td>0.0</td><td>100.0</td></tr> <tr><td>FONDO</td><td>0.0</td><td>0.0</td><td>0.0</td><td>100.0</td></tr> <tr><td>SUMATORIA</td><td>880.0</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>ERROR</td><td>0.0</td><td>Bien</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>						TAMIZ	PESO REL. (g)	PORCENT. RET. (%)	PORCENT. PASA (%)	PORCENT. RETE. ACUMULADO (%)	2 1/2"	0.0	0.0	100.0	0.0	2"	0.0	0.0	100.0	0.0	1 1/2"	0.0	0.0	100.0	0.0	1"	0.0	0.0	100.0	0.0	3/4"	0.0	0.0	100.0	0.0	1/2"	0.0	0.0	100.0	0.0	3/8"	0.0	0.0	100.0	0.0	No.4	0.0	0.0	100.0	0.0	No. 8	200.0	22.7	77.3	22.7	No. 16	190.3	21.6	55.6	44.4	No. 30	189.4	21.5	34.1	65.9	No.50	79.0	9.0	25.1	74.9	No. 100	166.0	21.1	4.0	96.0	No. 200	35.3	4.0	0.0	100.0	FONDO	0.0	0.0	0.0	100.0	SUMATORIA	880.0				ERROR	0.0	Bien		
TAMIZ	PESO REL. (g)	PORCENT. RET. (%)	PORCENT. PASA (%)	PORCENT. RETE. ACUMULADO (%)																																																																																											
2 1/2"	0.0	0.0	100.0	0.0																																																																																											
2"	0.0	0.0	100.0	0.0																																																																																											
1 1/2"	0.0	0.0	100.0	0.0																																																																																											
1"	0.0	0.0	100.0	0.0																																																																																											
3/4"	0.0	0.0	100.0	0.0																																																																																											
1/2"	0.0	0.0	100.0	0.0																																																																																											
3/8"	0.0	0.0	100.0	0.0																																																																																											
No.4	0.0	0.0	100.0	0.0																																																																																											
No. 8	200.0	22.7	77.3	22.7																																																																																											
No. 16	190.3	21.6	55.6	44.4																																																																																											
No. 30	189.4	21.5	34.1	65.9																																																																																											
No.50	79.0	9.0	25.1	74.9																																																																																											
No. 100	166.0	21.1	4.0	96.0																																																																																											
No. 200	35.3	4.0	0.0	100.0																																																																																											
FONDO	0.0	0.0	0.0	100.0																																																																																											
SUMATORIA	880.0																																																																																														
ERROR	0.0	Bien																																																																																													
<table border="1"> <tr> <td>GRAVA (%)</td> <td>ARENA (%)</td> <td>PASA/200 (%)</td> <td>HUM NAT (%)</td> </tr> <tr> <td>0.0</td> <td>100.0</td> <td>0.0</td> <td>2.56%</td> </tr> </table>						GRAVA (%)	ARENA (%)	PASA/200 (%)	HUM NAT (%)	0.0	100.0	0.0	2.56%																																																																																		
GRAVA (%)	ARENA (%)	PASA/200 (%)	HUM NAT (%)																																																																																												
0.0	100.0	0.0	2.56%																																																																																												
<b>CURVA GRANULOMÉTRICA PARA AGREGADOS FINOS</b>																																																																																															
<p>1. Los Informes de Laboratorio sin firmas originales del Director Técnico y sello del Laboratorio ("DOCUMENTO CONTROLADO"), no tienen Validez.          2. Los Resultados contenidos en este Informe se refieren al momento y condiciones en que se realizó la Emisión.          3. Este Informe expresa únicamente los resultados obtenidos. No podrá ser modificado parcialmente, siempre cuando se haya obtenido permiso previamente del laboratorio que lo emite.          4. El Laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso indebido de los Resultados.</p>																																																																																															
<table border="1"> <tr> <td colspan="2">Elaborado y aprobado por:</td> </tr> <tr> <td>Nombre:</td> <td>Ing. Jeffrey Castore Varela</td> </tr> <tr> <td>Cargo:</td> <td>Ing. Civil supervisor laboratorio</td> </tr> </table>						Elaborado y aprobado por:		Nombre:	Ing. Jeffrey Castore Varela	Cargo:	Ing. Civil supervisor laboratorio																																																																																				
Elaborado y aprobado por:																																																																																															
Nombre:	Ing. Jeffrey Castore Varela																																																																																														
Cargo:	Ing. Civil supervisor laboratorio																																																																																														
FIN DEL INFORME																																																																																															

Fuente: SOAL INGENIERÍA, 2021.



**Tabla 46.**

*Masa unitaria compacta del agregado fino.*

 <p>SOAL INGENIERIA S.A.S NIT: 901.039.284-2 Calle 3 No. 8-07 Int 2 Valledupar - Cesar Tel: +57 (5) 5623127 Cel: +57 318.828.0035 gerencia@soalingenieria.com</p>	<p><b>MASA UNITARIA COMPACTA AGREGADO FINO</b></p>	VERSION 02										
		VIGENCIA: 14 ENERO 2018										
<p><b>NOMBRE DEL CLIENTE:</b> SAMMY CAROLINA ARIAS  <b>DIRECCIÓN DEL CLIENTE:</b> CALLE 7 No. 42-59 Barrio La Nevada-Valledupar, Cesar  <b>OBRA Y LOCALIZACIÓN:</b> PRUEBAS DE LABORATORIO - TESIS  <b>DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:</b> ARENA  <b>LOCALIZACIÓN:</b> RIO  <b>COLOR:</b> VARIADO  <b>Apique No</b> - Profundidad  <b>Muestra No</b> 1 -</p>												
<p><b>FECHA DE TOMA DE LA MUESTRA:</b> 15/07/2021  <b>FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA:</b> 16/07/2021  <b>FECHA DE EJECUCIÓN DEL ENSAYO:</b> 19-20/07/2021</p>												
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>PESO DEL MOLDE (g)</td> <td style="text-align: center;">1329.8</td> </tr> <tr> <td>VOLUMEN DEL MOLDE (cm<sup>3</sup>)</td> <td style="text-align: center;">3130.1</td> </tr> </table>			PESO DEL MOLDE (g)	1329.8	VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	3130.1						
PESO DEL MOLDE (g)	1329.8											
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	3130.1											
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>PESO DEL MOLDE + MUESTRA SECA (g) No 1</td> <td style="text-align: center;">6222.0</td> </tr> <tr> <td>PESO DEL MOLDE + MUESTRA SECA (g) No 2</td> <td style="text-align: center;">6226.0</td> </tr> <tr> <td>PESO DEL MOLDE + MUESTRA SECA (g) No 3</td> <td style="text-align: center;">6146.0</td> </tr> <tr> <td>PROMEDIO PESO DEL MOLDE + MUESTRA SECA (g)</td> <td style="text-align: center;">6198.0</td> </tr> <tr> <td>HUMEDAD NATURAL DEL AGREGADO (%)</td> <td style="text-align: center;">2.56%</td> </tr> </table>			PESO DEL MOLDE + MUESTRA SECA (g) No 1	6222.0	PESO DEL MOLDE + MUESTRA SECA (g) No 2	6226.0	PESO DEL MOLDE + MUESTRA SECA (g) No 3	6146.0	PROMEDIO PESO DEL MOLDE + MUESTRA SECA (g)	6198.0	HUMEDAD NATURAL DEL AGREGADO (%)	2.56%
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SECA (g) No 1	6222.0											
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SECA (g) No 2	6226.0											
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SECA (g) No 3	6146.0											
PROMEDIO PESO DEL MOLDE + MUESTRA SECA (g)	6198.0											
HUMEDAD NATURAL DEL AGREGADO (%)	2.56%											
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>PESO UNITARIO COMPACTO DEL AGREGADO FINO HUMEDO (Kg/m<sup>3</sup>)</td> <td style="text-align: center;">1555.3</td> </tr> <tr> <td>PESO UNITARIO COMPACTO DEL AGREGADO FINO SECO (Kg/m<sup>3</sup>)</td> <td style="text-align: center;">1554.9</td> </tr> </table>			PESO UNITARIO COMPACTO DEL AGREGADO FINO HUMEDO (Kg/m <sup>3</sup> )	1555.3	PESO UNITARIO COMPACTO DEL AGREGADO FINO SECO (Kg/m <sup>3</sup> )	1554.9						
PESO UNITARIO COMPACTO DEL AGREGADO FINO HUMEDO (Kg/m <sup>3</sup> )	1555.3											
PESO UNITARIO COMPACTO DEL AGREGADO FINO SECO (Kg/m <sup>3</sup> )	1554.9											
<p><b>OBSERVACIONES:</b> PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO COMPACTADO, PARA AGREGADOS CON TAMAÑO NOMINAL MENOR O IGUAL QUE 39 mm (1 1/2")</p>												
<p>1. Los Informes de Laboratorio sin firmas originales del Director Técnico y sello del Laboratorio ("DOCUMENTO CONTROLADO") no tienen Validez.  2. Los Resultados contenidos en este Informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron los Ensayos.  3. Este informe expresa fielmente los resultados obtenidos. No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente del laboratorio que lo emite.  4. El Laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los Resultados.</p>												
<p>Elaborado y aprobado por:</p> <p>Nombre: Ing. Jeffrey Caseres Varela</p> <p>Cargo: Ing. Civil supervisor laboratorio</p> 												
<p>FIN DEL INFORME</p>												

Fuente: SOAL INGENIERÍA, 2021.



**Tabla 47.**

*Masa unitaria suelta del agregado fino.*

<p>SOAL INGENIERÍA S.A.S NIT: 902.079.204-2 Calle No. 8-27 #12 Valledupar - Cesar Tel: +57 (5) 8023 027 Cel: +57 318 628 9028 soal@soal.com.co www.soal.com.co</p>		<p><b>MASA UNITARIA SUELTA AGREGADO FINO</b></p>		<p>VERSION 02</p>	
				<p>VIGENCIA: 14 ENERO 2018</p>	
<p>NOMBRE DEL CLIENTE: SAMMY CAROLINA ARIAS</p>		<p>DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: ARENA</p>			
<p>DIRECCIÓN DEL CLIENTE: CALLE 7 No. 42-59 Barrio La Navada-Valledupar,</p>		<p>LOCALIZACIÓN: RIO</p>			
<p>OBRA Y LOCALIZACIÓN: PRUEBAS DE LABORATORIO - TESIS</p>		<p>COLOR: VARIADO</p>			
<p>FECHA DE TOMA DE LA MUESTRA: 15/07/2021</p>		<p>Apique No. 1</p>		<p>Profundidad</p>	
<p>FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA: 16/07/2021</p>		<p>Muestra No. 1</p>			
<p>FECHA DE EJECUCIÓN DEL ENSAYO: 19-20/07/2021</p>					

PESO DEL MOLDE (g)	1329.8
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	3130.1
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SECA (g) No. 1	5714.0
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SECA (g) No. 2	5689.0
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SECA (g) No. 3	5744.0
PROMEDIO PESO DEL MOLDE + MUESTRA SECA (g)	5715.7
HUMEDAD NATURAL DEL AGREGADO (%)	2.56%
PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO FINO HUMEDO (Kg/m <sup>3</sup> )	1401.2
PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO FINO SECO (Kg/m <sup>3</sup> )	1400.0

**OBSERVACIONES:** PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO SUELTO, PARA AGREGADOS CON TAMAÑO NOMINAL HASTA DE 100 mm ( # 4)

1. Los Informes de Laboratorio son firmados digitalmente por el Director Técnico y solo del Laboratorio "SOCOLABINTO CONTROLADO" (L) no firmen validez.  
2. Los Resultados Generados en el Sistema de Información al Cliente y disponibles en SOAL, se validan con Emisoras.  
3. Este Informe expresa fielmente los resultados obtenidos. No podrá ser reproducido parcialmente, sin el consentimiento escrito del laboratorio que lo emite.  
4. El Laboratorio que lo emite no se responsabiliza por los errores que puedan cometerse del uso inadecuado de los Resultados.

Elaborado y aprobado por:

Nombre: Ing. Jeffrey Cisneros Virella

Cargo: Ing. Civil supervisor laboratorio

**FIN DEL INFORME**

Fuente: SOAL INGENIERÍA, 2021.



**Tabla 48.**

*Peso específico del agregado fino.*

SOAL INGENIERIA S.A.S NIT: 901.059.284-2 Calle A No. 9-07 102 Valledupar - Cesar Tel: +57 (0) 9823 1277 Cel: +57 316 828 5038 general@soalingenieria.com		<b>PESO ESPECIFICO FINO</b>		VERSION 02 VIGENCIA: 14 ENERO 2018		
<b>NOMBRE DEL CLIENTE:</b> SAMMY CAROLINA ARIAS <b>DIRECCIÓN DEL CUENTE:</b> CALLE Y No. 42-59 Barrio La Nivalta-Valledupar, Cesar. <b>OBRA Y LOCALIZACIÓN:</b> PRUEBAS DE LABORATORIO TESIS		<b>DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:</b> ARENA <b>LOCALIZACIÓN:</b> RIO <b>COLOR:</b> VARIADO		<b>Profundidad</b>		
<b>FECHA DE TOMA DE LA MUESTRA:</b> 15/07/2021 <b>FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA:</b> 18/07/2021 <b>FECHA DE EJECUCIÓN DEL ENSAYO:</b> 19-20/07/2021		<b>Acique No:</b> - <b>Muestra No:</b> 1				
PESO ESPECIFICO AGREGADO FINO						
PRUEBA No	UNIDAD	1	2	3	PROMEDIO	
TEMPERATURA	°C	23	23	23		
PESO AL AIRE DE LA MUESTRA SECA ( A )	g	282.9	284.6	280.4		
PESO DEL PICNÓMETRO AFORADO LLENO DE AGUA ( B )	g	575.1	574.3	574.6		
PESO TOTAL DEL PICNÓMETRO AFORADO CON LA MUESTRA Y LLENO DE AGUA ( C )	g	757.5	756.8	757.8		
PESO DE LA MUESTRA SATURADA ( S )	g	300.0	300.0	300.0		
PESO ESPECÍFICO APARENTE	A					
	$\frac{B - S}{C - S}$	g / cm <sup>3</sup>	2.385	2.422	2.401	2.403
PESO ESPECÍFICO APARENTE (SSS)	S					
	$\frac{B - S}{C - S}$	g / cm <sup>3</sup>	2.530	2.553	2.568	2.560
PESO ESPECÍFICO NOMINAL	A					
	$\frac{B - A}{C - A}$	g / cm <sup>3</sup>	2.787	2.787	2.885	2.820
ABSORCIÓN	$\frac{S - A}{A} \times 100$	%	6.04	5.41	6.99	6.15

**Observaciones:** PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS, PARA AGREGADOS CON TAMAÑO INFERIOR A 4,75 mm ( TAMIZ No 4)

1. Los Informes de Laboratorio sin firmas originales del Director Técnico y sello del Laboratorio (DOCUMENTO CONTROLADO), no tienen Validez  
 2. Los Resultados contenidos en este Informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron los Ensayos.  
 3. Este Informe respalda firmemente los resultados obtenidos. No podrá ser reproducido parcialmente, en copia cuando no haya sido previamente autorizado por el laboratorio que lo emite.  
 4. El Laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los Resultados.

Elaborado y aprobado por:  
 Nombre: Ing. Jeffrey Caseres Varela  
 Cargo: Ing. Civil supervisor laboratorio

FIN DEL INFORME.

Fuente: SOAL INGENIERÍA, 2021.



**Universidad  
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL Y SANITARIA**



Ingeniería  
Ambiental y Sanitaria

#### **Anexo IV. Diseño de mezclas de concreto**





**Tabla 49.**

*Diseño de mezcla de concreto para bloques tipo A1.*

APROVECHAMIENTO DE LAS HOJAS DE MAGUEY PARA FABRICACIÓN DE BLOQUES ECOLÓGICOS COMO ALTERNATIVA A LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS ECONÓMICAS			
TESIS			
Sammy Carolina Arias Guevara			
TESISTAS			
Camila Andrea Torrenegra Hernandez			
ÍTEM	A1	DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PARA BLOQUE DE ALTA RESISTENCIA CON 0.0% DE FIBRAS	
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES			
AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO	
Peso unitario suelto seco	2403 kg/m <sup>3</sup>	Peso unitario suelto seco	2462 kg/m <sup>3</sup>
Peso unitario compactado seco	2550 kg/m <sup>3</sup>	Peso unitario compactado seco	2553 kg/m <sup>3</sup>
Densidad aparente	2403 kg/m <sup>3</sup>	Densidad aparente	2462 kg/m <sup>3</sup>
Absorción	6,15%	Absorción	3,74%
Contenido de Humedad	6,00%	Contenido de Humedad	3,00%
		Perfil del agregado	Angular rugoso
		Tamaño Máximo	3/4"
		Tamaño Máximo Nominal	3/8"
CEMENTO		AGUA	
Tipo de cemento	Estructural ARGOS	Tipo de agua	Potable
Densidad	3100 kg/m <sup>3</sup>	Densidad	1000 kg/m <sup>3</sup>
DISEÑO DE MEZCLA			
Selección del asentamiento		Tipo de consistencia:	Muy seca
		Asentamiento deseado:	2 cm
Aire naturalmente atrapado			3,00%
Cantidad de agua de mezclado	192	kg/m <sup>3</sup>	
Resistencia especificada (f'c)	13	Mpa	
	20	MPa	
Resistencia de diseño (f'rc)	2901	psi	
	204	kg/cm <sup>2</sup>	
Relación Agua Cemento (a/c)	0,59		
Resultado optimización granulometría por método RNL (Ver Anexo IV)		Porcentaje de agregado grueso	47%
		Porcentaje de agregado fino	53%
Volumen agregados por m <sup>3</sup> de concreto	0,673	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
Densidad promedio agregados	2431	kg/m <sup>3</sup>	
PROPORCIONES DE MATERIALES			DOSIFICACIÓN
Material	Peso seco (kg/m <sup>3</sup> )	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )
Cemento	325	3100	0,105
Agua	192	1000	0,192
Aire	0	0	0,030
Grava	769	2462	0,312
Arena	867	2403	0,361
Total	2153		1
			Cemento 1
			Agua 0,6
			Arena 2,7
			Grava 2,4

Fuente: Autores, 2021.



**Tabla 50.**

*Diseño de mezcla de concreto para bloques tipo A2.*

APROVECHAMIENTO DE LAS HOJAS DE MAGUEY PARA FABRICACIÓN DE BLOQUES ECOLÓGICOS COMO ALTERNATIVA A LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS ECONÓMICAS			
TESIS		Sammy Carolina Arias Guevara	
TESISTAS		Camila Andrea Torrenegra Hernandez	
ÍTEM	A2	DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PARA BLOQUE DE ALTA RESISTENCIA CON 0.5% DE FIBRAS	
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES			
AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO	
Peso unitario suelto seco	2403 kg/m <sup>3</sup>	Peso unitario suelto seco	2462 kg/m <sup>3</sup>
Peso unitario compactado seco	2550 kg/m <sup>3</sup>	Peso unitario compactado seco	2553 kg/m <sup>3</sup>
Densidad aparante	2403 kg/m <sup>3</sup>	Densidad aparante	2462 kg/m <sup>3</sup>
Absorción	6,15%	Absorción	3,74%
Contenido de Humedad	6,00%	Contenido de Humedad	3,00%
FIBRA		Perfil del agregado	Angular rugoso
Tipo de fibra	Maguey	Tamaño Máximo	3/4"
Densidad	300 kg/m <sup>3</sup>	Tamaño Máximo Nominal	3/8"
CEMENTO		AGUA	
Tipo de cemento	Estructural ARGOS	Tipo de agua	Potable
Densidad	3100 kg/m <sup>3</sup>	Densidad	1000 kg/m <sup>3</sup>
DISEÑO DE MEZCLA			
Selección del asentamiento		Tipo de consistencia:	Muy seca
		Asentamiento deseado:	2 cm
Aire naturalmente atrapado		3,00%	
Cantidad de agua de mezclado		192	kg/m <sup>3</sup>
<b>Resistencia especificada (f'c)</b>		<b>13</b>	<b>Mpa</b>
		20	MPa
Resistencia de diseño (f'rc)		2901	psi
		204	kg/cm <sup>2</sup>
Relación Agua Cemento (a/c)		0,59	
Resultado optimización granulometría por método RNL (Ver Anexo IV)		Porcentaje de agregado grueso	47%
		Porcentaje de agregado fino	53%
Volumen agregados por m <sup>3</sup> de concreto		0,668	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
Densidad promedio agregados		2431	kg/m <sup>3</sup>
PROPORCIONES DE MATERIALES			DOSIFICACIÓN
Material	Peso seco (kg/m <sup>3</sup> )	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )
Cemento	325	3100	0,105
Agua	192	1000	0,192
Aire	0	0	0,030
Grava	763	2462	0,310
Arena	861	2403	0,358
Fibra	1,5	300	0,005
Total	2142,5		1
			Cemento 1
			Agua 0,6
			Arena 2,6
			Grava 2,3
			Fibra 0,005

Fuente: Autores, 2021.



**Tabla 51.**

*Diseño de mezcla de concreto para bloques tipo A3.*

APROVECHAMIENTO DE LAS HOJAS DE MAGUEY PARA FABRICACIÓN DE BLOQUES ECOLÓGICOS COMO ALTERNATIVA A LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS ECONÓMICAS			
TESIS		Sammy Carolina Arias Guevara	
TESISTAS		Camila Andrea Torrenegra Hernandez	
ÍTEM	A3	DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PARA BLOQUE DE ALTA RESISTENCIA CON 1.0% DE FIBRAS	
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES			
AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO	
Peso unitario suelto seco	2403 kg/m <sup>3</sup>	Peso unitario suelto seco	2462 kg/m <sup>3</sup>
Peso unitario compactado seco	2550 kg/m <sup>3</sup>	Peso unitario compactado seco	2553 kg/m <sup>3</sup>
Densidad aparante	2403 kg/m <sup>3</sup>	Densidad aparante	2462 kg/m <sup>3</sup>
Absorción	6,15%	Absorción	3,74%
Contenido de Humedad	6,00%	Contenido de Humedad	3,00%
FIBRA		Perfil del agregado	Angular rugoso
Tipo de fibra	Maguey	Tamaño Máximo	3/4"
Densidad	300 kg/m <sup>3</sup>	Tamaño Máximo Nominal	3/8"
CEMENTO		AGUA	
Tipo de cemento	Estructural ARGOS	Tipo de agua	Potable
Densidad	3100 kg/m <sup>3</sup>	Densidad	1000 kg/m <sup>3</sup>
DISEÑO DE MEZCLA			
Selección del asentamiento	Tipo de consistencia:		Muy seca
	Asentamiento deseado:		2 cm
Aire naturalmente atrapado	3,00%		
Cantidad de agua de mezclado	192	kg/m <sup>3</sup>	
<b>Resistencia especificada (f'c)</b>	<b>13</b>	<b>Mpa</b>	
	20	MPa	
Resistencia de diseño (f'rc)	2901	psi	
	204	kg/cm <sup>2</sup>	
Relación Agua Cemento (a/c)	0,59		
Resultado optimización granulometría por método RNL (Ver Anexo IV)	Porcentaje de agregado grueso		47%
	Porcentaje de agregado fino		53%
Volumen agregados por m <sup>3</sup> de concreto	0,663	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
Densidad promedio agregados	2431	kg/m <sup>3</sup>	
PROPORCIONES DE MATERIALES			DOSIFICACIÓN
Material	Peso seco (kg/m <sup>3</sup> )	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )
Cemento	325	3100	0,105
Agua	192	1000	0,192
Aire	0	0	0,030
Grava	758	2462	0,308
Arena	854	2403	0,355
Fibra	3	300	0,010
Total	2132		1
			Cemento 1
			Agua 0,6
			Arena 2,6
			Grava 2,3
			Fibra 0,009

Fuente: Autores, 2021.



**Tabla 52.**

*Diseño de mezcla de concreto para bloques tipo A4.*

APROVECHAMIENTO DE LAS HOJAS DE MAGUEY PARA FABRICACIÓN DE BLOQUES ECOLÓGICOS COMO ALTERNATIVA A LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS ECONÓMICAS			
TESIS			
Sammy Carolina Arias Guevara			
TESISTAS			
Camila Andrea Torrenegra Hernandez			
ÍTEM	A4	DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PARA BLOQUE DE ALTA RESISTENCIA CON 1.5% DE FIBRAS	
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES			
AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO	
Peso unitario suelto seco	2403 kg/m <sup>3</sup>	Peso unitario suelto seco	2462 kg/m <sup>3</sup>
Peso unitario compactado seco	2550 kg/m <sup>3</sup>	Peso unitario compactado seco	2553 kg/m <sup>3</sup>
Densidad aparente	2403 kg/m <sup>3</sup>	Densidad aparente	2462 kg/m <sup>3</sup>
Absorción	6,15%	Absorción	3,74%
Contenido de Humedad	6,00%	Contenido de Humedad	3,00%
FIBRA		Perfil del agregado	Angular rugoso
Tipo de fibra	Maguey	Tamaño Máximo	3/4"
Densidad	300 kg/m <sup>3</sup>	Tamaño Máximo Nominal	3/8"
CEMENTO		AGUA	
Tipo de cemento	Estructural ARGOS	Tipo de agua	Potable
Densidad	3100 kg/m <sup>3</sup>	Densidad	1000 kg/m <sup>3</sup>
DISEÑO DE MEZCLA			
Selección del asentamiento	Tipo de consistencia:		Muy seca
Aire naturalmente atrapado	Asentamiento deseado:		2 cm
Cantidad de agua de mezclado	3,00%		
Resistencia especificada (f'c)	192	kg/m <sup>3</sup>	
	13	Mpa	
	20	MPa	
Resistencia de diseño (f'rc)	2901	psi	
	204	kg/cm <sup>2</sup>	
Relación Agua Cemento (a/c)	0,59		
Resultado optimización granulometría por método RNL (Ver Anexo IV)	Porcentaje de agregado grueso		47%
	Porcentaje de agregado fino		53%
Volumen agregados por m <sup>3</sup> de concreto	0,658	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
Densidad promedio agregados	2431	kg/m <sup>3</sup>	
PROPORCIONES DE MATERIALES			DOSIFICACIÓN
Material	Peso seco (kg/m <sup>3</sup> )	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )
Cemento	325	3100	0,105
Agua	192	1000	0,192
Aire	0	0	0,030
Grava	752	2462	0,305
Arena	848	2403	0,353
Fibra	4,5	300	0,015
Total	2121,5		1
			Cemento 1
			Agua 0,6
			Arena 2,6
			Grava 2,3
			Fibra 0,014

Fuente: Autores, 2021.



**Tabla 53.**

*Diseño de mezcla de concreto para bloques tipo B1.*

APROVECHAMIENTO DE LAS HOJAS DE MAGUEY PARA FABRICACIÓN DE BLOQUES ECOLÓGICOS COMO ALTERNATIVA A LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS ECONÓMICAS					
TESIS		Sammy Carolina Arias Guevara			
TESISTAS		Camila Andrea Torrenegra Hernandez			
ÍTEM	B1	DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PARA BLOQUE DE BAJA RESISTENCIA CON 0.0% DE FIBRAS			
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES					
AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO			
Peso unitario suelto seco	2403 kg/m <sup>3</sup>	Peso unitario suelto seco	2462 kg/m <sup>3</sup>		
Peso unitario compactado seco	2550 kg/m <sup>3</sup>	Peso unitario compactado seco	2553 kg/m <sup>3</sup>		
Densidad aparente	2403 kg/m <sup>3</sup>	Densidad aparente	2462 kg/m <sup>3</sup>		
Absorción	6,15%	Absorción	3,74%		
Contenido de Humedad	6,00%	Contenido de Humedad	3,00%		
		Perfil del agregado	Angular rugoso		
		Tamaño Máximo	3/4"		
		Tamaño Máximo Nominal	3/8"		
CEMENTO		AGUA			
Tipo de cemento	Estructural ARGOS	Tipo de agua	Potable		
Densidad	3100 kg/m <sup>3</sup>	Densidad	1000 kg/m <sup>3</sup>		
DISEÑO DE MEZCLA					
Selección del asentamiento		Tipo de consistencia:	Muy seca		
		Asentamiento deseado:	2 cm		
Aire naturalmente atrapado		3,00%			
Cantidad de agua de mezclado		192	kg/m <sup>3</sup>		
<b>Resistencia especificada (f'c)</b>		<b>8</b>	<b>Mpa</b>		
		15	MPa		
Resistencia de diseño (f're)		2176	psi		
		153	kg/cm <sup>2</sup>		
Relación Agua Cemento (a/c)		0,69			
Resultado optimización granulometría por método RNL (Ver Anexo IV)		Porcentaje de agregado grueso	47%		
		Porcentaje de agregado fino	53%		
Volumen agregados por m <sup>3</sup> de concreto		0,688	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		
Densidad promedio agregados		2431	kg/m <sup>3</sup>		
PROPORCIONES DE MATERIALES			DOSIFICACIÓN		
Material	Peso seco (kg/m <sup>3</sup> )	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )		
Cemento	278	3100	0,090	Cemento	1
Agua	192	1000	0,192	Agua	0,7
Aire	0	0	0,030	Arena	3,2
Grava	786	2462	0,319	Grava	2,8
Arena	886	2403	0,369		
Total	2142		1		

Fuente: Autores, 2021.



**Tabla 54.**

*Diseño de mezcla de concreto para bloques tipo B2.*

<b>TESIS</b>	<b>APROVECHAMIENTO DE LAS HOJAS DE MAGUEY PARA FABRICACIÓN DE BLOQUES ECOLÓGICOS COMO ALTERNATIVA A LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS ECONÓMICAS</b>		
<b>TESISTAS</b>	Sammy Carolina Arias Guevara Camila Andrea Torrenegra Hernandez		
<b>ÍTEM</b>	<b>B2</b>	<b>DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PARA BLOQUE DE BAJA RESISTENCIA CON 0.5% DE FIBRAS</b>	
<b>CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES</b>			
<b>AGREGADO FINO</b>		<b>AGREGADO GRUESO</b>	
Peso unitario suelto seco	2403 kg/m <sup>3</sup>	Peso unitario suelto seco	2462 kg/m <sup>3</sup>
Peso unitario compactado seco	2550 kg/m <sup>3</sup>	Peso unitario compactado seco	2553 kg/m <sup>3</sup>
Densidad aparente	2403 kg/m <sup>3</sup>	Densidad aparente	2462 kg/m <sup>3</sup>
Absorción	6,15%	Absorción	3,74%
Contenido de Humedad	6,00%	Contenido de Humedad	3,00%
<b>FIBRA</b>		Perfil del agregado	Angular rugoso
Tipo de fibra	Maguey	Tamaño Máximo	3/4"
Densidad	300 kg/m <sup>3</sup>	Tamaño Máximo Nominal	3/8"
<b>CEMENTO</b>		<b>AGUA</b>	
Tipo de cemento	Estructural ARGOS	Tipo de agua	Potable
Densidad	3100 kg/m <sup>3</sup>	Densidad	1000 kg/m <sup>3</sup>
<b>DISEÑO DE MEZCLA</b>			
Selección del asentamiento	Tipo de consistencia:		Muy seca
Aire naturalmente atrapado	Asentamiento deseado:		2 cm
Cantidad de agua de mezclado	192	kg/m <sup>3</sup>	
<b>Resistencia especificada (f'c)</b>	<b>8</b>	<b>Mpa</b>	
	15	MPa	
Resistencia de diseño (f'rc)	2176	psi	
	153	kg/cm <sup>2</sup>	
Relación Agua Cemento (a/c)	0,69		
Resultado optimización granulometría por método RNL (Ver Anexo IV)	Porcentaje de agregado grueso		47%
	Porcentaje de agregado fino		53%
Volumen agregados por m <sup>3</sup> de concreto	0,683	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
Densidad promedio agregados	2431	kg/m <sup>3</sup>	
<b>PROPORCIONES DE MATERIALES</b>			<b>DOSIFICACIÓN</b>
Material	Peso seco (kg/m <sup>3</sup> )	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )
Cemento	278	3100	0,090
Agua	192	1000	0,192
Aire	0	0	0,030
Grava	780	2462	0,317
Arena	880	2403	0,366
Fibra	1,5	300	0,005
Total	2131,5		1
			Cemento 1
			Agua 0,7
			Arena 3,2
			Grava 2,8
			Fibra 0,005

Fuente: Autores, 2021.



**Tabla 55.**

*Diseño de mezcla de concreto para bloques tipo B3.*

APROVECHAMIENTO DE LAS HOJAS DE MAGUEY PARA FABRICACIÓN DE BLOQUES ECOLÓGICOS COMO ALTERNATIVA A LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS ECONÓMICAS					
TESIS	Sammy Carolina Arias Guevara				
TESISTAS	Camila Andrea Torrenegra Hernandez				
ÍTEM	B3	DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PARA BLOQUE DE BAJA RESISTENCIA CON 1.0% DE FIBRAS			
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES					
AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO			
Peso unitario suelto seco	2403 kg/m <sup>3</sup>	Peso unitario suelto seco	2462 kg/m <sup>3</sup>		
Peso unitario compactado seco	2550 kg/m <sup>3</sup>	Peso unitario compactado seco	2553 kg/m <sup>3</sup>		
Densidad aparente	2403 kg/m <sup>3</sup>	Densidad aparente	2462 kg/m <sup>3</sup>		
Absorción	6,15%	Absorción	3,74%		
Contenido de Humedad	6,00%	Contenido de Humedad	3,00%		
FIBRA		Perfil del agregado	Angular rugoso		
Tipo de fibra	Maguey	Tamaño Máximo	3/4"		
Densidad	300 kg/m <sup>3</sup>	Tamaño Máximo Nominal	3/8"		
CEMENTO		AGUA			
Tipo de cemento	Estructural ARGOS	Tipo de agua	Potable		
Densidad	3100 kg/m <sup>3</sup>	Densidad	1000 kg/m <sup>3</sup>		
DISEÑO DE MEZCLA					
Selección del asentamiento	Tipo de consistencia:		Muy seca		
Aire naturalmente atrapado	Asentamiento deseado:		2 cm		
Cantidad de agua de mezclado	192	kg/m <sup>3</sup>			
<b>Resistencia especificada (f'c)</b>	<b>8</b>	<b>Mpa</b>			
	15	MPa			
Resistencia de diseño (f'rc)	2176	psi			
	153	kg/cm <sup>2</sup>			
Relación Agua Cemento (a/c)	0,69				
Resultado optimización granulometría por método RNL (Ver Anexo IV)	Porcentaje de agregado grueso		47%		
	Porcentaje de agregado fino		53%		
Volumen agregados por m <sup>3</sup> de concreto	0,678	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>			
Densidad promedio agregados	2431	kg/m <sup>3</sup>			
PROPORCIONES DE MATERIALES			DOSIFICACIÓN		
Material	Peso seco (kg/m <sup>3</sup> )	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )		
Cemento	278	3100	0,090	Cemento	1
Agua	192	1000	0,192	Agua	0,7
Aire	0	0	0,030	Arena	3,1
Grava	775	2462	0,315	Grava	2,8
Arena	874	2403	0,364	Fibra	0,011
Fibra	3	300	0,010		
Total	2122		1		

Fuente: Autores, 2021.



**Tabla 56.**

*Diseño de mezcla de concreto para bloques tipo B4.*

APROVECHAMIENTO DE LAS HOJAS DE MAGUEY PARA FABRICACIÓN DE BLOQUES ECOLÓGICOS COMO ALTERNATIVA A LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS ECONÓMICAS					
TESIS	Sammy Carolina Arias Guevara				
TESISTAS	Camila Andrea Torrenegra Hernandez				
ÍTEM	B4	DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PARA BLOQUE DE BAJA RESISTENCIA CON 1.5% DE FIBRAS			
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES					
AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO			
Peso unitario suelto seco	2403 kg/m <sup>3</sup>	Peso unitario suelto seco	2462 kg/m <sup>3</sup>		
Peso unitario compactado seco	2550 kg/m <sup>3</sup>	Peso unitario compactado seco	2553 kg/m <sup>3</sup>		
Densidad aparente	2403 kg/m <sup>3</sup>	Densidad aparente	2462 kg/m <sup>3</sup>		
Absorción	6,15%	Absorción	3,74%		
Contenido de Humedad	6,00%	Contenido de Humedad	3,00%		
FIBRA		Perfil del agregado	Angular rugoso		
Tipo de fibra	Maguey	Tamaño Máximo	3/4"		
Densidad	300 kg/m <sup>3</sup>	Tamaño Máximo Nominal	3/8"		
CEMENTO		AGUA			
Tipo de cemento	Estructural ARGOS	Tipo de agua	Potable		
Densidad	3100 kg/m <sup>3</sup>	Densidad	1000 kg/m <sup>3</sup>		
DISEÑO DE MEZCLA					
Selección del asentamiento	Tipo de consistencia:		Muy seca		
Aire naturalmente atrapado	Asentamiento deseado:		2 cm		
Cantidad de agua de mezclado	192	kg/m <sup>3</sup>			
<b>Resistencia especificada (f'c)</b>	<b>8</b>	<b>Mpa</b>			
	15	MPa			
Resistencia de diseño (f'rc)	2176	psi			
	153	kg/cm <sup>2</sup>			
Relación Agua Cemento (a/c)	0,69				
Resultado optimización granulometría por método RNL (Ver Anexo IV)	Porcentaje de agregado grueso		47%		
	Porcentaje de agregado fino		53%		
Volumen agregados por m <sup>3</sup> de concreto	0,673	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>			
Densidad promedio agregados	2431	kg/m <sup>3</sup>			
PROPORCIONES DE MATERIALES			DOSIFICACIÓN		
Material	Peso seco (kg/m <sup>3</sup> )	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )		
Cemento	278	3100	0,090	Cemento	1
Agua	192	1000	0,192	Agua	0,7
Aire	0	0	0,030	Arena	3,1
Grava	769	2462	0,312	Grava	2,8
Arena	867	2403	0,361	Fibra	0,016
Fibra	4,5	300	0,015		
Total	2110,5		1		

Fuente: Autores, 2021.



**Universidad  
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL Y SANITARIA**



## **Anexo V. Resultados ensayos de resistencia a la compresión**






**Universidad  
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**Tabla 57.**

*Resistencia a la compresión a los 7 días de bloques tipo A1 y A2.*

 <b>SOAL INGENIERIA S.A.S</b> NIT: 901.039.284-2 Calle 3 No. 8-07 Int 2 Valledupar - Cesar Tel: +57 (5) 589275 Cel: +57 318 828 0085 gerencia@soalingenieria.com		INFORME DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE BLOQUES NORMAS DE ENSAYO I.N.V. E-410 EQUIVALENTES: ASTM C39, AASHTO T 22, NTC 673			<b>VERSIÓN 02</b>  <b>VIGENCIA: 18 OCTUBRE 2018</b>	
<b>NOMBRE DEL CLIENTE:</b> SAMMY ARIAS - CAMILA TORRENEGRA		<b>LOCALIZACIÓN ARENA:</b> CANTERA SLM + RIO				
<b>DIRECCIÓN DEL CLIENTE:</b> CALLE 7 No. 42-59 LA NEVADA - VPAR, CESAR		<b>TIPO DE CEMENTO:</b> ARGOS TIPO ESTRUCTURAL				
<b>OBRA Y LOCALIZACIÓN:</b> PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA		<b>RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA:</b> SAMMY ARIAS - CAMILA TORRENEGRA				

BLOQUE No.	ESTRUCTURA	FECHA DE FUNDIDA	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	LOCALIZACIÓN	ÁREA DEL BLOQUE (m <sup>2</sup> )	LECTURA DEL ENSAYO (KN)	RESISTENCIA	
								PSI	MPa
A01	BLOQUES	7-ago-21	14-ago-21	7	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	219.95	3061.30	7.32
A01	BLOQUES	7-ago-21	14-ago-21	7	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	375.90	3813.78	12.51
A01	BLOQUES	7-ago-21	14-ago-21	7	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	185.16	893.43	6.16
A02	BLOQUES	7-ago-21	14-ago-21	7	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	291.30	1405.57	9.69
A02	BLOQUES	7-ago-21	14-ago-21	7	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.55	262.43	1266.27	8.73
A02	BLOQUES	7-ago-21	14-ago-21	7	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	245.87	1186.37	8.18

1 Los Informes de Laboratorio sus Firmas con guillemes del Director Técnico y sólo del Laboratorio ("DOCUMENTO CONTROLADO"), son firmas Válidas.  
 2 Los Resultados analizados en este Informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron los Ensayos.  
 3 Este informe expresa solamente los resultados obtenidos. No podrá ser reproducido parcialmente, en ningún estado se haya obtenido permiso previo de la oficina que lo emite.  
 4 El Laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los Resultados.  
 5 El laboratorio no da fe que el (los) espécimen (es) de concreto al que se le realizó este ensayo corresponden a la obra, ubicación y fecha de fundido expresados en este informe.

<b>OBSERVACIONES</b>  	Aprobado por:
	Nombre: Ing. Jeffrey Caseres Varela
	Cargo: Ingeniero de laboratorio

FIN DEL INFORME

Fuente: SOAL INGENIERÍA, 2021.




**Universidad  
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**Tabla 58.**

*Resistencia a la compresión a los 7 días de bloques tipo A3 y A4.*

 <b>SOAL INGENIERÍA S.A.S</b> NIT: 901.039.284-2 Calle 3 No. 9-07 of 2 Valledupar - Cesar Tel: +57 (5) 5848217 Cel: +57 318 828 0035 ingenieria@soalingenieria.com		INFORME DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE BLOQUES NORMAS DE ENSAYO I.N.V. E-410 EQUIVALENTES: ASTM C39, ASHTO T.22, NTC 673		<b>VERSIÓN 02</b>  <b>VIGENCIA: 18 OCTUBRE 2018</b>	
<b>NOMBRE DEL CLIENTE:</b> SAMMY ARIAS - CAMILIA TORRENTEGRA		<b>LOCALIZACIÓN ARENA:</b> CANTERA SUM + RIO			
<b>DIRECCIÓN DEL CLIENTE:</b> CALLE 7 No. 42-09 LA NEVADA - VPRACÉSAR		<b>TIPO DE CEMENTO:</b> ARGOS TIPO ESTRUCTURAL			
<b>ORIGEN Y LOCALIZACIÓN:</b> PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA		<b>RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA:</b> SAMMY ARIAS - CAMILIA TORRENTEGRA			

BLOQUE NO.	ESTRUCTURA	FECHA DE FUNDIDA	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	LOCALIZACIÓN	ÁREA DEL BLOQUE (m <sup>2</sup> )	LECTURA DEL ENSAYO (KN)	RESISTENCIA	
								PSI	Mpa
A03	BLOQUES	7-ago-21	14-ago-21	7	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	232.06	1119.73	7.72
A03	BLOQUES	7-ago-21	14-ago-21	7	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	209.39	1010.34	6.97
A02	BLOQUES	7-ago-21	14-ago-21	7	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	252.00	1220.23	8.41
A04	BLOQUES	7-ago-21	14-ago-21	7	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	80.09	396.45	2.66
A04	BLOQUES	7-ago-21	14-ago-21	7	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	159.00	772.55	5.32
A04	BLOQUES	7-ago-21	14-ago-21	7	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	167.30	867.25	5.57

1. Este Informe de Laboratorio es de uso interno del Director Técnico y sólo del Laboratorio ("DOCUMENTO CONTROLADO"), con firma Válida:  
 2. Los Resultados expresados en este Informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron los Ensayos.  
 3. Este Informe supone fehaciente de los métodos adoptados. No podrá ser repetido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido previamente el consentimiento del Laboratorio que lo emite.  
 4. El Laboratorio que lo emite no es responsable de las precisiones que puedan derivarse del uso inadecuado de los Resultados.  
 5. El laboratorio no da fe que el (los) espécimen (es) de concreto al que se le realizó este ensayo corresponden a la obra, ubicación y fecha de estudio expresado en este informe.

<b>OBSERVACIONES</b>  	Aprobado por: Nombre: Ing. Jeffrey Caseres Varela Cargo: Ingeniero de laboratorio
------------------------------	---

FIN DEL INFORME

Fuente: SOAL INGENIERÍA, 2021.



**Universidad  
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**Tabla 59.**

*Resistencia a la compresión a los 14 días de bloques tipo A1 y A2.*

SOAL INGENIERÍA S.A.S NIT: 901.033.284-2 Calle 9 No. 8-07 Int 2 Valledupar - Cesar Tel: +57 (51) 8283777 Cel: +57 318 8283815 soal@soalingenieria.com		INFORME DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE BLOQUES			VERSIÓN 02				
		NORMAS DE ENSAYO L.N.V. E-410 EQUIVALENTES: ASTM C 39, ARGENTO T 22, NTC 673			VIGENCIA: 18 OCTUBRE 2018				
NOMBRE DEL CLIENTE:		SAMMY ARIAS - CAMIJA TORREBENGA		LOCALIZACIÓN ARENA:	CANTERA SIM + B0				
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:		CALLE 7 No. 42-89 LA NEVADA - V.P.A.CESAR		TIPO DE CEMENTO:	ARGÓS TIPO ESTRUCTURAL				
OBRA Y LOCALIZACIÓN:		PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA							
RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA:		SAMMY ARIAS - CAMIJA TORREBENGA							
BLOQUE NO.	ESTRUCTURA	FECHA DE FUNDIDA	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	LOCALIZACIÓN	ÁREA DEL BLOQUE (m <sup>2</sup> )	LECTURA DEL ENSAYO (KN)	RESISTENCIA	
								PSI	MPa
A01	BLOQUES	7 ago 21	21 ago 21	14	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	334.56	1614.31	11.12
A01	BLOQUES	7 ago 21	21 ago 21	14	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	268.85	1017.74	6.95
A01	BLOQUES	7 ago 21	21 ago 21	14	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.58	329.52	1493.49	10.9
A02	BLOQUES	7 ago 21	21 ago 21	14	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	256.41	1719.74	11.66
A02	BLOQUES	7 ago 21	21 ago 21	14	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	402.04	1999.91	13.38
A02	BLOQUES	7 ago 21	21 ago 21	14	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	350.65	1691.95	11.67

1. Los informes de Laboratorio sin firmas originales del Director Técnico y sello del Laboratorio ("DOCUMENTO CONTROLADO") no tienen Validez.  
2. Los Resultados consignados en este Informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron los Ensayos.  
3. Esta información expresa únicamente los resultados obtenidos. No podrá ser reproducido parcialmente, sin el consentimiento expreso por escrito de la laboratoria que lo emite.  
4. El Laboratorio que lo emite no es responsable de los perjuicios que pueda derivarse del uso inadecuado de los Resultados.  
5. El laboratorio no da fe que el (los) espécimen (es) de concreto sí que se le realizó este ensayo correspondiente a la obra, obra civil y fecha de estudio expresado en este informe.

OBSERVACIONES	Aprobado por: Nombre: Ing. Jeffrey Caseres Varela Cargo: Ingeniero de Laboratorio
---------------	---

FIN DEL INFORME

Fuente: SOAL INGENIERÍA, 2021.




**Universidad  
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**Tabla 60.**

*Resistencia a la compresión a los 14 días de bloques tipo A3 y A4.*

 <b>SOAL INGENIERIAS S.A.S</b> NIT: 901.039.284-2 Calle 3 No. 8-07 14-3, Valledupar - Cesar Tel: +57 (5) 5882275 Cst: +57 888 829 001 gerencia@soalingenieria.com		INFORME DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE BLOQUES NORMAS DE ENSAYO I.N.V. E-410 EQUIVALENTES: ASTM C 39, AASHTO T 22, RUC 673		<b>VERSIÓN 02</b>  <b>VIGENCIA: 18 OCTUBRE 2018</b>	
<b>NOMBRE DEL CLIENTE:</b> SAMMY ÁRIAS - CAMILA TORRENEGRA		<b>LOCALIZACIÓN ARENA:</b> CANTERA SIM + R02			
<b>DIRECCIÓN DEL CLIENTE:</b> CALLE 7 No. 42-59 LA NEVADA - VPAR, CESAR		<b>TIPO DE CEMENTO:</b> JARGOS TIPO ESTRUCTURAL			
<b>OBRA Y LOCALIZACIÓN:</b> PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA		<b>RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA:</b> SAMMY ÁRIAS - CAMILA TORRENEGRA			

BLOQUE No.	ESTRUCTURA	FECHA DE FUNDIDA	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	LOCALIZACIÓN	ÁREA DEL BLOQUE (m <sup>2</sup> )	LECTURA DEL ENSAYO (KN)	RESISTENCIA	
								PSI	MPa
A03	BLOQUES	7 ago-21	21 ago-21	14	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	305.76	1473.93	10.16
A08	BLOQUES	7 ago-21	21 ago-21	14	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	754.72	1329.07	8.47
A03	BLOQUES	7 ago-21	21 ago-21	14	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	275.08	1327.07	9.15
A04	BLOQUES	7 ago-21	21 ago-21	14	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	115.05	55.34	3.83
A04	BLOQUES	7 ago-21	21 ago-21	14	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	271.56	827.81	5.71
A06	BLOQUES	7 ago-21	21 ago-21	14	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	389.78	819.32	5.65

1. Los Informes de Laboratorio sin firma original del Director Técnico y sello del Laboratorio ("DOCUMENTO CONTROLADO"), no tienen Validez.  
 2. Los Resultados expresados en este Informe se refieren al momento y condiciones en que se realizó con los Ensayos.  
 3. El Informe no asegura la fiabilidad de los resultados obtenidos. No podrá ser reproducido parcialmente excepto cuando se haya obtenido permiso y consentimiento del Laboratorio que lo emite.  
 4. El Laboratorio que lo presta no se responsabiliza de los parámetros que quedan fuera del alcance del Informe.  
 5. El Laboratorio no da fe que el tipo de espécimen (módulo de concreto) al que se le realizó este ensayo corresponde a la obra subyacente, y fecha de fundido expresado en este Informe.

<b>OBSERVACIONES</b>  	Aprobado por: Nombre: Ing. Jeffrey Caseres Varela Cargo: Ingeniero de Laboratorio
------------------------------	---

FIN DEL INFORME

Fuente: SOAL INGENIERÍA, 2021.



**Universidad  
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**Tabla 61.**

*Resistencia a la compresión a los 28 días de bloques tipo A1 y A2.*

SOAL INGENIERÍA S.A.S NIT: 901.033.254-2 Calle 8 No. 4-07 Im 2 Valledupar - Cesar Tel. +57 (3) 5848217 Cel: +57 318 838 0035 ingenieria@soalingenieria.com		INFORME DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE BLOQUES NORMAS DE ENSAYO I.R.V. 8-410 EQUIVALENTES: ASTM C 39, AASHTO T 22, NTC 673			VERSIÓN 02 VIGENCIA: 18 OCTUBRE 2018				
NOMBRE DEL CLIENTE:		SAMMY ARIAS - CAMILA TORRENIGRA		LOCALIZACIÓN ARENA:		CAMERA SIM + RD			
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:		CALLE 7 No. 42-55 LA NEVADA - YPARCESAR		TIPO DE CEMENTO:		ARGOS TIPO ESTRUCTURAL			
OBRA Y LOCALIZACIÓN:		PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA		RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA:		SAMMY ARIAS - CAMILA TORRENIGRA			
BLOQUE No.	ESTRUCTURA	FECHA DE FUNDIDA	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	LOCALIZACIÓN	AREA DEL BLOQUE (m <sup>2</sup> )	LECTURA DEL ENSAYO (kg)	RESISTENCIA	
								PA.C.	MPa
A01	BLOQUES	7 ago-21	4 sep-21	28	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	448.44	2161.89	14.92
A01	BLOQUES	7 ago-21	4 sep-21	28	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	449.04	2166.70	14.94
A01	BLOQUES	7 ago-21	4 sep-21	28	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	438.16	2114.20	14.58
A02	BLOQUES	7 ago-21	4 sep-21	28	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	392.75	1895.09	13.07
A02	BLOQUES	7 ago-21	4 sep-21	28	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	535.53	2384.03	17.82
A02	BLOQUES	7 ago-21	4 sep-21	28	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	402.70	1943.10	13.4
<p>1. Este Informe de Laboratorio es propiedad del Cliente. Tiene el sello del Laboratorio "DOCUMENTO CONTROLADO", no tiene validez.  2. Este Informe es emitido en su totalidad en PDF en el momento y validación en que se realizaron los Ensayos.  3. Este Informe expresa solamente los resultados obtenidos. No podrá ser reproducido parcialmente, ni ser usado en forma alguna para el propósito del Laboratorio que lo emite.  4. El Laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los parámetros que pueden afectar el uso adecuado de los Resultados.  5. El Laboratorio no da fe que si (dos) especímenes (4) de concreto que se le realizó este ensayo corresponden a la obra indicada y fecha de fundición expresada en este Informe.</p>									
OBSERVACIONES						Aprobado por: Nombre: Ing. Jeffrey Caseres Varela Cargo: Ingeniero de Laboratorio			

Fuente: SOAL INGENIERÍA, 2021.




**Universidad  
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**Tabla 62.**

*Resistencia a la compresión a los 28 días de bloques tipo A2 y A3.*

 <b>SOAL INGENIERÍA S.A.S</b> NIT: 901.039.284-2 Calle 3 No. 9-07 Im 2 Vateador - Cesar Tel: +57 (5) 5839275 Cel: +57 319 829 0015 gerencia@soalingenieria.com		<b>INFORME DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE BLOQUES</b> NORMAS DE ENSAYO I.N.V. E-410 EQUIVALENTES: ASIM C.39, AASHTO T.22, NTC 673		<b>VERSIÓN 02</b> <b>VIGENCIA: 18 OCTUBRE 2018</b>	
<b>NOMBRE DEL CLIENTE:</b> SAMMY ARIAS - CAMILA TORRENEGRA		<b>LOCALIZACIÓN ARENA:</b> CANTERA SUMI RIO			
<b>DIRECCIÓN DEL CLIENTE:</b> CALLE 7 No. 43-59 LA NEVADA - VUARCESAR		<b>TIPO DE CEMENTO:</b> ARCOS TIPO ESTRUCTURAL			
<b>OBRA Y LOCALIZACIÓN:</b> PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA		<b>RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA:</b> SAMMY ARIAS - CAMILA TORRENEGRA			

BLOQUE No.	ESTRUCTURA	FECHA DE FUNDIDA	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	LOCALIZACIÓN	ÁREA DEL BLOQUE (m <sup>2</sup> )	LECTURA DEL ENSAYO (Kg)	RESISTENCIA	
								P.S.L.	MPa
A01	BLOQUES	7 ago-21	4 sep-21	28	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	485.65	2313.25	16.16
A02	BLOQUES	7 ago-21	4 sep-21	28	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	322.12	1554.29	10.72
A03	BLOQUES	7 ago-21	4 sep-21	28	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	324.68	1566.04	10.8
A04	BLOQUES	7 ago-21	4 sep-21	28	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	262.78	1271.46	8.08
A05	BLOQUES	7 ago-21	4 sep-21	28	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	284.56	1368.23	9.41
A06	BLOQUES	7 ago-21	4 sep-21	28	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	210.89	9018.06	7.02

1. Los Informes de Laboratorio sin firma original del Director Técnico y sello del Laboratorio ("DOCUMENTO CONTROLADO"), no tienen Validez.  
 2. Los Resultados encontrados en este Informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron los Ensayos.  
 3. Este Informe expresa el grado de cumplimiento obtenido. No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso por escrito del Laboratorio que lo emite.  
 4. El Laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los propósitos que puedan derivarse del uso inadecuado de los Resultados.  
 5. El Laboratorio no da fe que el (los) especímen (es) de concreto al que se le realizó este ensayo correspondió a la obra ubicada y Estado de donde se realizó en este informe.

<b>OBSERVACIONES</b>  	Aprobado por: Nombre: Ing. Jeffrey Casares Varela Cargo: Ingeniero de Laboratorio
------------------------------	---

FIN DEL INFORME

Fuente: SOAL INGENIERÍA, 2021.




**Universidad  
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**Tabla 63.**

*Resistencia a la compresión a los 7 días de bloques tipo B1 y B2.*

 <b>SOAL INGENIERIA S.A.S</b> NIT: 901.039.284-2 Calle 96a # 8-57 MC 2 Villavieja - Cesar Tel: +57 (5) 5839275 Cel: +57 318 828.0035 ingenia@soalingenieria.com		<b>INFORME DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BLOQUES</b>  NORMAS DE ENSAYO: I.N.T. 1.4510 EQUIVALENTES : ASTM C 39, AASHTO T 22, NTC 673		<b>VERSIÓN 02</b>  <b>VIGENCIA: 18 OCTUBRE 2018</b>	
<b>NOMBRE DEL CLIENTE:</b> SAMMY ARIAS - CAMILA TORRENEGRA		<b>LOCALIZACIÓN ARENA:</b> CANTERA SIM + RD			
<b>DIRECCION DEL CLIENTE:</b> CALLE 7 No. 43-59 LA NEVADA - VPARCESAR		<b>TIPO DE CEMENTO:</b> ARGOS TIPO ESTRUCTURAL			
<b>OBRA Y LOCALIZACION:</b> PLANTA DE PRODUCCION PAVA & BECERRA		<b>RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA:</b> SAMMY ARIAS - CAMILA TORRENEGRA			

BLOQUE No.	ESTRUCTURA	FECHA DE FUNDIDA	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	LOCALIZACIÓN	AREA DEL BLOQUE (m <sup>2</sup> )	LECTURA DEL ENSAYO (KN)	RESISTENCIA	
								F.S.L.	MPa
B01	BLOQUES	7 ago-21	14 ago-21	7	PLANTA DE PRODUCCION PAVA & BECERRA	46.59	272.49	1314.81	9.07
B02	BLOQUES	7 ago-21	14 ago-21	7	PLANTA DE PRODUCCION PAVA & BECERRA	46.59	223.79	3079.85	7.45
B03	BLOQUES	7 ago-21	14 ago-21	7	PLANTA DE PRODUCCION PAVA & BECERRA	46.59	212.55	1005.59	7.07
B04	BLOQUES	7 ago-21	14 ago-21	7	PLANTA DE PRODUCCION PAVA & BECERRA	46.59	265.03	1278.82	8.82
B05	BLOQUES	7 ago-21	14 ago-21	7	PLANTA DE PRODUCCION PAVA & BECERRA	46.59	280.28	1352.40	9.52
B06	BLOQUES	7 ago-21	14 ago-21	7	PLANTA DE PRODUCCION PAVA & BECERRA	46.59	272.85	1314.82	9.08

1. Los Informes de Laboratorio sin firmas o sellos de los Ingenieros ("DOCUMENTO CONTROLADO") no tienen Validez.  
 2. Los Resultados controlados en este laboratorio se refieren al momento o estado en que se realizaron los Ensayos.  
 3. Este Informe expresa únicamente los resultados obtenidos. No podrá ser responsable por el uso que se haga de los datos o por el uso que se haga de los Resultados.  
 4. El Laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso no autorizado de los Resultados.  
 5. El laboratorio no da fe que el (los) especímen (es) de concreto K que se le realizó este ensayo correspondió a la obra, ubicación y fecha de fundición, según consta en este Informe.

<b>OBSERVACIONES</b>  	Aprobado por: Nombre: Ing. Jeffrey Casero Varela Cargo: Ingeniero de Laboratorio
------------------------------	--

FIN DEL INFORME

Fuente: SOAL INGENIERÍA, 2021.




**Universidad  
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**Tabla 64.**

*Resistencia a la compresión a los 7 días de bloques tipo B2 y B3.*

 <b>SOAL INGENIERIA S.A.S</b> NIT: 901.039.284-2 Calle 8 No. 8-37 Itc 2 Valledupar - Cesar Tel: +57 (57) 5589275 Cel: +57 316 828 0035 gpmensia@soalingenieria.com		<b>INFORME DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE BLOQUES</b>  NORMAS DE ENSAYO: I.N.V. 8-4310 EQUIVALENTES: ASTM C 39, AASHTO T 22, NTC 673		<b>VERSIÓN 02</b>  <b>VIGENCIA: 18 OCTUBRE 2018</b>	
<b>NOMBRE DEL CLIENTE:</b> SAMMY ARIAS - CAMILA TORRENEGRA		<b>LOCALIZACIÓN ARENA:</b> CANTERA SUN + RIO			
<b>DIRECCIÓN DEL CLIENTE:</b> CALLE 7 No. 42-03 LA NEVADA - VPAR, CESAR.		<b>TIPO DE CEMENTO:</b> ARGOS TIPO ESTRUCTURAL			
<b>OBRA Y LOCALIZACIÓN:</b> PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA		<b>RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA:</b> SAMMY ARIAS - CAMILA TORRENEGRA			

BLOQUE No.	ESTRUCTURA	FECHA DE FUNDIDA	FECHA DE MÓFURA	EDAD (Días)	LOCALIZACIÓN	ÁREA DEL BLOQUE (M <sup>2</sup> )	LECTURA DEL ENSAYO (KG)	RESISTENCIA	
								P.S.L.	MPa
B03	BLOQUES	7 ago-21	14 ago-21	7	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	283.29	3366.78	9.42
B03	BLOQUES	7 ago-21	14 ago-21	7	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	224.87	2085.04	7.46
B03	BLOQUES	7 ago-21	14 ago-21	7	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	254.32	2227.14	8.46
B04	BLOQUES	7 ago-21	14 ago-21	7	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	117.96	598.18	3.92
B04	BLOQUES	7 ago-21	14 ago-21	7	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	149.11	719.46	4.96
B04	BLOQUES	7 ago-21	14 ago-21	7	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	146.41	706.95	4.87

1. Los Informes de Laboratorio con firma o copias del Director Técnico y sello del Laboratorio ("DOCUMENTO CONTROLADO"), son firmes Válidos.  
 2. Los Resultados controlados en este Informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron los Ensayos.  
 3. Este Informe expresa solamente los resultados obtenidos. No podrá ser responsable jurídicamente, en ningún caso, ni la obtención, ni el procesamiento del Laboratorio que lo emite.  
 4. El Laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los procesos que preceden, desde su salida del sitio muestreado de los Resultados.  
 5. El laboratorio no da fe que el (los) espécimen (es) de concreto al que se le realizó este ensayo correspondió a la obra (obras) y ensayo de prueba de concreto en esta obra.

<b>OBSERVACIONES</b>  	Aprobado por:  Nombre: Ing. Jeffrey Caseres Varela  Cargo: Ingeniero de laboratorio.
------------------------------	--

FIN DEL INFORME

Fuente: SOAL INGENIERÍA, 2021.



**Universidad  
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**Tabla 65.**

*Resistencia a la compresión a los 14 días de bloques tipo B1 y B2.*

SOAL INGENIERIA S.A.S NIT: 901.033.254-2 Calle 8 No. 4-07 Im 2 Valledupar - Cesar Tel. +57 (3) 5848217 Cel. +57 318 838 0015 ingenieria@soalingenieria.com		INFORME DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE BLOQUES NORMAS DE ENSAYO I.N.V. 8-410 EQUIVALENTES: ASTM C 39, AASHTO T 22, NTC 673			VERSIÓN 02 VIGENCIA: 18 OCTUBRE 2018				
NOMBRE DEL CLIENTE:		SAMMY ARIAS - CAMILA TORRENIGRA		LOCALIZACIÓN ARENA:		CAMERA SIM + RD			
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:		CALLE 7 No. 42-53 LA NEVADA - VPAR, CESAR		TIPO DE CEMENTO:		ARGOS TIPO ESTRUCTURAL			
OBRA Y LOCALIZACIÓN:		PLANTA DE PRODUCCIÓN FAVA & BECERRA		RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA:		SAMMY ARIAS - CAMILA TORRENIGRA			
BLOQUE No.	ESTRUCTURA	FECHA DE FUNDIDA	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	LOCALIZACIÓN	ÁREA DEL BLOQUE (m <sup>2</sup> )	LECTURA DEL ENSAYO (kg)	RESISTENCIA	
								PA.C.	MPa
B01	BLOQUES	7 ago-21	21 ago-21	14	PLANTA DE PRODUCCIÓN FAVA & BECERRA	46.59	258.10	124538	8.59
B01	BLOQUES	7 ago-21	21 ago-21	14	PLANTA DE PRODUCCIÓN FAVA & BECERRA	46.59	327.09	157827	10.88
B01	BLOQUES	7 ago-21	21 ago-21	14	PLANTA DE PRODUCCIÓN FAVA & BECERRA	46.59	211.87	102231	7.05
B02	BLOQUES	7 ago-21	21 ago-21	14	PLANTA DE PRODUCCIÓN FAVA & BECERRA	46.59	316.87	152895	10.54
B02	BLOQUES	7 ago-21	21 ago-21	14	PLANTA DE PRODUCCIÓN FAVA & BECERRA	46.59	274.91	132849	9.15
B02	BLOQUES	7 ago-21	21 ago-21	14	PLANTA DE PRODUCCIÓN FAVA & BECERRA	46.59	267.22	128938	8.89
<p>1. Este Informe de Laboratorio es propiedad del Derecho Titular y solo del Laboratorio "DOCUMENTO CONTROLADO", no tiene validez.          2. Los Resultados contenidos en este Informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron los Ensayos.          3. Serán de exclusiva responsabilidad del cliente y sus representantes, en todo momento, el correcto manejo y el cumplimiento de la normativa que lo exige.          4. El Laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los parámetros que pueden darse en el uso inadecuado de los Resultados.          5. El laboratorio no da fe que si (dos) especímenes (4) de concreto que se le realizó este ensayo corresponden a la obra indicada y fecha de estudio expresado en esta certificación.</p>									
OBSERVACIONES						Aprobado por: Nombre: Ing. Jeffrey Caseres Varela Cargo: Ingeniero de laboratorio			

Fuente: SOAL INGENIERÍA, 2021.



**Universidad  
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**Tabla 66.**

*Resistencia a la compresión a los 14 días de bloques tipo B3 y B4.*

SOAL INGENIERIA S.A.S NIT: 901.039.284-2 Calle 8 No. 847 No. 2 Valledupar - Cesar Tel: +57 (5) 5849275 Cel: +57 314 828 0036 potencia@soalingenieria.com		INFORME DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BLOQUES				VERSIÓN 02			
		NORMAS DE ENSAYO I.N.V. E-410 EQUIVALENTES: ASTM C-39, AASHTO T 22, NTC 673				VIGENCIA: 18 OCTUBRE 2018			
NOMBRE DEL CLIENTE:		SAMMY ARIAS - CAMILA TORRENDEIRA		LOCALIZACIÓN ARENA:		CANTERA 'SIM + B0'			
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:		CALLE 7 No. 42-59 LA NEVADA - VPAR, CESAR		TIPO DE CEMENTO:		ANGOS TIPO ESTRUCTURAL			
OBRA Y LOCALIZACIÓN:		PLANTA DE PRODUCCION PAVA & BECERRA		RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA:		SAMMY ARIAS - CAMILA TORRENDEIRA			
BLOQUE No.	ESTRUCTURA	FECHA DE FUNDIDA	FECHA DE NOTIFIA	EDAD (Días)	LOCALIZACIÓN	ÁREA DEL BLOQUE (m <sup>2</sup> )	LECTURA DEL ENSAYO (KN)	RESISTENCIA	
								P.S.L	MPa
B03	BLOQUES	7-ago-21	21-ago-21	14	PLANTA DE PRODUCCION PAVA & BECERRA	46.59	313.77	1514.00	10.44
B03	BLOQUES	7-ago-21	21-ago-21	14	PLANTA DE PRODUCCION PAVA & BECERRA	46.59	202.01	977.03	6.74
B03	BLOQUES	7-ago-21	21-ago-21	14	PLANTA DE PRODUCCION PAVA & BECERRA	46.59	295.02	1427.87	9.84
B04	BLOQUES	7-ago-21	21-ago-21	14	PLANTA DE PRODUCCION PAVA & BECERRA	46.59	174.85	843.68	5.82
B04	BLOQUES	7-ago-21	21-ago-21	14	PLANTA DE PRODUCCION PAVA & BECERRA	46.59	202.78	978.45	6.75
B04	BLOQUES	7-ago-21	21-ago-21	14	PLANTA DE PRODUCCION PAVA & BECERRA	46.59	153.04	718.45	5.08

1. Los informes de Laboratorio sin firmas originales del Director Técnico y sello del Laboratorio "DOCUMENTO CONTROLADO", no tienen Validez.  
 2. Los Resultados controlados en este Informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron los Ensayos.  
 3. Este Informe respalda solamente los resultados obtenidos. No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso por escrito del laboratorio que lo emite.  
 4. El Laboratorio no se responsabiliza de los errores que puedan derivarse del uso inadecuado de los Resultados.  
 5. El Laboratorio no da fe que el (los) espécimen (es) de concreto al que se le realizó este ensayo correspondió a la obra, ubicación y fecha de fundido mencionada en este informe.

OBSERVACIONES	Aprobado por:		
	Nombre:		Ing. Jeffrey Caseres Varela
	Cargo:		Ingeniero de laboratorio

TIN DEL INFORME

Fuente: SOAL INGENIERÍA, 2021.




**Universidad  
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**Tabla 67.**

*Resistencia a la compresión a los 28 días de bloques tipo B1 y B2.*

 <b>SOAL INGENIERÍA S.A.S</b> NIT: 901.039.286-2 Calle 4 Via 6-07 Int. 2 Valledupar - Cesar Tel: +57 (5) 5848217 Cel: +57 319 429 0035 gmail:soal@soalingenieria.com		<b>INFORME DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE BLOQUES</b> NORMAS DE ENSAYO L.N.V. E-430 EQUIVALENTES: ASTM C 39, AASHTO T 22, NTC 673		<b>VERSIÓN 02</b> <b>VIGENCIA: 18 OCTUBRE 2018</b>	
<b>NOMBRE DEL CLIENTE:</b> SAMMY ARIAS - CAMILA TORRENTERA		<b>LOCALIZACIÓN ARENA:</b> CANTERA SIMA RIO			
<b>DIRECCIÓN DEL CLIENTE:</b> CALLE 7 No. 42-59 LA NEVADA - YPARCÉSAR		<b>TIPO DE CEMENTO:</b> ARGOS TIPO ESTRUCTURAL			
<b>OBRA Y LOCALIZACIÓN:</b> PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA		<b>RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA:</b> SAMMY ARIAS - CAMILA TORRENTERA			

BLOQUE No.	ESTRUCTURA	FECHA DE FUNDIDA	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	LOCALIZACIÓN	ÁREA DEL BLOQUE (cm <sup>2</sup> )	LECTURA DEL ENSAYO (kg)	RESISTENCIA	
								P.S.L.	Mpa
B01	BLOQUES	7 ago-21	4 sep-21	28	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	274.19	3329.02	9.12
B01	BLOQUES	7 ago-21	4 sep-21	28	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	325.45	2970.35	10.81
B01	BLOQUES	7 ago-21	4 sep-21	28	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	312.66	2508.64	10.40
B02	BLOQUES	7 ago-21	4 sep-21	28	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	363.94	3852.58	12.77
B02	BLOQUES	7 ago-21	4 sep-21	28	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	279.01	3033.11	12.64
B02	BLOQUES	7 ago-21	4 sep-21	28	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	401.68	3935.19	13.34

Los laboratorios de Laboratorio son únicos en nombre del Decreto Técnico y solo del Laboratorio "DOCUMENTO CONTROLADO", no tiene validez.  
 Los Resultados controlados en sus informes se refieren al momento y condiciones en que se realizaron los Ensayos.  
 Este informe expresa únicamente los resultados obtenidos. No podrá ser repetido o utilizado posteriormente, excepto cuando se haya obtenido permiso previo del laboratorio que lo emite.  
 El laboratorio que lo emite no es responsable de los parámetros que puedan diferir del uso establecido de los Resultados.  
 El laboratorio no da fe que el (los) recipientes (n) de concreto al que se le realizó este ensayo corresponden a la planta, ubicación y Fecha de fundido expresada en este informe.

<b>OBSERVACIONES</b>  	Aprobado por: Nombre: Ing. Jeffrey Cárdenas Varela Cargo: Ingeniero de laboratorio
------------------------------	--

FIN DEL INFORME

Fuente: SOAL INGENIERÍA, 2021.




**Universidad  
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**Tabla 68.**

*Resistencia a la compresión a los 28 días de bloques tipo B3 y B4.*

 <b>SOAL INGENIERÍA S.A.S</b> NIT: 901.039.286-2 Calle 4 Via 4-07 Int. 2 Valledupar - Cesar Tel: +57 (5) 5848217 Cel: +57 319 4028 0035 gmail:soal@soalingenieria.com		<b>INFORME DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE BLOQUES</b> NORMAS DE ENSAYO L.N.V. E-430 EQUIVALENTES: ASTM C 39, AASHTO T 22, NTC 673		<b>VERSIÓN 02</b> <b>VIGENCIA: 18 OCTUBRE 2018</b>	
<b>NOMBRE DEL CLIENTE:</b> SAMMY ARIAS - CAMILA TORRENTERA		<b>LOCALIZACIÓN ARENA:</b> CANTERA SIMA RIO			
<b>DIRECCIÓN DEL CLIENTE:</b> CALLE 7 No. 42-59 LA NEVADA - YPARCÉSAR		<b>TIPO DE CEMENTO:</b> ARGOS TIPO ESTRUCTURAL			
<b>OBRA Y LOCALIZACIÓN:</b> PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA		<b>RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA:</b> SAMMY ARIAS - CAMILA TORRENTERA			

BLOQUE No.	ESTRUCTURA	FECHA DE FUNDIDA	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	LOCALIZACIÓN	ÁREA DEL BLOQUE (cm <sup>2</sup> )	LECTURA DEL ENSAYO (kg)	RESISTENCIA	
								P.S.L.	Mpa
B03	BLOQUES	7 ago-21	4 sep-21	28	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	338.97	3525.59	11.25
B03	BLOQUES	7 ago-21	4 sep-21	28	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	380.93	873.02	6.07
B03	BLOQUES	7 ago-21	4 sep-21	28	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	342.64	2651.80	11.40
B04	BLOQUES	7 ago-21	4 sep-21	28	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	202.10	975.46	6.73
B04	BLOQUES	7 ago-21	4 sep-21	28	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	220.13	1062.17	7.32
B04	BLOQUES	7 ago-21	4 sep-21	28	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	305.37	990.95	6.88

Los laboratorios de Laboratorio son únicos en nombre del Director Técnico y solo del Laboratorio "DOCUMENTO CONTROLADO", no tiene validez.  
 Los Resultados controlados en este Informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron los Ensayos.  
 Este Informe expresa únicamente los resultados obtenidos. No podrá ser repetido o usado para otros fines sin el consentimiento previo del Laboratorio que lo emite.  
 El Laboratorio que lo emite no es responsable de los parámetros que puedan diferir del uso establecido de los Resultados.  
 El Laboratorio no da fe que el (los) recipientes (n) de concreto al que se le realizó este ensayo corresponden a la planta, ubicación y Fecha de fundido expresada en este informe.

<b>OBSERVACIONES</b>  	Aprobado por: Nombre: Ing. Jeffrey Cárdenas Varela Cargo: Ingeniero de Laboratorio
------------------------------	--

FIN DEL INFORME

Fuente: SOAL INGENIERÍA, 2021.



**Universidad  
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL Y SANITARIA**



## **Anexo VI. Resultados ensayos de absorción de agua**





**Universidad  
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**Tabla 69.**

*Porcentaje de absorción de agua a los 7 días de bloques tipo A1 y A2.*

SOAL INGENIERIA S.A.S NIT: 901.039.284-2 Calle 2 No. 6-07 int 2 Yaracumbe - Cesar Tel: +57 (5) 584217 Cel: +57 318 838 0085 soal@soalingenieria.com		INFORME SOBRE ABSORCIÓN DE BLOQUES					VERSIÓN 02 VIGENCIA: 18 OCTUBRE 2018		
NOMBRE DEL CLIENTE: SAMMY VARIAS - CÁMILA TORRENUEVA		LOCALIZACIÓN MATERIAL: CANTERA SLM + RIO							
DIRECCIÓN DEL CLIENTE: CALLE 7 No. 42-59 LA NEVADA- VPIA, CESAR									
OBRA Y LOCALIZACIÓN: PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA									
RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA: SAMMY VARIAS - CÁMILA TORRENUEVA									
BLOQUE NO.	ESTRUCTURA	FECHA DE FUNDIDA	FECHA DE MUESTRA	EDAD (Días)	LOCALIZACIÓN	ÁREA DEL BLOQUE (m <sup>2</sup> )	ABSORCIÓN (%)	DATOS PROBATORIOS	
								PESO SECO	PESO HUMEDO
A01	BLOQUES	7-ago-21	14-ago-21	7	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	1.31	13986.00	14283.00
A01	BLOQUES	7-ago-21	14-ago-21	7	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	1.31	14260.00	14560.00
A01	BLOQUES	7-ago-21	14-ago-21	7	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	2.06	14200.00	14492.00
A02	BLOQUES	7-ago-21	14-ago-21	7	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	1.63	14388.00	15116.00
A02	BLOQUES	7-ago-21	14-ago-21	7	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	4.29	14233.00	14858.00
A02	BLOQUES	7-ago-21	14-ago-21	7	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	1.96	14811.00	15304.00
<b>ESPECIFICACION: NTC 4026</b>									
ABSORCIÓN								≤ 9%	
<p>1. Los Informes de Laboratorio son documentos del Derecho Trascenente y/o del Laboratorio ("DOCUMENTO CONTROLADO"), no tienen Validez.</p> <p>2. Los Resultados controlados en este Informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron los Ensayos.</p> <p>3. Este Informe expresa solamente los resultados obtenidos. No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso por escrito del Laboratorio que lo emite.</p> <p>4. El Laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los Resultados.</p> <p>5. El laboratorio de la que el (los) empacadores (en) de concreto (s) que se le realizó este ensayo (compañía) (s) obra (s) (s) (s) y fecha de fundido expresado en este informe.</p>									
OBSERVACIONES					Aprobado por: Nombre: Ing. Jeffrey Casareto Varela Cargo: Ingeniero de laboratorio				

Fuente: SOAL INGENIERÍA, 2021.



**Universidad  
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**Tabla 70.**

*Porcentaje de absorción de agua a los 7 días de bloques tipo A3 y A4.*

SOAL INGENIERIA S.A.S NIT: 901.039.284-2 Calle 3 No. 8-87 int 2 Villabona - Cesar Tel: +57 (0) 584217 Ext -33 314 828.0031 ingenieria@soalingenieria.com		INFORME SOBRE ABSORCIÓN DE BLOQUES					VERSIÓN 02 VIGENCIA: 18 OCTUBRE 2018		
NOMBRE DEL CLIENTE: SAMMY ARIAS - CAMILÁ TORRENTEGRA		LOCALIZACIÓN MATERIAL: CANTERA SUM + RIO							
DIRECCIÓN DEL CLIENTE: CALLE 7 No. 42-59 LA NEVADA VIVAR, CESAR									
OBRA Y LOCALIZACIÓN: PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA									
RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA: SAMMY ARIAS - CAMILÁ TORRENTEGRA									
BLOQUE No.	ESTRUCTURA	FECHA DE FUNDIDA	FECHA DE PRUEBA	EDAD (Días)	LOCALIZACIÓN	ÁREA DEL BLOQUE (m <sup>2</sup> )	ABSORCIÓN (%)	DATOS PROBATÓRIOS	
								PESO SECO	PESO HÚMEDO
A03	BLOQUES	7-ago-21	14-ago-21	7	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	1.84	19409.00	19982.00
A03	BLOQUES	7-ago-21	14-ago-21	7	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	0.23	14752.00	14794.00
A03	BLOQUES	7-ago-21	14-ago-21	7	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	4.27	14471.00	15081.00
A04	BLOQUES	7-ago-21	14-ago-21	7	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	0.34	13721.00	14175.00
A04	BLOQUES	7-ago-21	14-ago-21	7	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	0.67	14360.00	14752.00
A04	BLOQUES	7-ago-21	14-ago-21	7	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	0.65	13773.00	14138.00
<b>ESPECIFICACIÓN: NTC 4026</b>									
ABSORCIÓN								< 9%	
<p>1. Los laboratorios de Laboratorio son firmas originales (El Decreto Técnico) y del Laboratorio (DOCUMENTO CONTROLADO), no firmes Validez.</p> <p>2. Los Resultados controlados en este Informe se refieren al momento y condiciones en que se publicaron los Ensayos.</p> <p>3. Este informe expresa solamente los resultados obtenidos. No podrá ser reproducido o copiado, sin el consentimiento escrito de la empresa que lo emite.</p> <p>4. El Laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocasionarse por el uso inadecuado de los Resultados.</p> <p>5. El laboratorio da fe que si (los) reportes (en) documentos si que se realizaron ensayos correspondientes a la obra, absorción a 7 días de fundida expresado en este informe.</p>									
OBSERVACIONES					Aprobado por: Nombre: Ing. Jeffrey Casarés Varela Cargo: Ingeniero de laboratorio				

Fuente: SOAL INGENIERÍA, 2021.



**Universidad  
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**Tabla 71.**

*Porcentaje de absorción de agua a los 14 días de bloques tipo A1 y A2.*

SOAL INGENIERIA S.A.S NIT: 901.039.284-2 Calle 8 No. 9-57 002 Villanueva - Cesar Tel: +57 (5) 9899273 Lda. +57 318 678 0935 gerencia@soalingenieria.com		INFORME SOBRE ABSORCIÓN DE BLOQUES					VERSIÓN 02 VIGENCIA: 18 OCTUBRE 2018		
NOMBRE DEL CLIENTE: SAMMY ARIAS - FAMILIA TORRENTERA		LOCALIZACIÓN MATERIAL: CANTERA (S10) - R10							
DIRECCIÓN DEL CLIENTE: CALLE 7 No. 42-89 LA NEVADA - VPA, CESAR									
OBRA Y LOCALIZACIÓN: PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA									
RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA: SAMMY ARIAS - FAMILIA TORRENTERA									
BLOQUE No.	ESTRUCTURA	FECHA DE HUNDIDA	FECHA DE PRUEBA	EDAD (Días)	LOCALIZACIÓN	ÁREA DEL BLOQUE (m <sup>2</sup> )	ABSORCIÓN (%)	DATOS PROBADORES	
								PERO MOJEO	PERO HUMEDO
A01	BLOQUES	7-ago-21	21-ago-21	14	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.83	0.97	14197.00	14280.00
A04	BLOQUES	7-ago-21	21-ago-21	14	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.86	1.10	14463.00	14625.00
A01	BLOQUES	7-ago-21	21-ago-21	14	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.58	0.70	13888.00	14077.00
A02	BLOQUES	7-ago-21	21-ago-21	14	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.58	0.61	14738.00	14909.00
A07	BLOQUES	7-ago-21	21-ago-21	14	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.69	0.86	14217.00	14395.00
A02	BLOQUES	7-ago-21	21-ago-21	14	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.89	0.65	14944.00	14624.00
<b>ESPECIFICACION: NTC 4205</b>									
<b>ABSORCIÓN</b>								<b>= 13.5%</b>	
<p>1. Los Informes de Laboratorio son firmas originales del Director Técnico y selló del Laboratorio "DOCUMENTO CONTROLADO", no tienen Validez.</p> <p>2. Los Resultados obtenidos en esta Informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las Pruebas.</p> <p>3. Esta es una empresa responsable del resultado obtenido. No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya otorgado permiso por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>4. El Laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los resultados que puedan derivarse del uso indebido de los Resultados.</p> <p>5. El Laboratorio no da fe de que el (los) especímen(es) de concreto al que se le realizó este ensayo corresponde a la obra, ubicación y fecha de fundición expresados en este Informe.</p>									
OBSERVACIONES					Aprobado por: Nombre: Ing. Jeffrey Caserá Varela Cargo: Ingeniero de laboratorio				
FIN DEL INFORME									

Fuente: SOAL INGENIERÍA, 2021.



**Universidad  
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**Tabla 72.**

*Porcentaje de absorción de agua a los 14 días de bloques tipo A3 y A4.*

 <b>SOAL INGENIERIA S.A.S</b> NIT: 901.039.284-2 Calle 9 No. 80-1114 Valledupar - Cesar Tel: +57 (5) 8000073 Cel: +57 418 438 095 general@soalingenieria.com		<b>INFORME SOBRE ABSORCIÓN DE BLOQUES</b>				VERSIÓN 02  VIGENCIA: 18 OCTUBRE 2018			
<b>NOMBRE DEL CLIENTE:</b> SAMMY ARIAS - CAMILA TORRENEGRA		<b>LOCALIZACIÓN MATERIAL:</b> CANTERA SEM + RIO							
<b>DIRECCIÓN DEL CLIENTE:</b> CALLE 7 No. 43-50 LA NEVADA, VÍCAR, CESAR									
<b>OBRA Y LOCALIZACIÓN:</b> PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA									
<b>RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA:</b> SAMMY ARIAS - CAMILA TORRENEGRA									
BLOQUE No.	ESTRUCTURA	FECHA DE FUNDIDA	FECHA DE PRUEBA	EDAD (Días)	LOCALIZACIÓN	ÁREA DEL BLOQUE (m <sup>2</sup> )	ABSORCIÓN (%)	DATOS PROBADORES	
								PESO SECO	PESO HÚMEDO
A03	BLOQUES	7-ago-21	21-ago-21	14	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	0.57	18010.00	18096.00
A03	BLOQUES	7-ago-21	21-ago-21	14	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	0.37	14910.00	14985.00
A03	BLOQUES	7-ago-21	21-ago-21	14	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	0.50	14746.00	14810.00
A04	BLOQUES	7-ago-21	21-ago-21	14	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	1.16	12340.00	12594.00
A04	BLOQUES	7-ago-21	21-ago-21	14	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	1.17	12994.00	13106.00
A04	BLOQUES	7-ago-21	21-ago-21	14	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	0.91	13688.00	13813.00
<b>ESPECIFICACION: NTC 4026</b>									
<b>ABSORCIÓN</b>								<b>&lt; 0%</b>	
<p>1. Los Informes de Laboratorio con firmas originales del Director, Técnico y analista del Laboratorio ("DOCUMENTO CONTROLADO"), son firmados Válidos.</p> <p>2. Los Resultados emitidos en este Informe se refieren al documento y conclusiones en él, no se emitieron los mismos.</p> <p>3. Este Informe expresa solamente los resultados obtenidos. No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>4. El Laboratorio no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los Resultados.</p> <p>5. El Laboratorio no da fe que el (los) espécimen (es) de concreto al que se le realizó este ensayo correspondía a la obra, ubicación y fecha de fundida expresada en sus informes.</p>									
<b>OBSERVACIONES</b>  						Aprobado por: Nombre: Ing. Jeffrey Cisneros Varela Cargo: Ingeniero de laboratorio			
FIN DEL INFORME									

Fuente: SOAL INGENIERÍA, 2021.



**Universidad  
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**Tabla 73.**

*Porcentaje de absorción de agua a los 28 días de bloques tipo A1 y A2.*

 <b>SOAL INGENIERIA S.A.S</b> NIT: 901.039.284-2 Calle 2 No. 6-07 Int 2 Villapalme - Cesar Tel: +57 (5) 5842171 Cel: +57 318 828 0095 ingenieria@soalingenieria.com		<b>INFORME SOBRE ABSORCIÓN DE BLOQUES</b>				VERSIÓN 02  VIGENCIA: 18 OCTUBRE 2018			
<b>NOMBRE DEL CLIENTE:</b> SAMMY ARIAS - CAMILA TORRENDEGRA		<b>LOCALIZACIÓN MATERIAL:</b> CANTERA SEM + RIO							
<b>DIRECCIÓN DEL CLIENTE:</b> CALLE 7 No. 42-59 LA NEVADA/VIPAR, CESAR									
<b>OBRA Y LOCALIZACIÓN:</b> PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA.									
<b>RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRAS:</b> SAMMY ARIAS - CAMILA TORRENDEGRA									
BLOQUE No.	ESTRUCTURA	FECHA DE FUNDIDA	FECHA DE PRUEBA	EDAD (Días)	LOCALIZACIÓN	ÁREA DEL BLOQUE (M <sup>2</sup> )	ABSORCIÓN (%)	DATOS PROBAFORIOS:	
								PESO SECO	PESO HÚMEDO
A01	BLOQUES	7-ago-21	4-ago-21	28	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	1.35	14012.00	14201.00
A01	BLOQUES	7-ago-21	4-ago-21	28	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	1.20	14823.00	14895.00
A01	BLOQUES	7-ago-21	4-ago-21	28	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	1.72	14486.00	15033.00
A02	BLOQUES	7-ago-21	4-ago-21	28	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	1.49	14210.00	14885.00
A02	BLOQUES	7-ago-21	4-ago-21	28	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	1.34	13995.00	14160.00
A02	BLOQUES	7-ago-21	4-ago-21	28	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	1.06	15068.00	15231.00
<b>ESPECIFICACION: NTC 4026</b>									
ABSORCIÓN								< 1%	
<p>1. Los sistemas de Laboratorio sin firmas originales del Diseñador y sello del Laboratorio "DOCUMENTO CONTROLADO" no tienen Validez.          2. Los Resultados obtenidos en este Informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron los ensayos.          3. Este Informe expresa únicamente los resultados obtenidos. No podrá ser reproducido parcialmente, ser reimpreso o usado en forma alguna sin el consentimiento expreso del Laboratorio que lo emite.          4. El Laboratorio que lo emite no es responsable de los proyectos que puedan derivarse del uso inadecuado de los Resultados.          5. El laboratorio no da fe que el libro de registros (si) de ensayos al que se le realizó este ensayo corresponde a la obra, obra y/o fecha de emisión expresada en este informe.</p>									
<b>OBSERVACIONES</b>  					Aprobado por: Nombre: Ing. Jeffrey Casarell Varela Cargo: Ingeniero de laboratorio				
FIN DEL INFORME									

Fuente: SOAL INGENIERÍA, 2021.



**Universidad  
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**Tabla 74.**

*Porcentaje de absorción de agua a los 28 días de bloques tipo A3 y A4.*

SOAL INGENIERIA S.A.S NIT: 901.089.254-2 Calle 7 No. 42-59 LA NEVADA VPAR, CESAR Valledupar - Cesar Tel: +57 (311) 8835273 Cell: +57 318 828 0030 gerencia@soalingenieria.com		INFORME SOBRE ABSORCIÓN DE BLOQUES						VERSIÓN 02 VIGENCIA: 18 OCTUBRE 2018	
NOMBRE DEL CLIENTE:		SAMMYARIAS - CAMILA TORRENIEGRA			LOCALIZACIÓN MATERIAL:		CANtera SIM - RIO		
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:		CALLE 7 No. 42-59 LA NEVADA VPAR, CESAR							
OBRA Y LOCALIZACIÓN:		PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA							
RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA:		SAMMYARIAS - CAMILA TORRENIEGRA							
BLOQUE NO.	ESTRUCTURA	FECHA DE FUNDIDA	FECHA DE PRUEBA	EDAD (Días)	LOCALIZACIÓN	ÁREA DEL BLOQUE (m <sup>2</sup> )	ABSORCIÓN (H)	DATOS PROLABORIOS	
								PESO SECO	PESO HÚMEDO
A03	BLOQUES	7-ago-21	4-sep-21	28	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	1.34	15194.00	15999.00
A02	BLOQUES	7-ago-21	4-sep-21	28	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	0.72	15092.00	15441.00
A03	BLOQUES	7-ago-21	4-sep-21	28	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	0.71	14926.00	14932.00
A04	BLOQUES	7-ago-21	4-sep-21	28	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	0.61	13111.00	13194.00
A04	BLOQUES	7-ago-21	4-sep-21	28	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	0.60	12548.00	12912.00
A04	BLOQUES	7-ago-21	4-sep-21	28	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	0.70	14026.00	14335.00
<b>ESPECIFICACION: NTC 4026</b>									
ABSORCIÓN								< 9%	
<p>1. Los Informes de Laboratorio son firmados por el Director Técnico y solo del Laboratorio "DOCUMENTO CONTROLADO", son técnicamente Válidos.  2. Los Resultados controlados en sus informes se refieren al momento y condiciones en que se realizaron los Muestros.  3. Esta entidad expresa Senceras los resultados obtenidos. No podrá ser responsable por adelantado, ni luego cuando se haya obtenido permisos y autorizaciones del laboratorio que lo emite.  4. El Laboratorio que lo usará se ve responsabilizado de los parámetros que puedan diferir de los Revisados.  5. El laboratorio no da a que el (los) espécimen (es) en concreto al que se le realizó este ensayo corresponden a la obra, obra civil y obra de estructura expresado en este informe.</p>									
OBSERVACIONES					Aprobado por: Nombre: Ing. Jeffrey Caveres Varela Cargo: Ingeniero de laboratorio				

Fuente: SOAL INGENIERÍA, 2021.



**Universidad  
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**Tabla 75.**

*Porcentaje de absorción de agua a los 7 días de bloques tipo B1 y B2.*

 <b>SOAL INGENIERÍA S.A.S</b> NIT: 901.039.384-2 Calle 3 No. 8-07 No. 2 Valledupar - Cesar Tel: +57 (5) 8449235 Cel: +57 (319) 4206065 general@soalingenieria.com		<b>INFORME SOBRE ABSORCIÓN DE BLOQUES</b>				<b>VERSIÓN 02</b>  <b>VIGENCIA: 15 OCTUBRE 2018</b>	
<b>NOMBRE DEL CLIENTE:</b> SAMMY ARIAS - CAMILA TORRENTEGRA		<b>LOCALIZACIÓN MATERIAL:</b> CANTERA SUR V RÍO					
<b>DIRECCIÓN DEL CLIENTE:</b> CALLE 7 No. 82-89 LA INVADA-VIÑA, CESAR.							
<b>OBRA Y LOCALIZACIÓN:</b> PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA							
<b>RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA:</b> SAMMY ARIAS - CAMILA TORRENTEGRA							

BLOQUE No.	ESTRUCTURA	FECHA DE FUNDIDA	FECHA DE PRUEBAS	EDAD (Días)	LOCALIZACIÓN	ÁREA DEL BLOQUE (m <sup>2</sup> )	ABSORCIÓN (%)	DATOS PROBADORES	
								PESO SECO	PESO HÚMEDO
901	BLOQUES	7-ago-21	14-ago-21	7	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46,53	2,46	13427,00	13817,00
901	BLOQUES	7-ago-21	14-ago-21	7	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46,53	2,24	13808,00	13854,00
901	BLOQUES	7-ago-21	14-ago-21	7	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46,53	2,78	13626,00	14040,00
902	BLOQUES	7-ago-21	14-ago-21	7	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46,53	3,13	13601,00	14043,00
902	BLOQUES	7-ago-21	14-ago-21	7	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46,53	3,75	13234,00	13808,00
902	BLOQUES	7-ago-21	14-ago-21	7	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46,53	3,01	13780,00	14044,00
<b>ESPECIFICACION: NTC 4026</b>									
<b>ABSORCIÓN</b>								<b>&lt; 9%</b>	

1. Los Informes de Laboratorio son firmas originales del Director Técnico y jefe del Laboratorio ("DOCUMENTO CONTROLADO"), no siendo Válidos.  
 2. Los Resultados contenidos en este Informe se validan al momento y condiciones en que se realizaron los Ensayos.  
 3. Este Informe es copia electrónica de resultados obtenidos. No podrá ser reproducido para su uso, excepto cuando se haya obtenido previamente los consentimiento por escrito.  
 4. El Laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que pueda derivarse del uso inadecuado de los Resultados.  
 5. El Laboratorio no da fe que el tipo y especificación del concreto al que se le realizó este ensayo correspondía a la obra al momento y fecha de fundido expresada en este Informe.

<b>OBSERVACIONES</b>	Aprobado por: Nombre: Ing. Jeffrey Caseres Varela Cargo: Ingeniero de laboratorio
----------------------	---

FIN DEL INFORME

Fuente: SOAL INGENIERÍA, 2021.



**Universidad  
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**Tabla 76.**

*Porcentaje de absorción de agua a los 7 días de bloques tipo B3 y B4.*

 <b>SOAL INGENIERÍA S.A.S</b> NIT: 901.039.284-2 Calle 8 No. 8-07 Int 2 Valledupar - Cesar Tel: +57 (5) 889275 Cel: +57 318-818 0083 gerencia@soalingenieria.com		<b>INFORME SOBRE ABSORCIÓN DE BLOQUES</b>		<b>VERSIÓN 02</b>  <b>VIGENCIA: 18 OCTUBRE 2018</b>					
<b>NOMBRE DEL CLIENTE:</b> SAMMY ARIAS - CAMILÁ TORRENEGRA		<b>LOCALIZACIÓN MATERIAL:</b> CANTERA SLM - BIC							
<b>DIRECCIÓN DEL CLIENTE:</b> CALLE 7 No. 82-59 LA INVARTÁ-VPAR, CESAR									
<b>OBRA Y LOCALIZACIÓN:</b> PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA									
<b>RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA:</b> SAMMY ARIAS - CAMILÁ TORRENEGRA									
BLOQUE No.	ESTRUCTURA	FECHA DE FUNDIDA	FECHA DE PRUEBA	EDAD (Días)	LOCALIZACIÓN	ÁREA DEL BLOQUE (m <sup>2</sup> )	ABSORCIÓN (H)	DATOS PROBATORIOS	
								PESO SECO	PESO HÚMEDO
003	BLOQUES	7-ago-21	14-ago-21	7	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	3.63	15417.00	15514.00
003	BLOQUES	7-ago-21	14-ago-21	7	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	3.63	15191.00	15743.00
003	BLOQUES	7-ago-21	14-ago-21	7	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	3.25	14782.00	15114.00
004	BLOQUES	7-ago-21	14-ago-21	7	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	2.22	14839.00	15168.00
004	BLOQUES	7-ago-21	14-ago-21	7	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	2.13	15274.00	15600.00
004	BLOQUES	7-ago-21	14-ago-21	7	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	2.12	15088.00	15413.00
								<b>ESPECIFICACION: NTC 4026</b>	
								ABSORCIÓN	< 0%
<p>1. Los informes de Laboratorio son firmados originales del Director Técnico y sólo del Laboratorio ("DOCUMENTO CONTROLADO"), se firman Válidos.</p> <p>2. Los Resultados presentados en este Informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron los Ensayos.</p> <p>3. Este informe expresa solamente los resultados obtenidos. No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso por escrito del Laboratorio que lo emite.</p> <p>4. El Laboratorio que lo emite se responsabiliza de los parámetros que puedan diferir de los establecidos en las Normas.</p> <p>5. El Informe es de la fecha que el (los) reportes (as) se conocen al que se le realizó este trabajo por lo que a la hora, ubicación y fecha de emisión se debe referir a este Informe.</p>									
<b>OBSERVACIONES</b>  						Aprobado por: Nombre: Ing. Jeffrey Cervera Varela Cargo: Ingeniero de Laboratorio			

Fuente: SOAL INGENIERÍA, 2021.




**Universidad  
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**Tabla 77.**

*Porcentaje de absorción de agua a los 14 días de bloques tipo B1 y B2.*

 <b>SOAL INGENIERIA S.A.S</b> NIT: 901.039.284-2 Calle 8 No. 9-07 #12-2 Valledupar - Cesar Tel: +57 (5) 5848217 ext: +1 (21) 8 400380 ingenieria@soalingenieria.com		<b>INFORME SOBRE ABSORCIÓN DE BLOQUES</b>		VERSIÓN 02  VIGENCIA: 18 OCTUBRE 2018					
<b>NOMBRE DEL CLIENTE:</b> SAMILY ARIAS - CAMILA TORRENEGRA		<b>LOCALIZACIÓN MATERIAL:</b> CANTERA SLM + RIO							
<b>DIRECCIÓN DEL CLIENTE:</b> CALLE 7 No. 42-59 LA NUEVA-VIAJA, CESAR									
<b>OBRA Y LOCALIZACIÓN:</b> PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA									
<b>RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA:</b> SAMILY ARIAS - CAMILA TORRENEGRA									
BLOQUE No.	ESTRUCTURA	FECHA DE FUNDIDA	FECHA DE PRUEBA	EDAD (Días)	LOCALIZACIÓN	ÁREA DEL BLOQUE (m <sup>2</sup> )	ABSORCIÓN (%)	DATOS PROBATÓRIOS	
								PESO SECO	PESO HUMEDO
801	BLOQUES	7-ago-21	21-ago-21	14	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	1.10	15511.00	15712.00
801	BLOQUES	7-ago-21	21-ago-21	14	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	1.18	15826.00	16012.00
801	BLOQUES	7-ago-21	21-ago-21	14	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	1.10	15647.00	15818.00
802	BLOQUES	7-ago-21	21-ago-21	14	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	1.88	13701.00	13928.00
802	BLOQUES	7-ago-21	21-ago-21	14	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	1.19	14079.00	14247.00
802	BLOQUES	7-ago-21	21-ago-21	14	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	1.71	13687.00	14022.00
<b>ESPECIFICACIÓN: NTC 4026</b>									
<b>ABSORCIÓN</b>								<b>&lt; 9%</b>	
<p>1. Los hallazgos de Laboratorio son firmas originales del Director Técnico y sello del Laboratorio "DOCUMENTO CONTROLADO", en tres Válidas.          2. Los Resultados (contenidos en este Informe se refieren al promedio) (contenidos en que se realizaron los Estudios).          3. Entre resultados y según solamente los resultados obtenidos. No se aplica los resultados parciales, excepto cuando se haya obtenido promedio y presentarse en el laboratorio que emite.          4. El Laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los Resultados.          5. El laboratorio no se fe que si (100) representa (es) de concreto si que se le realiza este estudio compromiso a la obra, ubicación y fecha de emisión represento en este informe</p>									
<b>OBSERVACIONES</b>  						Aprobado por: Nombre: <b>Ing. Jeffrey Caveres Varela</b> Cargo: <b>Ingeniero de laboratorio</b> 			
FIN DEL INFORME									

Fuente: SOAL INGENIERÍA, 2021.



**Universidad  
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**Tabla 78.**

*Porcentaje de absorción de agua a los 14 días de bloques tipo B3 y B4.*

 <b>SOAL INGENIERÍA S.A.S</b> NIT: 901.039.284-2 Calle 8 No. 9-07 Pto 2 Yumbo - Cauca Tel: +57 (315) 8847753 ext: 511 514 828 8388 gerencia@soalingenieria.com		<b>INFORME SOBRE ABSORCIÓN DE BLOQUES</b>		<b>VERSIÓN 02</b>  <b>VIGENCIA: 18 OCTUBRE 2012</b>	
<b>NOMBRE DEL CLIENTE:</b> SAMMY ABÍAS - CAMILA TORRENTEGRÁ		<b>LOCALIZACIÓN MATERIAL:</b> CANTEIRA SUMA - BUI			
<b>DIRECCIÓN DEL CLIENTE:</b> CALLE 7 No. 42-59 LA HUVADA- VIPAR, CEBAR					
<b>OBRA Y LOCALIZACIÓN:</b> PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA					
<b>RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA:</b> SAMMY ABÍAS - CAMILA TORRENTEGRÁ					

BLOQUE No.	ESTRUCTURA	FECHA DE FUNDIDA	FECHA DE PRUEBA	EDAD (Días)	LOCALIZACIÓN	ÁREA DEL BLOQUE (m <sup>2</sup> )	ABSORCIÓN (%)	DATOS PROBADORES	
								PESO SECO	PESO HUMEDO
B01	BLOQUES	7-ago-21	21-ago-21	14	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	86.59	1.21	18188.00	19382.00
B02	BLOQUES	7-ago-21	21-ago-21	14	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	86.59	1.41	14688.00	14905.00
B03	BLOQUES	7-ago-21	21-ago-21	14	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	1.34	15199.00	15377.00
B04	BLOQUES	7-ago-21	21-ago-21	14	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	0.58	14752.00	14937.00
B04	BLOQUES	7-ago-21	21-ago-21	14	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	0.75	15289.00	15401.00
B04	BLOQUES	7-ago-21	21-ago-21	14	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	0.53	14208.00	14281.00
<b>ESPECIFICACION: NTC 4026</b>								<b>ABSORCIÓN</b>	<b>&lt; 9%</b>

1. Los informes de Laboratorio de Estructuras, Trazado y sitio de Laboratorio (DOCUMENTO CONTROLADO), en idioma Valiente.  
 2. Los Resultados contenidos en este Informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las pruebas.  
 3. Este informe expresa solamente los resultados obtenidos. No podrá ser considerado legalmente, excepto cuando se haya obtenido previamente consentimiento del laboratorio que lo emite.  
 4. El Laboratorio que lo emite no es responsable de los perjuicios que puedan derivarse del uso indebido de los Resultados.  
 5. El laboratorio no da fe que el tipo de espécimen (s) de concreto al que se le realizó este ensayo correspondió a la obra, ubicación y fecha de fundición expresado en esta informe.

<b>OBSERVACIONES</b>  	Aprobado por: Nombre: Ing. Jeffrey Caseres Varela Cargo: Ingeniero de laboratorio
------------------------------	---

FIN DEL INFORME

Fuente: SOAL INGENIERÍA, 2021.



**Universidad  
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**Tabla 79.**

*Porcentaje de absorción de agua a los 28 días de bloques tipo B1 y B2.*

 <b>SOAL INGENIERIA S.A.S</b> NIT: 901.029.294-2 Calle 8 No. 4-27 of. 2 VEREDAS DE SAMAR TEL: +57 (5) 5848217 Cel: +57 316 848 0088 ingenieria@soalingenieria.com		<b>INFORME SOBRE ABSORCIÓN DE BLOQUES</b>				<b>VERSIÓN 02</b>  <b>VIGENCIA: 18 OCTUBRE 2018</b>			
<b>NOMBRE DEL CLIENTE:</b> SAMMY ARIAS - CAMILA TORRENDEGA		<b>LOCALIZACIÓN MATERIAL:</b> CANITERA SIM - RIO							
<b>DIRECCIÓN DEL CLIENTE:</b> CALLE 7 No. 42-59 LA NEVADEA - VVAR. CESAR									
<b>OBRA Y LOCALIZACIÓN:</b> PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA									
<b>RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA:</b> SAMMY ARIAS - CAMILA TORRENDEGA									
BLOQUE No.	ESTRUCTURA	FECHA DE FUNDIDA	FECHA DE PRUEBA	EDAD (Días)	LOCALIZACIÓN	ÁREA DEL BLOQUE (m <sup>2</sup> )	ABSORCIÓN (H)	DATOS LABORATORIOS	
								PESO SECO	PESO HÚMEDO
801	BLOQUES	7-sep-21	4-sep-21	28	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46,59	3,06	15207,00	15813,00
801	BLOQUES	7-sep-21	4-sep-21	28	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46,59	3,01	15488,00	16110,00
801	BLOQUES	7-sep-21	4-sep-21	28	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46,59	4,41	18968,00	18022,00
801	BLOQUES	7-sep-21	4-sep-21	28	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46,59	1,98	15880,00	16131,00
902	BLOQUES	7-sep-21	4-sep-21	28	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46,59	3,08	15034,00	15497,00
902	BLOQUES	7-sep-21	4-sep-21	28	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46,59	3,38	14269,00	14694,00
<b>ESPECIFICACION: NTC 4026</b>									
ABSORCIÓN								< 9%	
<p>1. Los informes de Laboratorio que firmas originales del Docente Titular y del Laboratorio ("DOCUMENTO CONTROLADO"), no tienen Validez.          2. Los Resultados suministrados en este Informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron los Ensayos.          3. Este Informe respalda únicamente los resultados obtenidos. No podrá ser reproducido parcialmente o aceptado cuando se haya obtenido permiso previa mente del laboratorio por lo tanto.          4. El Laboratorio que lo emite no es responsable de los perjuicios que puedan surgir del uso indebido de los Resultados.          5. El laboratorio no da fe que el (los) espécimen (es) de concreto el que se le realizó este ensayo correspondía a la obra, ubicación y fecha de fundición expresado en este informe.</p>									
<b>OBSERVACIONES</b>  					Aprobado por: Nombre: Ing. Jeffrey Casares Varela Cargo: Ingeniero de laboratorio				

Fuente: SOAL INGENIERÍA, 2021.



**Universidad  
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**Tabla 80.**

*Porcentaje de absorción de agua a los 28 días de bloques tipo B3 y B4.*

 <b>SOAL INGENIERIA S.A.S</b> NIT: 903.839.284-2 Calle 3 No. 8-27 Int.2 Valledupar - Cesar Tel: +57 (3) 5842215 Cel: +57 318 624 8000 ingenieria@soalingenieria.com		<b>INFORME SOBRE ABSORCIÓN DE BLOQUES</b>		<b>VERSIÓN 02</b>  <b>VIGENCIA: 18 OCTUBRE 2018</b>					
<b>NOMBRE DEL CLIENTE:</b> SAMMY ARIAS - CAMILA TORREBERRA		<b>LOCALIZACIÓN MATERIAL:</b> CANTERA S074 + IVO							
<b>DIRECCION DEL CUENTE:</b> CALLE 7 No. 42-59 LA NEVADA- VIVAR, CESAR									
<b>OBRA Y LOCALIZACIÓN:</b> PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA									
<b>RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA:</b> SAMMY ARIAS - CAMILA TORREBERRA									
BLOQUE No.	ESTRUCTURA	FECHA DE FUNDIDA	FECHA DE PRUEBA	EDAD [Días]	LOCALIZACIÓN	ÁREA DEL BLOQUE [m²]	ABSORCIÓN (g)	DATOS PROBATÓRIOS	
								PESO SECO	PESO HUMEDO
808	BLOQUES	7-ago-21	4-sep-21	28	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	3.31	16422.00	16641.00
809	BLOQUES	7-ago-21	4-sep-21	28	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	2.76	15398.00	15823.00
803	BLOQUES	7-ago-21	4-sep-21	28	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	0.96	14222.00	14858.00
804	BLOQUES	7-ago-21	4-sep-21	28	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	0.88	16035.00	16144.00
804	BLOQUES	7-ago-21	4-sep-21	28	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	1.21	15842.00	16093.00
804	BLOQUES	7-ago-21	4-sep-21	28	PLANTA DE PRODUCCIÓN PAVA & BECERRA	46.59	3.51	15333.00	15874.00
<b>ESPECIFICACION: NTC 4026</b>									
ABSORCION								< 9%	
<p>1. Los laborios de Laboratorio son datos originales del Director [Fecha y sello del Laboratorio "DOCUMENTO CONTROLADO"], así como: Verdad;</p> <p>2. Los Resultados, resultados se debe incluir un referer al protocolo y procedimientos en que se realizaron los Ensayos;</p> <p>3. Este informe respalda los resultados obtenidos. No podrá ser respaldado posteriormente en ningún caso en la falta de conformidad por parte del laboratorio que lo emite;</p> <p>4. El Laboratorio que lo emite no es responsable de las preparaciones que puedan afectar los resultados de los Resultados;</p> <p>5. El laboratorio no da fe que el tipo especifico (si) de concreto al que se le realizó este ensayo corresponde a la clase, ubicación y fecha de fundido expresada en este informe;</p>									
<b>OBSERVACIONES</b>  						Aprobado por: Nombre: Ing. Jeffrey Caseres Varela Cargo: Ingeniero de laboratorio			

Fuente: SOAL INGENIERÍA, 2021.



**Universidad  
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL Y SANITARIA**

**Anexo VII. Panel fotográfico**





**Universidad  
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL Y SANITARIA**

**Figura 12.**

*Tamizado de agregados.*



Fuente: Autores, 2021.

**Figura 14.**

*Recolección de datos.*



Fuente: Autores, 2021.

**Figura 13.**

*Análisis granulométrico.*



Fuente: Autores, 2021.

**Figura 15.**

*Agregado fino para ensayo de peso específico.*



Fuente: Autores, 2021.



**Universidad  
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL Y SANITARIA**

**Figura 16.**

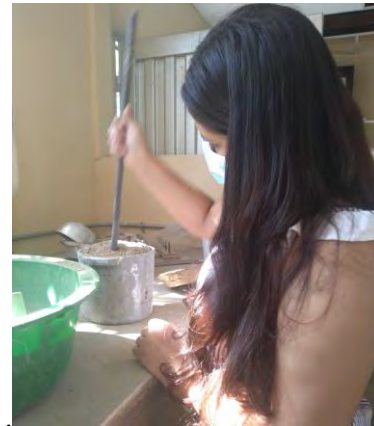
*Verificando humedad de agregado fino.*



Fuente: Autores, 2021.

**Figura 18.**

*Ensayo de masa unitaria compacta para  
agregado fino.*



Fuente: Autores, 2021.

**Figura 17.**

*Ensayo de masa unitaria compacta para  
agregado grueso.*



Fuente: Autores, 2021.

**Figura 19.**

*Ensayo peso específico agregado fino.*



Fuente: Autores, 2021.



**Universidad  
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL Y SANITARIA**

**Figura 20.**

*Ensayo peso específico agregado grueso.*



Fuente: Autores, 2021.

**Figura 22.**

*Proceso de cortado de fibras de maguey.*



Fuente: Autores, 2021.

**Figura 21.**

*Cortado manual de fibras de maguey.*



Fuente: Autores, 2021.

**Figura 23.**

*Materiales para fabricación de bloques.*



Fuente: Autores, 2021.



**Universidad  
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL Y SANITARIA**

**Figura 24.**

*Limpieza de equipos para fabricación de bloques.*



Fuente: Autores, 2021.

**Figura 25.**

*Mezclado de materiales del concreto.*



Fuente: Autores, 2021.

**Figura 26.**

*Adición manual de fibras de maguey.*



Fuente: Autores, 2021.

**Figura 27.**

*Bloques de concreto al finalizar el proceso de fabricación.*



Fuente: Autores, 2021.



**Universidad  
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL Y SANITARIA**

**Figura 28.**

*Bloque de concreto tipo A1.*



Fuente: Autores, 2021.

**Figura 30.**

*Bloque de concreto tipo A3.*



Fuente: Autores, 2021.

**Figura 29.**

*Bloque de concreto tipo A2.*



Fuente: Autores, 2021.

**Figura 31.**

*Bloque de concreto tipo A4.*



Fuente: Autores, 2021.



**Universidad  
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL Y SANITARIA**

**Figura 32.**

*Bloque de concreto tipo B1.*



Fuente: Autores, 2021.

**Figura 34.**

*Bloque de concreto tipo B3.*



Fuente: Autores, 2021.

**Figura 33.**

*Bloque de concreto tipo B2.*



Fuente: Autores, 2021.

**Figura 35.**

*Bloque de concreto tipo B4.*



Fuente: Autores, 2021.