

Universidad de Oriente
Núcleo de Anzoátegui
Escuela de ingeniería y Ciencias Aplicadas
Departamento de Ingeniería Civil



EFFECTOS DE LA FIBRA DEL BAGAZO DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CON UN $f'c = 250 \text{ KG/CM}^2$ A LOS 28 DÍAS DE EDAD, CON UNA ADICIÓN DE 2,5KG, 4KG Y 7KG POR METRO CUBICO DE CONCRETO. SEGÚN LA NORMA COVENIN 1753 2006.

Autores:

**Angel Javier Gonzalez Fermin
Feliangely José Battaglini Salazar**

Trabajo de grado presentado ante la Universidad de Oriente como requisito parcial para optar al Título de:

INGENIERO CIVIL

Barcelona, Junio de 2025

Universidad de Oriente
Núcleo de Anzoátegui
Escuela de ingeniería y Ciencias Aplicadas
Departamento de Ingeniería Civil



**EFFECTOS DE LA FIBRA DEL BAGAZO DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN LA
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CON UN $f'c =$
250 KG/CM² A LOS 28 DÍAS DE EDAD, CON UNA ADICIÓN DE 2,5KG,
4KG Y 7KG POR METRO CUBICO DE CONCRETO. SEGÚN LA NORMA
COVENIN 1753 2006.**

Autores:

**Angel Javier Gonzalez Fermin
Feliangely José Battaglini Salazar**

Profesor Narciso Carreño
Tutor Académico

Barcelona, Junio de 2025

Universidad de Oriente
Núcleo de Anzoátegui
Escuela de ingeniería y Ciencias Aplicadas
Departamento de Ingeniería Civil



EFFECTOS DE LA FIBRA DEL BAGAZO DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CON UN $f'c = 250 \text{ KG/CM}^2$ A LOS 28 DÍAS DE EDAD, CON UNA ADICIÓN DE 2,5KG, 4KG Y 7KG POR METRO CUBICO DE CONCRETO. SEGÚN LA NORMA COVENIN 1753 2006.

Autores:

Angel Javier Gonzalez Fermin

C.I: 24.839.036

Feliangely José Battaglino Salazar

C.I: 23.584.836

El Jurado hace constar que asigno a este Trabajo de Grado la calificación de:

Prof. Carlos Guzman

Jurado Principal

Prof. Jesús Moreno

Jurado Principal

Profesor Narciso Carreño

Tutor Académico

Barcelona, Junio 2025

RESOLUCIÓN

De acuerdo al artículo 41 del reglamento de trabajos de grado de la Universidad de Oriente:

“Los Trabajos de Grado son de exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente y solo podrán ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien lo participara al Consejo Universitario, para su autorización.”



DEDICATORIA

Le dedico esta tesis a mis padres por su amor incondicional y por su apoyo fundamental toda mi vida.

A mis abuelas por su amor tan puro para con su nieto.

A mi abuelo Lencho por consentirme siempre.

A mi tía Carmen por siempre estar para mí...

A mi hermana que esto le sirva de inspiración para cumplir sus metas y no rendirse nunca...

A mis tíos y tías. En especial a mi tía Aracidis...

A mis primos en especial a mi primo Alejandro esto también va por ti...

Esto también me lo quiero dedicar a mí por nunca rendirme a pesar de todas las dificultades.

Y todas las personas que pensaron que no lo lograría aquí estoy si pude siempre podre...

DEDICATORIA

Primeramente, quiero dedicar este logro a quién me ha ayudado en todo momento, él que ha sido mi sustento y compañero desde que decidí iniciar esta carrera, ese es mi Dios. Sin él nada de esto tuviera sentido.

A mis padres: Félix Manuel Battaglini García y Elina Salazar, por el apoyo tanto económico y emocional, por su amor y estar siempre para mí, les dedico esto porque sé que están felices como yo.

A mis hermanas: Felixsa, Jennifer, Karlina, Emely; que siempre he contado con el apoyo de cada una y amor en todo momento, a mi hermano Angel Félix Battaglini, por su motivación y ser la primera persona que me recibió en esta ciudad, por su protección y amor, este logro es de ustedes también.

A mi tío Simón Battaglini que, aunque a pesar no se encuentra con nosotros en este plano terrenal, mientras estuvo con nosotros siempre conté con sus consejos y cariño, esto también va dedicado a ti, tío querido. Sé que estuvieras muy orgulloso.

A mi abuela materna: Fortuna, que desde muy chiquita siempre hablaba conmigo de que tenía que estudiar, por sus consejos y amor, sé que estuviera feliz de verme finalizar esta etapa.

A mi amiga y hermana María Angelica Briñez, quien me abrió las puertas de su casa y me ayudó con todo el papeleo que tenía que llevar a la universidad para poder inscribirme. A ti también va dedicado este logro, manita.

Con todo mi corazón, esta tesis es para ustedes.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a Dios por permitirme llegar hasta aquí para cumplir esta meta. A la vida por juntarme a las personas que me ayudaron en el camino.

A mi madre y a mi padre por darte todo, y por hacer esto posible son ellos no estaría en donde estoy. A mi segunda madre mi tía Carmen por ser parte fundamental de esto logro y estar apoyándome desde el día uno cuando empecé esta carrera.

A mi hermana por ser una motivación para no rendirme.

A mis tías y tíos por su apoyo y palabras de apoyo.

A mis abuelas Carmen y Rosa por su bendición y cariño durante todo el camino.

Agradecimiento a la empresa PREGO. Por permitirme hacer los ensayos necesarios para este trabajo de grado. Al Profesor Narciso por su asesoramiento y sus conocimientos.

A nuestro amigo y asesor Nelson por su paciencia y estar pendiente de cada detalle. A mi prima kley por su apoyo estos años...

A mis roomies las hermanas Delgado por motivarme a seguir adelante.

A los amigos que me regalo a Universidad que son mi grupo del primer semestre Okarina, Lorena, Meliana, Peinado, Naluzmi, Carmela y Feliangely son parte importante de esto. A mi compañera de tesis por su amistad y paciencia al realizar este trabajo de grado.

A mi amigo Leonardo por ser siempre un apoyo para mi en cada este camino.

Por último, pero no menos importante agradezco a mi amigo Rene Fermín por estar siempre para mi en la distancia cuando mas lo necesite en este recorrido.

¡A todos GRACIAS!

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer primeramente a Dios por sostenerme en cada paso, por darme fuerzas en los momentos de debilidad y por iluminar mi camino cuando todo parecía oscuro.

Quiero agradecerme a mí, por no haberme rendido cuando creía que todo estaba perdido.

A mis padres y hermanos por su ayuda en cada paso.

A mi compañero de tesis y amigo desde que iniciamos esta carrera juntos, por aguantarme tanto hasta el final, gracias Angelito por ser mi compañero y bastón en esta etapa.

A mi grupito del primer semestre y amigos hoy en día: Okarina, José Francisco, Naluzmi, Carmela, Lorena, Meliana y también Angel. Por siempre estar presente.

A mis hermanitos que me regaló la UDO: Luis Aguilera y Yusmelia... les agradezco por su apoyo en la carrera y por tantos traspasos juntos estudiando, a mi cuñada Liseth por ser nuestra mamá pollito y cocinarnos cuando nos quedábamos a estudiar.

A mis otros hermanos y amigo que me regalo esta casa de estudio: Yadys y Deivid... ustedes hicieron más sencillo este transitar, contar con su apoyo, amistad y consejos fueron bálsamo para mí, agradezco por tenerlos en mi vida.

A nuestro amigo y asesor Nelson Guzmán, por apoyarnos siempre e hasta el final.

A mi hermanita y amiga fiel Daurigel Albani, gracias manita por ser un apoyo siempre en mi vida, contar contigo es un regalo de Dios, gracias por estar en mi vida y familia.

A mi equipo de trabajo Kam de Venezuela: Sama, Mikeas, Anabel y Maide por el apoyo que siempre me prestaron para yo poder ir a ver clases, gracias chicos.

A mi amigo y jefe Saúl Alejandro Pernía, por todo el apoyo que me brindó durante los últimos semestres y la tesis, gracias.

Agradezco a la Universidad de Oriente por haberme formado como profesional, por tantas amistades que me permitió conocer que hoy en día son familia.

A mis amigos que me conseguí durante esta carrera y fueron un gran apoyo para mí: Leonela, Eduardo Pérez, Deccy, Osmar Yanez, Jesús Tuarez.

RESUMEN



Efectos de la fibra del bagazo de la caña de azúcar en la resistencia a la compresión de un concreto con un $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días de edad, con una adición de 2,5kg, 4kg y 7kg por metro cubico de concreto. según la norma COVENIN 1753 2006.

Tutor Académico:

Narciso Carreño

Autores:

Br. Angel Gonzalez

Br. Feliangely Battaglini

Al realizar este trabajo de grado se busca una alternativa sostenible que ayude a mejorar la resistencia a compresión y a flexión utilizando fibra de bagazo de caña de azúcar en un concreto con un $f'c = 250\text{kg/cm}^2$ a los 28 días de edad con una adición de 2,5kg, 4kg y 7kg por m^3 de concreto según la norma COVENIN 1753-2006 para esto se realizaron los ensayos de calidad al agregado fino como al grueso según la norma COVENIN 277-2000. Seguidamente se diseñó una mezcla de concreto patrón y experimental adicionando 2,5kg, 4kg y 7kg de fibra de bagazo de la caña de azúcar por m^3 de concreto. Después se realizaron los ensayos de resistencia a compresión a los 7, 14 y 28 días de edad de cada concreto. Según la norma COVENIN 338–2002. A continuación, se procedió a realizar los ensayos de resistencia a flexión a los 28 días de edad al concreto patrón y experimental. Según la norma COVENIN 342-1979 y por último se comparó los resultados de resistencia a compresión, flexión, peso, costo y trabajabilidad de cada muestra, dando como resultado una resistencia a compresión de 271 kg/cm^2 para el patrón, de 297kg/cm^2 con la adición de 2,5kg de bagazo, de 274kg/cm^2 con adición 4kg de bagazo la y de 260kg/cm^2 con 7kg de bagazo. la resistencia a flexión en el patrón arrojó una resistencia de 38kg/cm^2 para 2,5kg de bagazo dio 39kg/cm^2 en 4kg de bagazo 41kg/cm^2 y por último con 7kg de bagazo arrojó 39kg/cm^2 . concluyendo que la adición de bagazo representa una buena alternativa para aumentar la resistencia a compresión y flexión. Recomendando utilizar 2,5kg y 4kg de bagazo de caña de azúcar por cada m^3 de concreto como la dosis ideal para obtener una buena resistencia a compresión y flexión, respectivamente.

Palabras claves: concreto, bagazo, agregado, compresión y flexión.

ÍNDICE GENERAL

RESOLUCIÓN	iv
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTOS	viii
RESUMEN.....	x
ÍNDICE GENERAL.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xviii
ÍNDICE DE TABLAS	xxi
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xxiv
INTRODUCCION	xxv
CAPITULO I.....	26
EL PROBLEMA.....	26
1.1 Planteamiento del problema.....	26
1.2 Objetivos	29
1.2.1 Objetivo general.....	29
1.2.2 Objetivo específico	29
1.3 Alcance.....	30
1.4 Justificación.....	30
CAPITULO II.....	31
MARCO REFERENCIAL	31
2.1 Antecedentes	31
2.2 Bases Teóricas.....	35

2.2.1 Concreto	35
2.2.2 Agregados	35
2.2.3 Cemento	36
2.2.4 Agua	36
2.2.5 Aditivos	36
2.2.6 Granulometría	37
2.2.7 Propiedades el concreto	37
2.2.8 Diseño de Mezclas.....	38
2.2.9 Fibras naturales	38
2.2.10 Bagazos de caña	39
2.2.11 Características del bagazo de caña.....	39
2.2.12 Resistencia a la compresión	40
2.2.13 Tipos de concreto	40
2.2.13.1 Concreto Convencional	41
2.2.13.2 Concreto de Alto Rendimiento	41
2.2.13.3 Concreto liviano.....	42
2.2.13.4 Concreto Armado	43
2.2.13.5 Concreto Permeable	43
2.2.13.6 Concreto Premezclado.....	44
2.2.14 Tipos de fibras en concreto.....	44
2.2.14.1 Fibras Sintéticas de Polipropileno	44
2.2.14.2 Fibras Acrílicas.....	45
2.2.14.3 Fibras de carbón	45

2.2.14.4 Fibras de Nylon	46
2.2.14.5 Fibras de Acero	46
2.2.14.6 Fibras de Vidrio	47
2.2.14.7 Fibras Naturales	48
2.2.15 Propiedades del Bagazo de la caña de azúcar.....	49
2.2.15.1 Densidad y Humedad.....	49
2.2.15.2 Características morfológicas del bagazo.....	50
CAPITULO III	51
MARCO METODOLOGICO	51
3.1 Nivel de diseños	51
3.1.1 Nivel de investigación descriptiva	51
3.1.2 Nivel de investigación explicativa	52
3.2 Diseño de investigación.....	52
3.2.1 Investigación de campo o diseño de campo	52
3.3 Técnicas e instrumentos a utilizar	53
3.3.1 Observaciones.....	53
3.3.2 Entrevista no estructurada	53
3.4 Población y Muestra	54
3.4.1 Población	54
3.4.2 Muestra.....	55
3.5 Etapas del proyecto.....	55
3.5.1 Búsqueda de referencias bibliográficas.	55

3.5.2 Realización de los ensayos de calidad tanto del agregado fino como el grueso según la norma COVENIN 277-2000.....	56
3.5.2.1 Compra de los materiales utilizados.....	56
3.5.2.2 Corte de bagazo de caña de azúcar.	57
3.5.2.3 Realización de los ensayos de los agregados (arena y piedra picada) para la determinación de las propiedades físicas.....	61
3.5.2.3.1 Peso unitario suelto arena y piedra picada.....	61
3.5.2.3.2 Peso unitario compactado arena y piedra picada.	63
3.5.2.3.3 Ensayo de pasante #200 en agregados para concreto ...	65
3.5.2.3.4 Peso específico y absorción de la arena	68
3.5.2.3.5 Peso específico y absorción de la piedra picada	72
3.5.2.3.6 Granulometría de la arena	77
3.5.2.3.7 Granulometría de la piedra picada.....	79
3.5.2.3.8 Humedad de la arena y piedra picada	80
3.5.2.4 Realización de ensayos del bagazo.	83
3.5.3 Diseño una mezcla de concreto patrón y experimental adicionando 2,5kg, 4kg y 7kg de fibra de bagazo de la caña de azúcar por m ³ de concreto. Según la norma COVENIN 1753 2006.....	86
3.5.3.1 Datos de los agregados	86
3.5.3.2 Diseño de mezcla del concreto patrón	86
3.5.3.2.1 Relación Beta (β).....	86
3.5.3.2.2 Resistencia promedio para compresión requerida F_{cr}	89
3.5.3.2.3 Relación agua/cemento	90
3.5.3.2.4 Corrección agua / cemento.....	92

3.5.3.2.5 Dosis de cemento	93
3.5.3.2.6 Correcciones de la dosis de cemento	94
3.5.3.2.7 Volumen de aire atrapado	95
3.5.3.2.8 Dosificación de agua.	95
3.5.3.2.9 Volumen del agregado combinado.	95
3.5.3.2.10 Dosis de la arena.....	96
3.5.3.2.11 Dosis de la piedra picada.....	96
3.5.3.3 Diseño de mezcla de concreto con adición de 2,5kg, 4kg y 7kg de bagazo de caña de azúcar por m ³ de concreto.	96
3.5.4 Realizar los ensayos de resistencia a compresión a los 7, 14 y 28 días de edad al concreto patrón y experimentales. Según la norma COVENIN 338 – 2002.	97
3.5.4.1 Correcciones por humedad y adsorción.....	97
3.5.4.1.1 Corrección de la dosificación de agua.....	98
3.5.4.2 Cálculo de dosificación para N° de cilindro por mezcla de concreto.	98
3.5.4.3 Cálculo de dosificación para N° de viguetas por mezcla de concreto.	101
3.5.4.4 Total, de materiales a mezclar	103
3.5.4.5 Pesado de los materiales	104
3.5.4.6 Preparación de las probetas	105
3.5.4.7 Mezclado del concreto patrón y experimental	106
3.5.4.8 Toma de temperatura y ensayo de Abrams	110

3.5.4.9 Vertido del concreto en las probetas cilíndricas y prismáticas	113
3.5.4.10 Desencofrado	116
3.5.4.11 Curado de los cilindros y viguetas	116
3.5.4.12 Ensayos de resistencia a compresión de los cilindros	118
3.5.5 Realización de los ensayos de resistencia a flexión a los 28 días de edad al concreto patrón y experimental. Según la norma COVENIN 342-1979.....	120
3.5.6 Comparación de los resultados de resistencia a compresión, flexión, peso, costo y trabajabilidad entre el concreto patrón y experimentales.	121
CAPITULO IV.....	123
RESULTADOS Y ANALISIS	123
4.1 Ensayos de calidad tanto del agregado fino como el grueso según la norma COVENIN 277-2000.....	123
4.2 Diseño una mezcla de concreto patrón y experimental adicionando 2,5kg, 4kg y 7kg de fibra de bagazo de la caña de azúcar por m3 de concreto. Según la norma COVENIN 1753 2006.	125
4.3 Ensayos de resistencia a compresión a los 7, 14 y 28 días de edad al concreto patrón y experimentales. Según la norma COVENIN 338 – 2002	127
4.4 Realización de los ensayos de resistencia a flexión a los 28 días de edad al concreto patrón y experimental. Según la norma COVENIN 342-1979129	
4.5 Comparación de los resultados de la resistencia a compresión, flexión, peso, costo y trabajabilidad entre el concreto patrón y experimentales. .	130

CONCLUSIONES.....	138
RECOMENDACIONES.....	140
BIBLIOGRAFÍA.....	141
ANEXOS.....	144
METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:.....	153

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1. Compra y entrega del cemento, arena y piedra picada.	56
Figura 3.2. Bagazo de caña de azúcar.	57
Figura 3.3. Longitud de muestra de bagazo original	58
Figura 3.4. Corte del bagazo de caña.....	58
Figura 3.5. Bagazo cortado a 5cm. Aproximadamente.	59
Figura 3.6. Bagazo de caña cortado a 5cm aproximadamente.....	60
Figura 3.7. Desglosando bagazo de caña.	60
Figura 3.8. Añadiendo material al recipiente cilíndrico.....	61
Figura 3.9. Pesado de la muestra para peso unitario suelto.....	62
Figura 3.10. Compactación con la barra metálica.....	64
Figura 3.11. Peso de la muestra compactada.....	64
Figura 3.12. Peso de la piedra picada lavada	66
Figura 3.13. Peso de la arena lavada	67
Figura 3.14. Secado con pistola de calor	69
Figura 3.15. Tamizado de la arena	70
Figura 3.16. Apisonado de la arena en el cono	70
Figura 3.17. Peso del picnómetro con la muestra S.S.S.....	71
Figura 3.18. Peso del picnómetro + la muestra S.S.S + agua	71
Figura 3.19. Toma de muestra de la piedra picada.....	73
Figura 3.20. Muestra tomada antes de ser sumergida en agua.....	74
Figura 3.21. Muestra de piedra picada sumergida en agua.....	74

Figura 3.22. Secado de la piedra picada con toalla absorbente	75
Figura 3.23. Pesado de la piedra picada en aire.....	75
Figura 3.24. Peso de la piedra picada sumergida en agua.....	76
Figura 3.25. Tamizado de la arena	78
Figura 3.26. Arena retenida que cada cedazo	78
Figura 3.27. Tamizado de la piedra picada	¡Error! Marcador no definido.
Figura 3.28. Pesado de la arena para ensayo de humedad	80
Figura 3.29. Pesado de la piedra para ensayo de la humedad.....	81
Figura 3.30. Secado de la muestra de piedra picada para humedad.....	81
Figura 3.31. Secado de la muestra de arena para humedad.....	82
Figura 3.32. Humedeciendo la muestra de bagazo.	84
Figura 3.33. Exprimiendo muestra de bagazo.	84
Figura 3.34. Pesado de la muestra de bagazo humedecida	¡Error! Marcador no definido.
Figura 3.35. Gráfica relación agua / cemento	91
Figura 3.36. Pesado del material para cada componente del concreto.	104
Figura 3.37. Materiales previamente pesados	105
Figura 3.38. Probetas listas para vertido del concreto	106
Figura 3.39. Colocación de los materiales en el trompo.	107
Figura 3.40. Materiales en el trompo con pequeña cantidad de agua.	108
Figura 3.41. Materiales en el trompo con agua.....	108
Figura 3.42. Colocación de la fibra del bagazo al concreto.	109

Figura 3.43. Mezcla del concreto homogénea con aditivo de fibra de bagazo.	¡Error! Marcador no definido.
Figura 3.44. Temperatura del concreto.....	110
Figura 3.45. Vertido del concreto en el cono de Abrams.	111
Figura 3.46. Compactación de 25 golpes.	111
Figura 3.47. Asentamiento del concreto patrón	112
Figura 3.48. Asentamiento del concreto con adición 2,5 Kg/m ³ de bagazo	112
Figura 3.49. Compactación de concreto en las probetas cilíndricas.	114
Figura 3.50. Compactación del concreto en probetas prismáticas.....	114
Figura 3.51. Cilindros enrasados e identificados	115
Figura 3.52. Viguetas enrasadas e identificadas.	¡Error! Marcador no definido.
Figura 3.53. Desencofrado de los cilindros.....	116
Figura 3.54. Identificación de los cilindros.	117
Figura 3.55. Colocación de los cilindros en el tanque para su curado...	¡Error! Marcador no definido.
Figura 3.56. Extracción de los cilindros del tanque de agua con cal.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 3.57. Pesado del cilindro.....	119
Figura 3.58. Colocación del cilindro en la máquina de ensayos a compresión	119
Figura 3.59. Cilindro ensayado en la máquina de ensayos a compresión ..	120
Figura 3.60. Vigueta ensayada a resistencia a flexión.....	121

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1. Datos y resultados del Peso Unitario suelto Arena.	62
Tabla 3.2. Datos y resultados del Peso Unitario suelto piedra picada.	63
Tabla 3.3. Datos y resultados del peso unitario compactado de la arena.	65
Tabla 3.4. Datos y resultados del peso unitario de la piedra picada.	65
Tabla 3.5. Datos y resultados del pasante #200 en la arena	67
Tabla 3.6. Datos y resultados del pasante #200 en la piedra picada	68
Tabla 3.7. Datos y resultados para el peso específico de la arena	72
Tabla 3.8. Datos y resultados del peso específico de la piedra picada.....	77
Tabla 3.9. Datos y resultados de la humedad de arena y piedra picada.	82
Tabla 3.10. Datos para cálculo de absorción del bagazo	85
Tabla 3.11. Datos de los agregados	86
Tabla 3.12. Límites granulométricos recomendados para distintos tamaños máximos del agregado.....	87
Tabla 3.13. Granulometría de los agregados combinados	88
Tabla 3.14. Resistencia promedio a la comprensión requerida	89
Tabla 3.15. Factor de corrección K_r	92
Tabla 3.16. Factor de corrección K_a	92
Tabla 3.17. Valores usuales de asentamiento con el cono de Abrams.....	93
Tabla 3.18. Factor C_1 para corrección de cemento.	94
Tabla 3.19. Factor C_2 para corrección de cemento.....	94
Tabla 3.20. Dosificación de la mezcla de concreto Patrón	99

Tabla 3.21. Dosificación de la mezcla de concreto experimental con adición de bagazo a 2,50 kg/m ³	99
Tabla 3.22. Dosificación de la mezcla de concreto experimental con adición de bagazo a 4 kg/m ³	100
Tabla 3.23. Dosificación de la mezcla de concreto experimental con adición de bagazo a 7 kg/m ³	100
Tabla 3.24. Dosificación de la mezcla de concreto Patrón (viguetas).....	101
Tabla 3.25. Dosificación de la mezcla de concreto experimental con adición de bagazo a 2,50 kg/m ³ (viguetas).....	102
Tabla 3.26. Dosificación de la mezcla de concreto experimental con adición de bagazo a 4 kg/m ³ (viguetas).....	102
Tabla 3.27. Dosificación de la mezcla de concreto experimental con adición de bagazo a 7 kg/m ³ (viguetas).....	103
Tabla 3.28. Total, de materiales a mezclar	103
Tabla 3.29. Análisis de precio unitario del concreto patrón ¡Error! Marcador no definido.	
Tabla 3.30. Análisis de precio unitario del concreto experimental con 2,5kg de bagazo de caña de azúcar..... ¡Error! Marcador no definido.	
Tabla 3.31. Análisis de precio unitario del concreto experimental con 4 kg de bagazo de caña de azúcar..... ¡Error! Marcador no definido.	
Tabla 3.32. Análisis de precio unitario del concreto experimental con 7 kg de bagazo de caña de azúcar..... ¡Error! Marcador no definido.	
Tabla 4.1. Granulometría agregado fino.	123
Tabla 4.2. Granulometría el agregado grueso	124
Tabla 4.3. Diseño de una mezcla de concreto patrón.....	126

Tabla 4.4. Diseño de concreto experimental con 2,5 kg de bagazo de caña.	126
Tabla 4.5. Diseño de concreto experimental con 4 kg de bagazo de caña.	126
Tabla 4.6. Diseño de concreto experimental con 7 kg de bagazo de caña.	127
Tabla 4.7. Resistencia a compresión de concreto experimental a los 7, 14 y 28 días de edad.	128
Tabla 4.8. Resistencia a compresión de concreto experimental a los 28 días.	129
Tabla 4.9. Resistencia promedio a compresión de concreto experimental y Patrón	130
Tabla 4.10. Resistencia promedio a flexión de concreto experimental y Patrón	131

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfica 3.1. Granulometría del agregado combinado	88
Gráfica 4.1. Granulometría del agregado fino.....	124
Gráfica 4.2. Granulometría del agradado grueso.....	125
Gráfica 4.3. Resistencia a Compresión Vs. Días.	132
Gráfica 4.4. Resistencia a Compresión Vs. Bagazo de caña de azúcar.	133
Gráfica 4.5. Resistencia a flexión de cada diseño.	133
Gráfica 4.6. Pesos vs. Kilogramos de bagazo de caña. (Cilindros)	134
Gráfica 4.7. Pesos vs. Kilogramos de bagazo de caña. (Viguetas)	135
Gráfica 4.8. Asentamientos de las mezclas.	136
Gráfica 4.9. Precios Unitarios.	137

INTRODUCCION

El concreto, es un material de construcción compuesto principalmente por la mezcla de cemento, agua y agregados como arena, grava o piedra picada. Al combinar estos componentes, se forma una masa que, al secarse y fraguar, se convierte en una estructura sólida y resistente. Con el paso del tiempo se ha buscado mejorar la calidad del concreto a través del uso de nuevos materiales experimentables como fibras naturales explorando diversos residuos agroindustriales. Entre estos, la fibra del bagazo de la caña de azúcar ha emergido como una opción innovadora debido a su disponibilidad y propiedades mecánicas. Este trabajo se basa en evaluar los efectos de la incorporación de fibra de bagazo de caña de azúcar en la resistencia a la compresión de un concreto con una resistencia característica $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días de edad, conforme a la norma COVENIN 1753-2006.

El objetivo principal es determinar cómo varía la resistencia a la compresión y flexión del concreto al añadir diferentes cantidades de fibra de bagazo de caña de azúcar: 2,5kg, 4kg y 5kg por metro cúbico de concreto. La teoría plantea que la adición de estas fibras puede mejorar las propiedades mecánicas del concreto, ofreciendo una alternativa más ecológica en la construcción.

Para llevar a cabo este trabajo de grado, se prepararon y ensayaron muestras de concreto con las mencionadas adiciones de fibra, siguiendo los procedimientos establecidos en la norma COVENIN 1753-2006. Los resultados obtenidos permitirán evaluar la viabilidad de utilizar el bagazo de la caña de azúcar como fibra en el concreto, contribuyendo así a la sostenibilidad y eficiencia en la construcción.

CAPITULO I

EL PROBLEMA

En este capítulo expresa la problemática existente sobre costos de los aditivos en dónde se plantea una alternativa con bagazo de la caña de azúcar en el concreto, para usarse como sustitución a los aditivos además se especifica el alcance que tendrá dicho proyecto junto con la originalidad y justificación especificando, lo importante de realizar un concreto de calidad a un costo más bajo. También se establece el objetivo general y los objetivos que sirvieron como guía para este trabajo de grado.

1.1 Planteamiento del problema

A nivel global, los aditivos para concreto han demostrado ser un factor determinante en la rentabilidad de los proyectos de construcción. A pesar de su importancia para mejorar las propiedades del concreto, como su manejabilidad, tiempo de fraguado y durabilidad, los altos costos asociados con estos compuestos pueden representar un desafío económico considerable para las empresas constructoras. De igual forma el uso de concreto, es el responsable del 8% de las emisiones de dióxido de carbono a nivel mundial según el Foro económico mundial. En España se estima que los residuos de cultivo de caña de azúcar son el equivalente a 2000 millones de toneladas al año a nivel global. Lo que conlleva a un desperdicio de material de fibra vegetal importante y acarrea dificultad para manejar todo el residuo de manera que no contamine, el cual podría ser utilizado en la industria de la construcción.

De igual manera en Colombia también se presenta esta problemática con los desperdicios de bagazo de caña. Aunado a esto el alto costo de los materiales de construcción y así como los escasos de materia prima de los mismos ha hecho que se busquen soluciones más económicas y ecológicas.

En Venezuela, la situación de la construcción ha enfrentado desafíos significativos. Los altos costos y la escasez de aditivos han complicado el proceso de elaboración del concreto, un material esencial en cualquier obra. Esta problemática ha llevado a prolongadas demoras en la producción del concreto, lo que a su vez ha causado esperas extensas en las obras de construcción. Estas demoras no solo afectan los cronogramas de entrega, sino que también incrementan los costos operativos. La eficiencia se ve mermada, y la capacidad para cumplir con los plazos establecidos se reduce drásticamente.

La industria de la construcción, vital para el desarrollo económico del país, se ve así obstaculizada por factores que van más allá del control de las empresas constructoras. La dependencia de insumos importados y la volatilidad del mercado global añaden capas adicionales de incertidumbre, exacerbando los retos ya presentes. Para ello se busca adicionar el bagazo de caña como material de fibra en distintas cantidades (2,5kg, 4kg y 7kg m³ de concreto) con el objetivo de mejorar su resistencia a compresión siendo un material más accesible.

Para la realización de este proyecto se llevó a cabo una serie de prácticas de laboratorio que ayudaron a determinar las propiedades físicas de los agregados a utilizar (arena y piedra picada) y la adición de la fibra. Estos ensayos fueron los siguientes para la arena y piedra: humedad, absorción, peso específico, granulometría, peso unitario suelto y compactado; por

consiguiente, para el bagazo de la caña de azúcar se ejecutó el ensayo de absorción . Una vez se obtuvieron los resultados de los ensayos antes mencionado se calculó el diseño de mezcla para un concreto convencional (patrón) y otros de concreto experimental con 2,5kg, 4kg y 7kg m³ de concreto. Posteriormente a esto se elaboraron 6 cilindros de concreto para cada mezcla que fueron ensayadas a la resistencia a compresión a los 7, 14 y 28 días.

Teniendo esto en cuenta se planteó las siguientes interrogantes: ¿Cómo realizar los ensayos de calidad tanto del agregado fino como el grueso según la norma COVENIN 277-2000?, ¿Cuál sería el diseño de mezcla de concreto patrón y experimental adicionando el 2,5kg, 4kg y 7kg de fibra de bagazo de la caña de azúcar por m³ de concreto? ¿Según la norma COVENIN 1753 2006?, ¿Cómo realizar los ensayos de resistencia a compresión a los 7, 14 y 28 días de edad al concreto patrón y experimentales? ¿Según la norma COVENIN 338 – 2002?, ¿Cómo Realizar los ensayos de resistencia a flexión a los 28 días de edad al concreto patrón y experimental? Según la norma COVENIN 342-1979, ¿Cuál de los resultados de resistencia a compresión, peso, costo y trabajabilidad entre el concreto patrón y experimentales es el más factible y viable?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

- Evaluar los Efectos de la fibra del bagazo de la caña de azúcar en la resistencia a la compresión de un concreto con un $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días de edad, con una adición de 2,5kg, 4,00kg y 7kg por metro cubico de concreto. Según la norma COVENIN 1753 2006.

1.2.2 Objetivo específico

1. Realizar los ensayos de calidad tanto del agregado fino como el grueso según la norma COVENIN 277-2000
2. Diseñar una mezcla de concreto patrón y experimental adicionando 2,5kg, 4kg y 7kg de fibra de bagazo de la caña de azúcar por m³ de concreto. Según la norma COVENIN 1753 2006
3. Realizar los ensayos de resistencia a compresión a los 7, 14 y 28 días de edad al concreto patrón y experimentales. Según la norma COVENIN 338 – 2002
4. Realizar los ensayos de resistencia a flexión a los 28 días de edad al concreto patrón y experimental. Según la norma COVENIN 342-1979
5. Comparar los resultados de resistencia a compresión, flexión, peso, costo y trabajabilidad entre el concreto patrón y experimentales.

1.3 Alcance

El presente proyecto abarcó desde la realización de los ensayos de laboratorio de cada agregado (arena, piedra picada y bagazo de caña) el cálculo de la dosificación de los materiales que componen el concreto tanto patrón como experimentales hasta la realización de los ensayos de resistencia de compresión de los cilindros planteados anteriormente.

1.4 Justificación

En la actualidad se buscó obtener una solución innovadora y ecológica de fácil acceso para la problemática existente, es imperativo que las soluciones o alternativas sostenibles permitan mitigar los impactos negativos en el sector para ello se utilizará la incorporación de fibra del bagazo de la caña de azúcar lo que ayudará a distribuir las cargas y a controlar la propagación de fisuras, ayudando a alcanzar o incluso a superar la resistencia a compresión de mezclas tradicionales que son de un costo mayor. A diferencia con la adición el bagazo de caña de azúcar que no solo tiene implicaciones positivas para el medio ambiente, sino que también puede ofrecer ventajas económicas significativas, que pueden disminuir los costos de construcción, haciendo que esta tecnología sea más accesible para una amplia gama de proyectos, de allí la relevancia notable de la ejecución de este proyecto. Venezuela posee una basta diversidad de fibras naturales, por lo que esta investigación facilitara a impartir conocimientos nuevos para darle un uso adecuado a las mismas de igual forma generara nuevas fuentes de empleos ayudando a la economía del país y brindando soluciones optimas al manejo de residuos de diferentes industrias.

CAPITULO II

MARCO REFERENCIAL

El siguiente marco referencial abarca los antecedentes y bases teóricas que sirvieron de apoyo para el entendimiento de la realización de un diseño de mezcla de concreto con la adición de fibra de bagazo de caña como aditivo natural; así como también la comprensión de como realizar los ensayos necesarios a los agregados para saber su calidad y propiedades físicas.

2.1 Antecedentes

El concreto puede ser reforzado mediante la colocación de barras de acero embebidas en su masa, dando origen al llamado concreto reforzado. El concreto también ha sido reforzado con otros elementos, tales como fibras vegetales, metálicas o plásticas. Desde sus inicios, el concreto reforzado se constituyó en una solución para la construcción económica y rápida de estructuras de envergadura y calidad, en las cuales sustituyó históricamente a la piedra. Según Muñoz (2015) Los resultados obtenidos evidencian una mejoría notable en la resistencia a compresión en cuanto al uso de las fibras de tamaño largo con tendencia muy similar a un concreto sin fibras, mientras que con respecto al módulo de ruptura en vigas fue menor a las del concreto tradicional.

Acto seguido se mostrarán una serie de diferentes investigaciones que están relacionadas con el tema que se plantea en el presente proyecto. Las mismas forman parte de los antecedentes nacionales e internacionales; que nos ayudaran a desarrollar los diferentes puntos de interés.

Por lo tanto, Paricaguán (2015), desarrollo un trabajo de grado titulado “Contribución al estudio del comportamiento de la mecánico y fisicoquímico del concreto reforzado con fibras naturales de coco y bagazo de caña de azúcar para su uso en la construcción” en la universidad de Carabobo para optar al título de Doctor en Ingeniería área Química. En esta investigación se propusieron datos Las fibras lograron mantener unida la matriz de concreto, por lo que aportan durabilidad al concreto disminuyendo fisuras tanto en estado fresco como endurecido. Se obtuvieron los siguientes resultados 0% fibras de coco añadido, resistencia a la compresión (40MPa) y el módulo de ruptura (4,5MPa); 2,5% fibras de coco añadidas, resistencia a la compresión (39,5MPa) y el módulo de ruptura (4,8MPa); 0% fibras de bagazo de caña de azúcar añadidas, resistencia a la compresión (40MPa) y el módulo de ruptura (4,5MPa); 2,5% fibra de coco añadido, resistencia a la compresión (25MPa) y el módulo de ruptura (2,5MPa). El módulo de ruptura para fibras de coco tratadas con PMMA para una concentración 2,5% de fibras se obtuvo un valor de 5,3MPa este valor fue superior al que alcanzó la mezcla patrón 4,6MPa.

Como se interpreta en párrafo anterior el uso de fibra, en el concreto lograron establecer la reduciendo de fisuras de forma significativa y aumentando el módulo de ruptura.

Así mismo Centeno (2012), presento un trabajo de grado que llevo por nombre “Evaluación del desempeño del concreto reforzado con fibras de sisal y su factibilidad en la producción de paneles para cerramientos exteriores” en la Universidad Central de Venezuela, para optar al Grado Académico de Magister Scientiarum en Desarrollo Tecnológico de la Construcción. En esta Durante la investigación se estudió las fibras de sisal y el cemento, así como su empleo en la producción de un material compuesto: el fibrocemento. Seguidamente, para este compuesto se determinaron una serie de ensayos

realizados, bajo nuestra solicitud, en el Instituto Venezolano de Investigaciones Tecnológicas e Industriales (INVESTI) ello con el objeto de determinar las características físico-químicas del material compuesto. Finalmente se desarrolló una propuesta teórica de la aplicación de este material de base para la producción de paneles exteriores bajo criterios de sostenibilidad evaluando su posible empleo en una vivienda.

La investigación antes mencionada ayuda a establecer las bases previas a los próximos servirá de base para futuras investigaciones aplicadas para la elaboración experimental de paneles de sisal-cemento. así como un breve análisis de factibilidad técnica- económica.

Por consiguiente, Merino (2008), realizo un trabajo de grado que llevo por título, “Caracterización de las propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibras de polipropileno” en la Universidad Central de Venezuela, para optar de esta manera al título de Ingeniero Químico. En esta propuesta se realizó un estudio que consistió en la determinación de las propiedades mecánicas de mezclas de concreto con distintos porcentajes de fibra de polipropileno (0, 0.5, 1, 2, 3 %), a través de ensayos destructivos y no destructivos. Se midió la resistencia a la compresión, a la tracción indirecta y a la flexión, así como la velocidad de pulso ultrasonido, para determinar el porcentaje que presenta una mejor opción para la elaboración de los paneles.

Cabe destacar que en el proyecto antes mencionado concluyo excelentes resultados ya que la conclusión que la mejor configuración para la elaboración de los paneles es el uso de una mezcla con 1 % de fibra de polipropileno con una malla de polietileno. El uso de fibras a base de materiales poliméricos se presenta como una de las mejores opciones debido a sus condiciones de ligereza, elasticidad y resistencia.

Por ende, Amaya y Ramírez (2019), expone un trabajo de grado que lleva por título, “Evaluación del comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibras” en la Universidad Católica de Colombia, para optar al título de Ingeniero Civil. En el trabajo antes mencionado se llegó a la conclusión que Las fibras que mejor se comportaron a compresión, en cuanto a alcanzar más resistencia a los 28 días, fueron el acero y las fibras de vidrio. Con el estudio se determinó que todas las fibras tienen un gran aporte en el concreto a flexión, pues es para esto que están diseñadas, siendo las fibras de acero, PET y cáñamo las que más aportaron resistencia y las fibras de PET y cáñamo las que mejor corrigieron la fisuración, presentando una mejor adherencia de los materiales de la mezcla en las muestras con edad de 28 días.

Es importante resaltar que el uso de diferentes fibras como fibra de acero, microfibras, PET y cáñamo. Puede mejorar significativamente la resistencia flexión y ayudar a reducir la fisuración, pero no se obtuvo una mejora realmente relevante en la resistencia a compresión.

Por lo tanto, Estrella (2016), presento un trabajo de grado titulado “Estudio de un material compuesto a base de fibras naturales de cabuya para mejorar las propiedades mecánicas de elementos de concreto reforzado”, en la Universidad Nacional de Chimborazo, para optar por el título de Ingeniero Civil. Esta investigación arrojó que las muestras de concreto reforzadas con materiales compuestos FRCM lograron una mejora en la resistencia a la compresión del 6% y las muestras de concreto reforzadas con fibras de coco y compuestos FRCM demostraron una mejora del 93% en su resistencia a la flexión, en comparación con hormigón simple muestras.

Cabe resaltar que el trabajo antes mencionado demuestra que el uso de fibras naturales puede favorecer en gran medida la resistencia a flexión de las mezclas de mortero y así mismo la resistencia a compresión. De igual forma la aplicación de este sistema de reforzamiento a base de fibras naturales ha probado que existe un efecto positivo económico, por lo que se recomienda utilizarla en construcciones de viviendas de bajo costo.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Concreto

Mezcla de cemento Portland o de cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivos. Según la norma (COVENIN 1753-2000, pp. 6)

2.2.2 Agregados

Los agregados naturales para concreto son una mezcla de rocas y minerales. Los agregados fino y grueso ocupan cerca del 60% al 75% del volumen del concreto (70% a 85% de la masa) e influyen fuertemente en las propiedades tanto en estado fresco como endurecido, en las proporciones de la mezcla y en la economía del concreto.

Los agregados finos: generalmente consisten en arena natural o piedra triturada (partida, machacada, pedrejón arena de trituración) con la mayoría de sus partículas menores que 5 mm (0.2 pulg.).

Los agregados gruesos: consisten en una o en la combinación de gravas o piedras trituradas con partículas predominantemente mayores que 5 mm (0.2 pulg.) y generalmente entre 9.5 mm y 37.5 mm (3/8 y 1 1/2 pulg.)

2.2.3 Cemento

El cemento portland es un polvo fino que cuando se mezcla con el agua se convierte en un pegamento que mantiene los agregados unidos en el concreto. Compuestos principalmente de silicatos hidráulicos de calcio. Los cementos fraguan y endurecen por la reacción química con el agua.

2.2.4 Agua

El agua es un ingrediente clave de las pastas, morteros y concretos, pues las fases en el cemento portland tienen que reaccionar químicamente con el agua para desarrollar resistencia.

2.2.5 Aditivos

Un aditivo está destinado a modificar las propiedades del hormigón con el fin de adaptarlo mejor a la obra a ejecutar. Un aditivo se incorpora al hormigón fresco, normalmente añadiéndolo al agua de amasado para conseguir ciertas cualidades o características en el hormigón fresco o fraguado, o también en ambos, las cuales se consideran ventajosas o necesarias para una obra determinada. Un aditivo forma una parte integrante del hormigón; hay que considerarlo conjunto con el cemento, áridos y el agua, como un componente más de la mezcla.

2.2.6 Granulometría

Se entiende por granulometría la composición del material en cuanto a la distribución del tamaño de los granos que lo integran. Esta característica decide, de manera muy importante, la calidad del material para su uso como componente del concreto. (Porrero, Ramos, Grases y Velazco, 2009, p. 63). El tamaño de los granos se mide de forma indirecta mediante tamices de diferentes aberturas calibradas, según la Norma COVENIN 254 (ASTM E 11)

2.2.7 Propiedades el concreto

Las propiedades del concreto dependen, principalmente, de las características y proporciones de sus componentes constitutivos. En la práctica, se juega principalmente con las proporciones entre los principales elementos para hacer variar la calidad del concreto, adaptándola a las necesidades característicos de cada caso.

Resistencia: es una medida de la cantidad de esfuerzo requerido para hacer fallar un material. La teoría del esfuerzo de trabajo para el diseño de concreto considera que éste es el más adecuado para soportar la carga de compresión. las pruebas para la resistencia del concreto se basan en muestras curadas bajo condiciones estándar de temperatura y humedad, por un período de 28 días. (Mehta y Monteiro, 1998, p. 7)

Durabilidad: esto se refiere a la vida útil del concreto, es decir cuánto tiempo durará en servicio bajo la intemperie y el desgaste al cual se someterá.

Trabajabilidad: es un atributo crucial para los diferentes usos del concreto, ya que es esencialmente a la factibilidad con la que se pueden mezclarse y al fácil manejo de la misma para su transporte y posterior uso.

2.2.8 Diseño de Mezclas

Se conoce como diseño de mezcla el procedimiento mediante el cual se calculan las cantidades que debe haber de todos y cada uno de los componentes que intervienen en una mezcla de concreto, para obtener de ese material el comportamiento deseado, tanto durante su estado plástico como después, en estado endurecido. (Porrero, Ramos, Grases y Velazco, 2009, p. 123).

2.2.9 Fibras naturales

Las fibras naturales son la materia seca vegetal (biomasa) se encuentran ampliamente distribuidos por la biosfera en forma de árboles, plantas y cultivos y son valorados por su biodegradabilidad y bajo costo. En el sector de la construcción e ingeniería civil, las fibras naturales están ganando terreno como material de construcción y refuerzo.

Las fibras naturales vegetales están constituidas mayoritariamente por tres polímeros estructurales celulosa, hemicelulosa y lignina además en menor medida por una serie de compuestos de bajo peso molecular solubles en agua, proteínas y sales minerales. Las proporciones de estos compuestos cambian de una planta a otra en respuesta a las condiciones del entorno, como consecuencia de esta variabilidad, las propiedades y características físicas de las fibras no son homogéneas.

2.2.10 Bagazos de caña

El bagazo de caña es el subproducto o residuo de los centrales azucareros, el cual se genera después de la extracción del jugo de caña de azúcar. Es un desecho agroindustrial que representa el 25% del total de la caña de azúcar procesada. En Venezuela, el bagazo de caña de azúcar es el tercer desecho agroindustrial más importante después del follaje de yuca y la paja de arroz, con una producción anual aproximada de 1.580.000 toneladas por año (FEDEAGRO, 2018).

El bagazo de caña de azúcar no solamente da como resultado el azúcar que se obtiene del ingenio, se obtienen en total 8 productos, a los cuales se les dan usos y destinos distintos.

- Residuos de la cosecha que se quedan en el campo
- Residuos de la cosecha separados en los centros
- Agua vegetal
- Cachaza
- Miel final
- Azúcar
- Cenizas
- Bagazo

2.2.11 Características del bagazo de caña

Se puede afirmar que el bagazo tiene una superficie con un carácter en gran medida hidrofílica a causa de la presencia mayoritaria de la celulosa. El uso de las fibras de bagazo para material manufacturado, es otra alternativa de solución para el uso de este tipo de materiales. Si se compara el uso de las

fibras naturales con materiales sintéticos, estas tienen dos grandes ventajas, su baja densidad y su reutilización.

Las características morfológicas y las propiedades físico-mecánicas del bagazo de caña de azúcar. Lo catalogan como un material adecuado para ser usado como fibra de refuerzo.

2.2.12 Resistencia a la compresión

La resistencia a la compresión se puede definir como la máxima resistencia medida de un molde de concreto o de mortero a carga axial, en el sistema internacional se mide en N/m² (Pa) para una edad de 28 días, por ejemplo. El procedimiento experimental está establecido por la Norma COVENIN 338.

2.2.13 Tipos de concreto

El concreto, también conocido como hormigón, es un material de construcción compuesto por una mezcla de cemento, agua, agregados (como arena, grava o piedra triturada) y, con frecuencia, aditivos que modifican sus propiedades para mejorar su desempeño. La mezcla se endurece mediante un proceso químico llamado hidratación del cemento, en el cual el cemento reacciona con el agua, transformándose de un estado plástico a un sólido duradero. Este proceso confiere al concreto una gran versatilidad y resistencia, haciéndolo adecuado para una amplia variedad de aplicaciones en la construcción.

El concreto es fundamental en la construcción de estructuras residenciales, comerciales e industriales, así como en infraestructuras

complejas como puentes, carreteras y presas. Su capacidad para ser moldeado en diversas formas y su durabilidad lo convierten en un material indispensable en la ingeniería civil y la arquitectura. (Promart, s.f, parr.. 10)

2.2.13.1 Concreto Convencional

El concreto convencional es el material más utilizado en la construcción, compuesto por una mezcla de cemento, agregados, agua y aditivos. Gracias a su resistencia y durabilidad, se emplea en una amplia variedad de proyectos, que van desde edificios residenciales y comerciales hasta puentes y carreteras. Sin embargo, el concreto convencional presenta algunos inconvenientes, como su baja resistencia a la tracción y la flexión. A pesar de estos desafíos, sigue siendo una opción popular en la construcción debido a su costo razonable y su disponibilidad.

Los ingenieros y contratistas trabajan continuamente para mejorar y optimizar las propiedades del concreto convencional, adaptándolo a las necesidades cambiantes de la industria de la construcción. Esto incluye el desarrollo de nuevas técnicas y la incorporación de aditivos que mejoran su desempeño, asegurando que el concreto convencional mantenga su relevancia y eficacia en diversos proyectos de construcción. (Promart, s.f, parr. 2)

2.2.13.2 Concreto de Alto Rendimiento

El concreto de alto rendimiento es un material innovador que ofrece grandes beneficios para la construcción. Este tipo de concreto se caracteriza por su extraordinaria resistencia, lo que lo hace ideal para proyectos de gran escala que deben soportar grandes pesos y cargas. Su durabilidad y resistencia al

desgaste lo convierten en una opción excelente para infraestructuras expuestas a condiciones extremas de clima y ambiente.

Además de su resistencia mecánica, el concreto de alto rendimiento destaca por su capacidad de aislamiento acústico y térmico, lo que lo hace perfecto para proyectos que buscan maximizar la eficiencia energética y reducir el impacto ambiental. Este tipo de concreto es especialmente útil en la construcción de edificios sostenibles y ecológicos, donde el control de la temperatura y el ruido es crucial.

Lo que podríamos decir que el concreto de alto rendimiento es una opción versátil y prometedora para la construcción moderna, ofreciendo soluciones eficientes y duraderas para los desafíos actuales y futuros de la ingeniería civil y la arquitectura. (Promart, s.f, parr. 3)

2.2.13.3 Concreto liviano

El concreto liviano es un material de construcción muy versátil que se utiliza en una amplia variedad de proyectos de construcción. A menudo, se utiliza en aplicaciones donde se necesitan propiedades específicas, como alta resistencia a la compresión, baja densidad y alta capacidad de aislamiento térmico. Además, su bajo peso hace que sea más fácil de manejar y transportar en comparación con otros materiales de construcción. El concreto liviano se produce mediante la sustitución de los agregados tradicionales por otros más livianos, como la espuma de poliestireno o la arcilla expandida. Como resultado, es un material de construcción duradero y económico que ofrece muchas ventajas en comparación con otros materiales de construcción tradicionales. (Promart, s.f, parr. 4)

2.2.13.4 Concreto Armado

El concreto armado es uno de los materiales más utilizados en la construcción de edificios, puentes, carreteras y otras infraestructuras. Consiste en una combinación de concreto y acero, donde el acero actúa como refuerzo estructural para aumentar la capacidad de carga y resistencia del concreto. Este material es altamente duradero, resistente al fuego y a la intemperie, lo que lo convierte en una opción popular entre los constructores.

Su uso se ha expandido a lo largo del mundo, y hoy en día es una parte fundamental de la industria de la construcción. Gracias a su versatilidad, el concreto armado ofrece numerosas ventajas, como la posibilidad de crear diseños complejos mientras se mantiene la estabilidad estructural de la edificación. Además, su capacidad para soportar grandes cargas y resistir condiciones adversas lo hace ideal para una amplia gama de aplicaciones en la ingeniería civil y la arquitectura. (Promart, s.f, parr. 6)

2.2.13.5 Concreto Permeable

El concreto permeable es un material de construcción que permite el paso del agua a través de su estructura, convirtiéndolo en una solución ideal para el control de inundaciones y el tratamiento de aguas pluviales. Este material poroso reduce la escorrentía y la contaminación, ya que permite que el agua de lluvia se filtre naturalmente en el suelo. Además, el concreto permeable es resistente y duradero, lo que lo convierte en una excelente opción para áreas de alta circulación de vehículos y peatones.

Es importante destacar que este tipo de concreto se ha vuelto cada vez más popular en todo el mundo debido a sus beneficios para el medio ambiente y su

eficacia en la gestión del agua. Su uso no solo mejora la sostenibilidad urbana, sino que también contribuye a la recarga de acuíferos y la reducción de la erosión del suelo. Gracias a estas ventajas, el concreto permeable se está adoptando en una variedad de proyectos, desde pavimentos y estacionamientos hasta parques y jardines. (Promart, s.f, parr. 7)

2.2.13.6 Concreto Premezclado

El concreto premezclado es una solución práctica y eficiente para cualquier proyecto de construcción. Este tipo de concreto se fabrica en una planta especializada y se entrega en camiones mezcladores directamente al lugar de la construcción. Al ser preparado en la planta, el concreto premezclado asegura una calidad uniforme y consistente, lo que se traduce en una reducción de costos y una mayor eficiencia en el proceso constructivo. Además, al no ser necesario mezclar el concreto en el sitio de la construcción, se minimiza la cantidad de desperdicio y se optimiza el uso de los materiales. (Promart, s.f, parr. 8)

2.2.14 Tipos de fibras en concreto

2.2.14.1 Fibras Sintéticas de Polipropileno

Las fibras sintéticas más utilizadas son las de polipropileno, conocidas por ser químicamente inertes, hidrofóbicas y ligeras. Estas fibras son monofilamentos cilíndricos que pueden cortarse en longitudes específicas según las necesidades del proyecto. Además, las fibras de polipropileno tienen la capacidad de reducir el reventamiento y el asentamiento de las partículas de los agregados, así como de minimizar el descascaramiento del concreto de

alta resistencia y del concreto de baja permeabilidad cuando están expuestos al fuego y a ambientes muy húmedos. (Reyes , 2008, p.38)

2.2.14.2 Fibras Acrílicas

Las fibras acrílicas son conocidas por su resistencia a la intemperie, durabilidad y capacidad para mejorar las propiedades mecánicas del cemento. Al integrarse en la mezcla de cemento, estas fibras proporcionan una mayor resistencia a la tracción y a la flexión, lo que resulta en productos finales más robustos y duraderos. Además, las fibras acrílicas contribuyen a la reducción de grietas y fisuras en el concreto, mejorando así su longevidad y desempeño en diversas aplicaciones. (Bañuelos, 2008, p.39)

2.2.14.3 Fibras de carbón

Las fibras de carbón fueron desarrolladas principalmente por sus excepcionales propiedades de alta resistencia, elasticidad y rigidez, lo que las hace ideales para aplicaciones en la industria aeroespacial. Estas fibras destacan por su capacidad para soportar cargas extremas y mantener su integridad estructural bajo condiciones exigentes.

Sin embargo, la fabricación de fibras de carbón es considerablemente costosa en comparación con otras fibras sintéticas, lo que ha limitado su desarrollo comercial y su uso en aplicaciones más amplias. A pesar de esto, su resistencia a la mayoría de los productos químicos las convierte en una opción valiosa para entornos donde la durabilidad y la resistencia a la corrosión son cruciales. (Reyes, 2008, p.39)

2.2.14.4 Fibras de Nylon

Las fibras de nylon se producen generalmente para su uso en vestuario, muebles y aplicaciones textiles. Sin embargo, solo hay dos tipos de estas fibras que se utilizan en concreto: el nylon 6 y el nylon 66. Estas fibras se fabrican a partir de polímeros de nylon y, mediante procesos de extrusión, estiramiento y calentamiento, se transforman en hilos de alta tenacidad o resistencia a la tensión.

Las fibras de nylon utilizadas en concreto presentan alta tenacidad, ductilidad y recuperación de la elasticidad. Debido a que son hidrófilas, la cantidad de agua en la mezcla de concreto debe incrementarse para asegurar una adecuada hidratación y trabajabilidad. A pesar de este ajuste, las fibras de nylon no afectan negativamente las propiedades del concreto, sino que mejoran su desempeño en diversas aplicaciones.

El uso de fibras de nylon en concreto ofrece varias ventajas, como la reducción de la fisuración por contracción plástica y la mejora de la resistencia al impacto y a la abrasión. Estas fibras también contribuyen a la durabilidad del concreto, especialmente en entornos agresivos donde la resistencia a los productos químicos es crucial. (Reyes, 2008, p.39)

2.2.14.5 Fibras de Acero

Las fibras de acero son pequeños pedazos discontinuos de acero con una relación entre longitud y diámetro (esbeltez) que varía entre 20 y 100, y presentan diversas secciones transversales. Algunas de estas fibras tienen extremos conformados para mejorar la resistencia al arrancamiento de la matriz de cemento. Estas fibras presentan un módulo de elasticidad

relativamente alto y su adherencia o unión con la matriz de cemento puede incrementarse mediante anclaje mecánico o rugosidad superficial.

Las fibras de acero se utilizan comúnmente en pavimentos de aeropuertos y en las capas de revestimiento de las pistas. También se emplean en los tableros de puentes, pisos industriales y pavimentos de autopistas, debido a su capacidad para mejorar la resistencia y durabilidad del concreto en estas aplicaciones. (Silva, s.f, parr. 2)

2.2.14.6 Fibras de Vidrio

Los materiales compuestos generados por las fibras de vidrio son conocidos como GRC (Glass Fiber Reinforced Cement). Su matriz resistente es un mortero de cemento hidráulico reforzado con fibras de vidrio, especialmente diseñadas para ser compatibles con el ambiente alcalino de la matriz del concreto. (Silva, s.f, parr. 4)

Las fibras de vidrio no solo mejoran la resistencia a la tracción y la flexión del concreto, sino que también proporcionan una excelente resistencia a la corrosión y a los ataques químicos. Esto las hace ideales para aplicaciones en ambientes agresivos y expuestos a condiciones climáticas extremas. Además, el uso de fibras de vidrio en el concreto contribuye a la sostenibilidad, ya que permite la creación de estructuras más ligeras y eficientes en términos de recursos. (Silva, s.f, parr. 5)

Comprendiendo así que las fibras de vidrio son un componente esencial en la fabricación de GRC, ofreciendo mejoras significativas en la durabilidad, resistencia y sostenibilidad del concreto. Su uso en la producción de paneles de fachada y otras aplicaciones estructurales continúa creciendo, impulsado

por sus numerosos beneficios y su capacidad para satisfacer las demandas de la construcción moderna. (Silva, s.f, parr. 6)

2.2.14.7 Fibras Naturales

Las fibras naturales se han utilizado como refuerzo desde mucho antes de la llegada del concreto armado convencional. Ejemplos históricos incluyen ladrillos de barro reforzados con paja y morteros reforzados con crin de caballo, demostrando la eficacia de las fibras naturales como material de refuerzo. (Gonzales, s.f, parr. 8)

Muchos materiales de refuerzo natural pueden obtenerse con bajos costos energéticos, aprovechando la mano de obra y la pericia disponibles en la región. Estas fibras se emplean en la producción de concretos con bajo contenido de fibras, ofreciendo una solución sostenible y económica. (Gonzales, s.f, parr. 10)

Las fibras naturales, como el coco, el sisal, el bambú y en su defecto las fibras del bagazo de caña de azúcar no solo mejoran la resistencia y durabilidad del concreto, sino que también contribuyen a la sostenibilidad ambiental. Al ser biodegradables y renovables, estas fibras reducen el impacto ambiental en comparación con los materiales sintéticos. Además, su uso promueve el desarrollo de tecnologías de construcción más ecológicas y accesibles. (Gonzales, s.f, parr. 11)

2.2.15 Propiedades del Bagazo de la caña de azúcar

2.2.15.1 Densidad y Humedad

La densidad y la humedad son dos de las principales propiedades necesarias para realizar cualquier cálculo de ingeniería relacionado con la fabricación de concreto. La densidad de un bulto de bagazo en condición suelta es una referencia crucial que se toma en cuenta para el diseño y construcción de diversos equipos en las industrias donde se reutiliza el bagazo. (Bañuelos, 2008, p.47)

El bagazo, un subproducto de la industria azucarera, se caracteriza por su baja densidad y alta capacidad de absorción de humedad. Estas propiedades lo hacen ideal para su uso en la fabricación de concreto ligero y otros materiales de construcción sostenibles. La densidad del bagazo puede variar dependiendo de factores como la especie de caña de azúcar y el proceso de extracción utilizado, lo que influye en su comportamiento como material de construcción. (Bañuelos, 2008, p.47)

En resumen, la densidad y la humedad del bagazo son propiedades fundamentales que determinan su idoneidad y desempeño en aplicaciones de ingeniería y construcción. Su uso no solo contribuye a la sostenibilidad ambiental al reutilizar un subproducto industrial, sino que también ofrece ventajas económicas y técnicas en la fabricación de materiales de construcción innovadores. (Bañuelos, 2008, p.47)

2.2.15.2 Características morfológicas del bagazo

Las fibras naturales suelen ser muy rígidas, y aquellas que provienen de especímenes maderables a menudo tienen una longitud menor a la habitual. Esta característica puede representar una limitante en ciertas producciones, como la fabricación de papeles de alta resistencia. Sin embargo, las fibras naturales ofrecen una serie de ventajas que las hacen valiosas en diversas aplicaciones industriales. (Reyes, 2008, p.48).

En la industria de la construcción, las fibras naturales se utilizan para reforzar materiales como el concreto y los compuestos de cemento. Estas fibras mejoran la resistencia a la tracción y la flexión, así como la durabilidad del material final. Además, su uso puede reducir la dependencia de materiales no renovables y disminuir el impacto ambiental de los proyectos de construcción. (Reyes, 2008, p.48).

Aunque las fibras naturales pueden presentar algunas limitaciones en términos de longitud y rigidez, sus beneficios en términos de sostenibilidad y rendimiento las hacen una opción atractiva para diversas aplicaciones industriales. La investigación y el desarrollo continúan explorando nuevas formas de optimizar el uso de estas fibras, ampliando su potencial y eficacia en diferentes sectores. (Reyes, 2008, p.48).

CAPITULO III

MARCO METODOLOGICO

En el presente capítulo se muestra el nivel de diseño, diseño de la investigación, así como también las técnicas e instrumentación para la recolección de datos junto con la especificación de la población y muestra de este proyecto; en el mismo orden de ideas se desarrollaron las etapas para llevar a cabo este proyecto de realizar un diseño de mezcla de concreto con la adición del bagazo de caña de azúcar para analizar su efecto y comportamiento en dicha mezcla.

3.1 Nivel de diseños

3.1.1 Nivel de investigación descriptiva

La investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los resultados de este tipo de investigación se ubican en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere. (Arias, F., 2012, p. 23)

Este proyecto se centró en una investigación descriptiva, cuyo objetivo principal fue analizar un conjunto de muestras de concretos, incluyendo tanto la mezcla convencional (patrón) como experimentales. La investigación se propuso establecer y comparar el comportamiento de estos concretos al incorporar fibra de bagazo de caña de azúcar, un subproducto agrícola que podría mejorar las propiedades del material.

3.1.2 Nivel de investigación explicativa

La investigación explicativa se encarga de buscar el porqué de los hechos mediante el establecimiento de relaciones causa-efecto. En este sentido, los estudios explicativos pueden ocuparse tanto de la determinación de las causas (investigación post facto), como de los efectos (investigación experimental), mediante la prueba de hipótesis. (Arias, F., 2012, p. 26)

Este proyecto se basó en una investigación explicativa, porque se buscaron las causas-efecto del comportamiento de bagazo de caña añadidos a la mezcla de concreto, lo cual su objetivo fue establecer un nexo en el resultado de las pruebas de laboratorio con los cálculos de diseño de mezclas.

3.2 Diseño de investigación

3.2.1 Investigación de campo o diseño de campo

La investigación de campo es aquella que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variable alguna, es decir, el investigador obtiene la información, pero no altera las condiciones existentes. De allí su carácter de investigación no experimental. (Arias, F., 2012, p. 30)

Este proyecto representó una investigación de campo, enfocada en la recolección de datos empíricos directamente de los elementos estudiados. En este caso, se examinaron cilindros de concreto, tanto de mezclas patrón como experimentales, se obtuvo información detallada sobre sus propiedades

mecánicas y físicas. (resistencia a compresión, flexión, trabajabilidad y su peso).

3.3 Técnicas e instrumentos a utilizar

3.3.1 Observaciones

La observación es una técnica que consiste en visualizar o captar mediante la vista, en forma sistemática, cualquier hecho, fenómeno o situación que se produzca en la naturaleza o en la sociedad, en función de unos objetivos de investigación preestablecidos. (Arias, F., 2012, p. 67)

Esta técnica en el proyecto de investigación se utilizó para la observación de todos los resultados arrojados de las prácticas de laboratorio que se les realizaron a los agregados (arena, piedra picada, fibra del bagazo de la caña de azúcar)

Instrumentos: teléfono inteligente con cámara fotográfica.

Este instrumento ayudó a captar de manera fotográfica los ensayos realizados, los resultados arrojados en las prácticas de laboratorio

3.3.2 Entrevista no estructurada

En esta modalidad no se dispone de una guía de preguntas elaboradas previamente. Sin embargo, se orienta por unos objetivos preestablecidos que permiten definir el tema de la entrevista, de allí que el entrevistador deba poseer una gran habilidad para formular las interrogantes sin perder la coherencia. (Arias, F., 2012, p. 73)

Esta técnica se empleó para resolver las dudas surgidas durante la realización de los ensayos con agregados, proporcionando una guía detallada sobre cómo llevarlos a cabo de manera efectiva. Además, sirvió para esclarecer el comportamiento del concreto bajo condiciones de compresión y flexión, dos de las propiedades mecánicas más críticas en la evaluación del desempeño del material.

Instrumentos: Blog de nota y grabadora.

Se utilizaron estos instrumentos para registrar la información obtenida en laboratorio.

3.4 Población y Muestra

3.4.1 Población

La población, o en términos más precisos población objetivo, es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Ésta queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio. (Arias F. 2012, p. 81).

Este proyecto tuvo como población 4 mezclas de concreto $F_c = 250 \text{ kg/cm}^2$ donde una mezcla fue la del concreto patrón en donde no se le añadió ninguna fibra y las otras 3 fueron concretos experimentales en donde se le añadió 2,5kg, 4kg y 7kg de fibra de bagazo de la caña de azúcar por m^3 de concreto.

3.4.2 Muestra

La muestra es un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible. (Arias F. 2012, p. 83).

La muestra de este proyecto está conformada por 24 cilindros y 8 viguetas donde 6 cilindros y 2 viguetas son de concreto patrón, y el concreto experimental con 2.5kg, 4kg y 7kg de bagazo por m³ de concreto.

3.5 Etapas del proyecto

3.5.1 Búsqueda de referencias bibliográficas.

El objetivo fue consolidar un marco de referencia sólido, a través de tesis, blogs, libros y normas COVENIN que abarcó las teorías más relevantes y las prácticas actuales relacionadas con el diseño de mezclas de concreto. Este enfoque metódico no solo amplió la comprensión teórica, sino que también proporcionó resultados valiosos para la aplicación práctica en el desarrollo del proyecto. La habilidad para sintetizar y aplicar estos conocimientos fue fundamental para garantizar la precisión y la calidad en la ejecución del proyecto propuesto.

3.5.2 Realización de los ensayos de calidad tanto del agregado fino como el grueso según la norma COVENIN 277-2000.

3.5.2.1 Compra de los materiales utilizados

Para la compra de los materiales se dirigió a Márquez Chauran, C.A. donde se procedió a pagar por una cantidad de $\frac{1}{4}$ de m^3 de arena gruesa, $\frac{1}{4}$ de m^3 piedra picada y 3 sacos de cemento. (Ver figura 3.1)

Figura 3.1. Compra y entrega del cemento, arena y piedra picada.



Nota: Compra de los materiales y descarga en el laboratorio de PREGO. Tomado por Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024). [Fotografía]

Para el bagazo de caña se compró el residuo del Jugo de caña de azúcar, en donde se obtuvo una cantidad promedio de 3kg. Como se visualiza en la figura 3.2

Figura 3.2. Bagazo de caña de azúcar.



Nota: Bagazo de la caña de azúcar recién comprado en su estado natural. Tomado por Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024). [Fotografía]

3.5.2.2 Corte de bagazo de caña de azúcar.

Debido a que el bagazo de caña de azúcar es un residuo artesanal y viene en una longitud de muestra de bagazo original entre 1 y 1.2m (ver figura 3.3). se procedió a cortar (ver figura 3.4) de un tamaño adecuado para poder usar en las respectivas mezclas el cual fue de aproximadamente 5cm de largo. (ver figura 3.5).

Figura 3.3. Longitud de muestra de bagazo original



Nota: Medición del bagazo en su estado natural para luego ser cortado.
Tomado por Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024). [Fotografía]

Figura 3.4. Corte del bagazo de caña.



Nota: Cortado el bagazo a la medida de 5 cm. Tomado por Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024). [Fotografía]

Figura 3.5. Bagazo cortado a 5cm. Aproximadamente.



Nota: Comprobación del corte del bagazo a la medida de 5 cm. Tomado por Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024). [Fotografía]

Una vez cortado el bagazo de caña quedo de un grosor muy poco manejable (ver figura 3,6) y se debe desglosar los trozos ya cortados como se visualiza en la figura 3,7.

Figura 3.6. Bagazo de caña cortado a 5cm aproximadamente.



Nota: Bagazo cortado a la medida de 5cm para luego ser desglasado. Tomado por Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024). [Fotografía]

Figura 3.7. Desglosando bagazo de caña.



Nota: Desglosando el bagazo para ser usado en la mezcla experimental. Tomado por Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024). [Fotografía]

3.5.2.3 Realización de los ensayos de los agregados (arena y piedra picada) para la determinación de las propiedades físicas.

Los ensayos fueron realizados en PREGO Ingeniería Geotécnica, en la ciudad de puerto la cruz, Urbanización Gulf. Los cuales fueron:

3.5.2.3.1 Peso unitario suelto arena y piedra picada

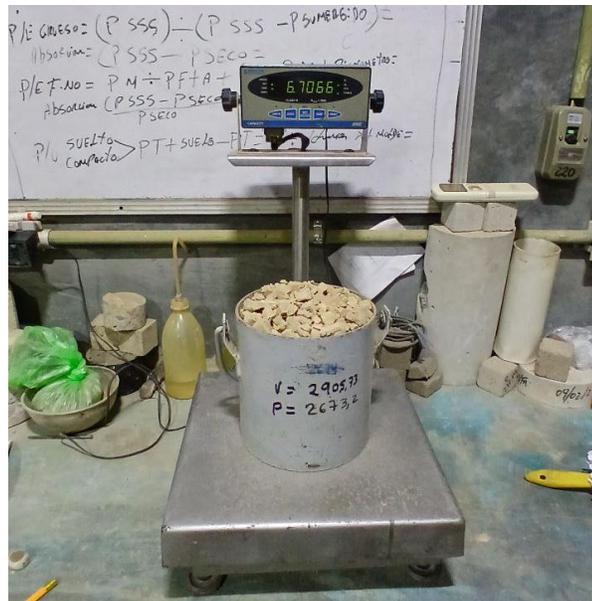
Para la realización de este ensayo se buscó el procedimiento establecido en la norma COVENIN 263 donde se tomó un recipiente con volumen conocido y se le fue añadiendo a el material hasta rellenarlo (ver figura 3.8) y posteriormente enrazarlo para luego ser pesado (ver figurado 3.9) este procedimiento se repitió 3 veces tanto para la arena como la piedra picada.

Figura 3.8. Añadiendo material al recipiente cilíndrico.



Nota: Toma de arena para su peso unitario suelto. Tomadas en PREGO por Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024). [Fotografía]

Figura 3.9. Pesado de la muestra para peso unitario suelto.



Nota: Pesado de la muestra en una balanza calibrada. Tomada en PREGO por Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024). [Fotografía]

Una vez realizado este procedimiento se tomaron los datos para el cálculo del peso unitario suelto para la arena y la piedra picada y se colocaron los resultados en las tablas 3.1 y 3.2. se sabe que el peso del recipiente es de 2673,2gr y su volumen de 2905,73 cm³.

Tabla 3.1. Datos y resultados del Peso Unitario suelto Arena.

Nro. de ensayo	1	2	3
Envase + muestra (gr)	7101,00	7119,2	7124,2
Peso de la muestra (gr)	4427,8	4446,00	4451,00
Peso unitario suelto (gr/cm ³)	1,4722	1,5301	1,5317
Promedio P.U.S (gr/cm ³)	1,511		

Fuente: Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024).

Tabla 3.2. Datos y resultados del Peso Unitario suelto piedra picada.

Nro. de ensayo	1	2	3
Envase + muestra (gr)	6657,40	6706,60	6691,40
Peso de la muestra (gr)	3984,2	4033,4	4018,20
Peso unitario suelto (gr/cm ³)	1,371	1,38	1,382
Promedio P.U.S (gr/cm ³)	1,378		

Fuente: Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024).

3.5.2.3.2 Peso unitario compactado arena y piedra picada.

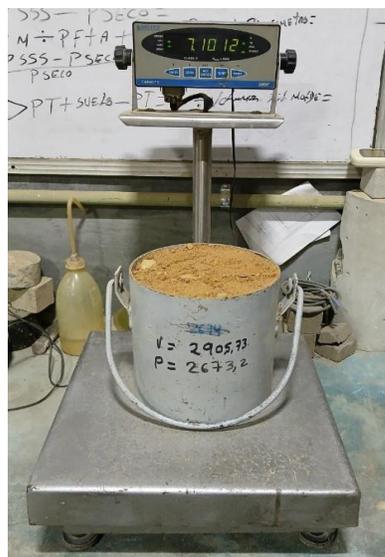
Este ensayo fue realizado según la norma COVENIN 263 en donde se tomó un recipiente del cual se conocía su peso y volumen. Posteriormente se llenó con las muestras de agregados de en 3 partes y con cada porción que se agregaba al recipiente se golpeaba 25 veces (ver figura 3.10) con una barra metálica de manera uniforme y aplicando siempre la misma fuerza a todas las muestras para poder compactar; por último, se enrasa y se procede a pesar en la balanza como se en la figura 3.11.

Figura 3.10. Compactación con la barra metálica.



Nota: Compactación de la arena para evitar aires en el ensayo de peso unitario compactado. Tomada en PREGO por Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024). [Fotografía]

Figura 3.11. Peso de la muestra compactada.



Nota: Peso de la arena una vez compactada en la balanza calibrada. Tomada en PREGO por Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024). [Fotografía]

Una vez realizado este procedimiento se tomaron los datos para el cálculo del peso unitario compactado para la arena y la piedra picada y se colocaron los resultados en las tablas 3.3 y 3.4. se sabe que el peso del recipiente es de 2673,2gr y su volumen de 2905,73 cm³.

Tabla 3.3. Datos y resultados del peso unitario compactado de la arena.

Nro. de ensayo	1	2	3
Envase + muestra (gr)	7729,00	7739,2	7740,1
Peso de la muestra (gr)	5055,80	5066,00	5066,90
Peso unitario suelto (gr/cm ³)	1,74	1,74	1,74
Promedio P.U.C (gr/cm ³)	1,74		

Fuente: Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024).

Tabla 3.4. Datos y resultados del peso unitario de la piedra picada.

Nro. de ensayo	1	2	3
Envase + muestra (gr)	7122,2	7100,00	7147,00
Peso de la muestra (gr)	4449,00	4426,8	4473,8
Peso unitario suelto (gr/cm ³)	1,54	1,52	1,56
Promedio P.U.C (gr/cm ³)	1,54		

Fuente: Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024).

3.5.2.3.3 Ensayo de pasante #200 en agregados para concreto

Para este ensayo se tomó en cuenta lo establecido en la norma COVENIN 258-77, donde dicho ensayo se realizó para la arena y piedra picada. Se tomó la muestra se secó, pesó y luego se colocó en el cedazo #200 el cual fue

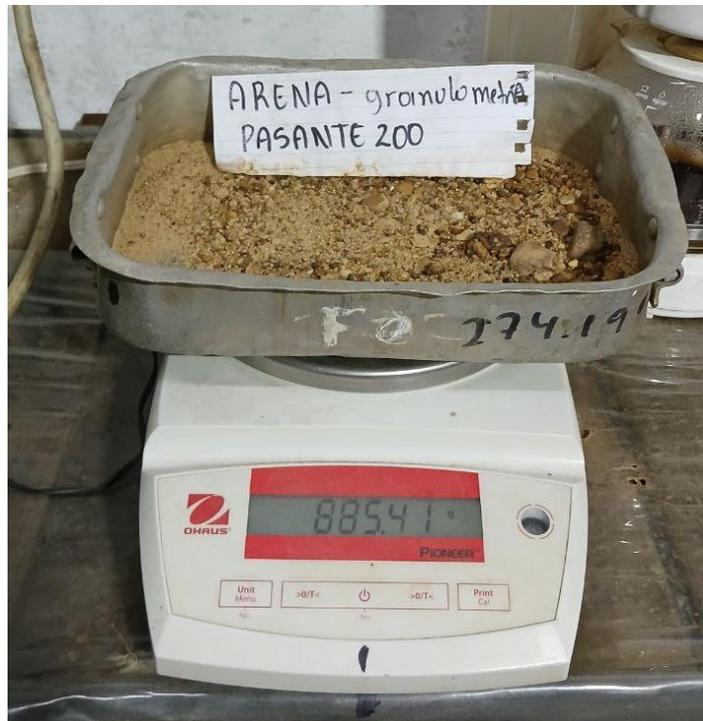
lavado hasta visualizar que el agua que pasaba estuviera limpia para posteriormente secarla en un horno y pesarla (ver figuras 3.12 y 3.13).

Figura 3.12. Peso de la piedra picada lavada



Nota: Una vez la piedra picada lavada se tomó su peso en la balanza. Tomada en PREGO por Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024). [Fotografía]

Figura 3.13. Peso de la arena lavada



Nota: Muestra lavada y seca en la balanza para su peso exacto. Tomada en PREGO por Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024). [Fotografía]

Una vez listos los pesados se anotaron los datos necesarios para el cálculo del porcentaje que pasa por el tamiz #200, el cual se muestran en la tabla 3.5 y 3.6 para la arena y piedra picada respectivamente.

Tabla 3.5. Datos y resultados del pasante #200 en la arena

N° Tara	F – 0
Peso de Tara (gr)	274,15
Peso Tara + muestra seca (gr)	914,45
Peso Tara + muestra seca después del lavado (gr)	885,41

% que pasa del cedazo #200	3,19
----------------------------	------

Fuente: Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024).

Tabla 3.6. Datos y resultados del pasante #200 en la piedra picada

N° Tara	AB1315
Peso de Tara (gr)	273,42
Peso Tara + muestra seca (gr)	1608,60
Peso Tara + muestra seca después del lavado (gr)	1581,63
% que pasa del cedazo #200	1,677

Fuente: Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024). [Fotografía].

3.5.2.3.4 Peso específico y absorción de la arena

El peso específico de la arena se determinó utilizando un picnómetro y una balanza. Primero, se buscó alcanzar la condición de humedad saturada con superficie seca (S.S.S.) en la arena. Para ello, se tomó la muestra y se dejó sumergida en agua durante 24 hrs \pm 4 hrs. Transcurrido ese tiempo, se procedió a secarla con una pistola de calor hasta conseguir la condición de humedad indicada por la norma COVENIN 268 (ver figura 3.14), se pasó por un cedazo #4 (ver figura 3.15) y luego se usó un cono, se colocó la muestra hasta el tope y se apisonó la superficie con 25 caídas leves del compactador (ver figura 3.16). Luego, se retiró y se verificó si la arena estaba en condición S.S.S.

Una vez lista, se pesó la muestra S.S.S. dentro del picnómetro (ver figura 3.17). Posteriormente, se pesó el picnómetro con la muestra S.S.S. lleno de agua hasta la marca de calibración (ver figura 3.18), que fue agitado para reducir los espacios vacíos. También se tomó el peso del picnómetro lleno solo

con agua hasta la marca de calibración. Finalmente, la muestra se secó en el horno y se pesó nuevamente para determinar su absorción.

Todo este procedimiento se realizó de acuerdo con la norma COVENIN 268.

Figura 3.14. Secado con pistola de calor



Nota: Secado con pistola de calor para la determinación de la condición de humedad saturada superficie seca. Tomada en PREGO por Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024). [Fotografía]

Figura 3.15. Tamizado de la arena



Nota: Tamizado con el tamiz #4 para la eliminación de residuos de gran tamaño de la muestra. Tomada en PREGO por Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024). [Fotografía]

Figura 3.16. Apisonado de la arena en el cono



Nota: Apisonado de la arena con 10 caídas del compactador para evitar los espacios vacíos. Tomada en PREGO por Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024). [Fotografía]

Figura 3.17. Peso del picnómetro con la muestra S.S.S.



Nota: Muestra S.S.S en el picnómetro para su pesado en balanza. Tomada en PREGO por Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024). [Fotografía]

Figura 3.18. Peso del picnómetro + la muestra S.S.S + agua



Nota: Determinación del peso del picnómetro con la muestra SSS y agua. Tomada en PREGO por Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024). [Fotografía]

Hecho este procedimiento se anotaron todos los datos de los pesos realizados y se calculó el peso específico del material en saturada con superficie seca, como se muestra en la tabla 3.7

Tabla 3.7. Datos y resultados para el peso específico de la arena

N° Picnómetro	7	22
Peso Picnómetro (gr)	165,35	157,73
Peso del Picnómetro + muestra S.S.S. (gr)	320,51	285,44
Peso de la muestra S.S.S. (gr)	155,16	127,71
Peso de la muestra seca (gr)	153,03	125,85
Peso del Picnómetro + agua (gr)	663,04	655,46
Peso del Picnómetro + muestra S.S.S. + agua (gr)	751,06	734,52
Peso específico S.S.S.	2,623	2,625
% de Absorción	1,3918	1,4779

Fuente: Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024).

3.5.2.3.5 Peso específico y absorción de la piedra picada

Para este ensayo, se siguió lo establecido en la norma COVENIN 269 – 1998. Primero, se tomó la muestra (ver figura 3.19 y 3.20) y se sumergió en agua durante 24 ± 4 horas (ver figura 3.21). Después de este tiempo, se secó el material con una toalla absorbente para eliminar la película de agua presente en la piedra picada (ver figura 3.22), logrando así la condición de humedad saturada con superficie seca (S.S.S). Una vez verificado este procedimiento se pesó la muestra (ver figura 3.23) luego se colocó el material en una cesta de alambre y se sumergió en agua para tomar su peso (ver figura 3.24). Finalmente, se retiró el material de la cesta, se secó en el horno y se volvió a pesar y así poder determinar la absorción.

Figura 3.19. Toma de muestra de la piedra picada



Nota: Obteniendo la cantidad de muestra de la piedra para determinar su peso específico y absorción. Tomada en PREGO por Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024). [Fotografía]

Figura 3.20. Muestra tomada antes de ser sumergida en agua



Nota: Se colocó la muestra en un recipiente para ser sumergida en agua.
Tomada en PREGO por Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024). [Fotografía]

Figura 3.21. Muestra de piedra picada sumergida en agua



Nota: Muestra sumergida en agua durante 24 horas. Tomada en PREGO por Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024). [Fotografía]

Figura 3.22. Secado de la piedra picada con toalla absorbente



Nota: Secado de la piedra picada para la determinación de la condición de humedad S.S.S. Tomada en PREGO por Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024). [Fotografía]

Figura 3.23. Pesado de la piedra picada en aire



Nota: Muestra pesada en balanza en condiciones de humedad en S.S.S.
Tomada en PREGO por Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024). [Fotografía]

Figura 3.24. Peso de la piedra picada sumergida en agua



Nota: Muestra de piedra picada sumergida en agua en balanza para determinar su peso. Tomada en PREGO por Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024). [Fotografía]

En la tabla 3.8 se muestran todos los datos y resultados del peso específico de la piedra picada.

Tabla 3.8. Datos y resultados del peso específico de la piedra picada

Peso de la muestra S.S.S. en aire (gr)	3192,00
Peso de la muestra sumergida (gr)	1937,6
Peso de la muestra seca en aire (gr)	3107,8
Absorción (%)	2,71
Peso específico S.S.S. (gr/cm ³)	2,54

Fuente: Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024). [Fotografía].

3.5.2.3.6 Granulometría de la arena

Para este ensayo se tomó en cuenta lo expresado en la norma COVENNIN 277, donde se tomó una muestra que fue previamente secada y posteriormente pasado por los cedazos: 1", ¾", ½", 3/8", ¼", #4, #8, #16, #30, #50, #100 y #200, en el cual se agitó aproximadamente 1 min cada cedazo (ver figura 25), luego el material que fue retenido en cada cedazo fue pesado (ver figura 26). Por último, se realizó la tabla granulométrica que se muestra en el capítulo 4.1.

De la tabla granulométrica del agregado fino, mostrada en el capítulo 4.1, se calculó el módulo de finura el cual arrojó como resultado un valor de:

MF: 3,79

Figura 3.25. Tamizado de la arena



Nota: Tamizado de la muestra agitándolo aproximadamente 1 min para determinar su peso. Tomada en PREGO por Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024). [Fotografía]

Figura 3.26. Arena retenida que cada cedazo



Nota: Arena en cada cedazo lista para realizar la prueba y tabla granulométrica. Tomada en PREGO por Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024). [Fotografía]

3.5.2.3.7 Granulometría de la piedra picada

Para este ensayo se tomó en cuenta lo expresado en la norma COVENNIN 277, donde se tomó una muestra que fue previamente secada y posteriormente pasado por los cedazos: 1", $\frac{3}{4}$ ", $\frac{1}{2}$ ", $\frac{3}{8}$ ", $\frac{1}{4}$ ", #4, #8, #16, en el cual se agitó aproximadamente 1 min cada cedazo (ver figura 27), luego el material que fue retenido en cada cedazo fue pesado. Por último, se realizó la tabla granulométrica que se muestra en el capítulo 4.1.

Figura 3.27. Tamizado de la piedra picada



Nota: Tamiz de piedra picada para eludir residuos y así realizar su granulometría. Tomada en PREGO por Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024).
[Fotografía]

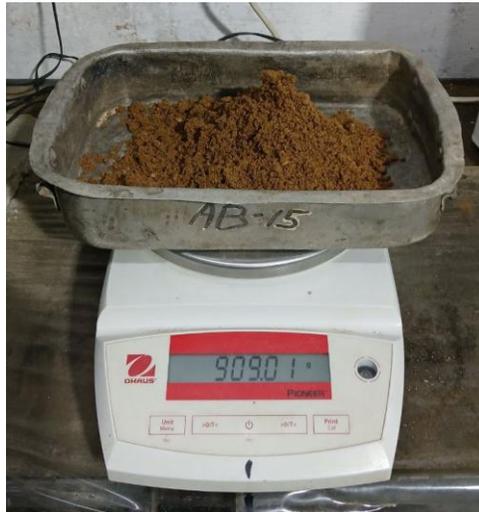
De la granulometría realizada en el capítulo 4.1 se determinó el tamaño máximo de la piedra picada el cual es:

Tmax: 1”

3.5.2.3.8 Humedad de la arena y piedra picada

Para el ensayo de humedad, fue realizado según las pautas establecidas en la norma COVENIN 1375. En este procedimiento, se tomó una muestra directamente de los sacos que se usaron para el diseño de concreto, en donde previamente se pesaron las taras y luego se pesó las muestras tomadas dentro de las mismas (ver figura 3.28 y 3.29), para después secarse (ver figura 3.30 y 3.31). Por último, se pesó la muestra de los agregados ya seco y se anotaron los datos que fueron obtenidos, visualizándose en la tabla en la tabla 3.9.

Figura 3.28. Pesado de la arena para ensayo de humedad



Nota: Muestra obtenida directo del saco que se usó para el diseño de concreto, para determinar la humedad. Tomada en PREGO por Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024). [Fotografía]

Figura 3.29. Pesado de la piedra para ensayo de la humedad.



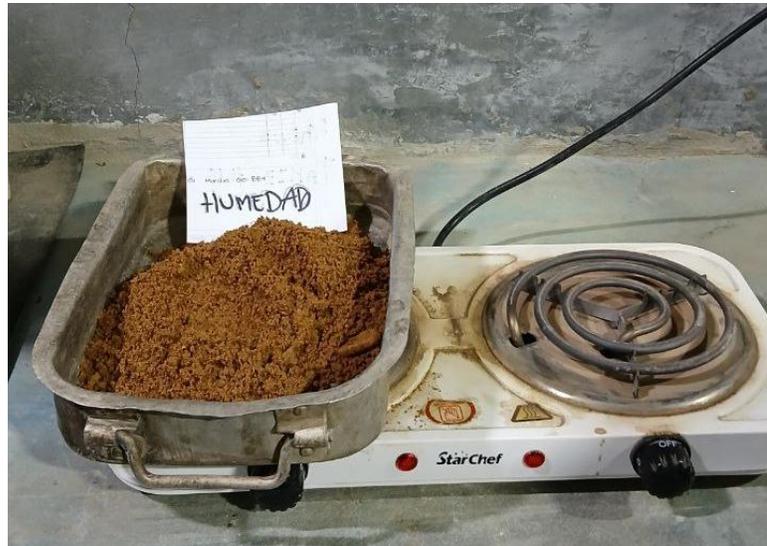
Nota: Peso de la piedra picada en balanza equilibrada. Tomada en PREGO por Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024). [Fotografía]

Figura 3.30. Secado de la muestra de piedra picada para humedad.



Nota: Secado de la piedra picada en cocina eléctrica para determinar su humedad. Tomada en PREGO por Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024). [Fotografía]

Figura 3.31. Secado de la muestra de arena para humedad.



Nota: Secado de la arena en cocina eléctrica para humedad. Tomada en PREGO por Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024). [Fotografía]

Tabla 3.9. Datos y resultados de la humedad de arena y piedra picada.

Peso (gramos)	Arena	Piedra picada
Tara	273,28	274,08
Tara + muestra	909,01	1235,14
Muestra	635,63	961,06
Tara + muestra seca	879,40	1209,69
Muestra seca	606,12	935,61
Porcentaje de humedad	4,9	2,72

Fuente: Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024). [Fotografía].

3.5.2.4 Realización de ensayos del bagazo.

Como el bagazo de caña de azúcar es un material orgánico que contiene mucha fibra y tiende a ser muy absorbente, por este motivo se procedió a realizar un ensayo de absorción para determinar el porcentaje del mismo. Como no existe una norma que establezca parámetros a seguir, para este ensayo se basó en la Norma Venezolana COVENIN 268 y 269, donde se realizó el siguiente procedimiento:

- ❖ Primeramente, se tomó el bagazo y se secó durante 6 horas en el sol.
- ❖ Luego se pesó y una vez pesado se sumergió en agua durante 24 horas. (ver figura 3.32).
- ❖ Como no hay un método para buscar superficie saturado con superficie seca de bagazo, se procedió a retirar la película de agua que tenía, exprimiendo levemente (ver figura 3.33).
- ❖ Por último, se pesó la muestra del bagazo ya exprimida (ver figura 3.34).

Figura 3.32. Humedeciendo la muestra de bagazo.



Nota: Bagazo ya cortado sumergido en agua por 24 horas. Tomada en PREGO por Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024). [Fotografía]

Figura 3.33. Exprimiendo muestra de bagazo.



Nota: Exprimiendo la muestra de bagazo para evitar las películas de agua. Tomada en PREGO por Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024). [Fotografía]

Figura 3.34. Pesado de la muestra de bagazo humedecida



Nota: Peso de la muestra del bagazo en balanza equilibrada para determinar el porcentaje de absorción. Tomada en PREGO por Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024). [Fotografía]

Una vez realizado el procedimiento explicado anteriormente, se anotaron los datos (ver tabla 3.10) y se calculó el porcentaje de absorción con la ecuación 3.1 extraída de la norma COVENIN 268.

$$\% A. \text{ bagazo} = \frac{\text{peso bagazo sss} - \text{peso bagazo seco}}{\text{peso bagazo seco}} * 100 \quad \text{Ec. 3.1}$$

Tabla 3.10. Datos para cálculo de absorción del bagazo

-----	Peso (gramos)
Tara	260,8
Tara + bagazo	416,4
bagazo	155,6
Tara + bagazo seco	302,8
bagazo seco	42

Fuente: Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024). [Fotografía].

Sustituyendo los valores de la tabla 3.10 en la ecuación 3.1 arrojo un valor de 270% de absorción.

3.5.3 Diseño una mezcla de concreto patrón y experimental adicionando 2,5kg, 4kg y 7kg de fibra de bagazo de la caña de azúcar por m³ de concreto. Según la norma COVENIN 1753 2006

3.5.3.1 Datos de los agregados

En la tabla 3.11, se visualiza los datos de las características físicas de los agregados requerido, para el diseño de mezcla del concreto patrón y experimental.

Tabla 3.11. Datos de los agregados

ENSAYOS	ARENA	PIEDRA PICADA
PESO ESPECIFICO	2,62 gr/cm ³	2,54 gr/cm ³
HUMEDAD	4,9%	2,72%
ABSORCIÓN	1,43%	2,71%
TAMAÑO MAXIMO	-----	1"
MODULO DE FINURA	3,79	-----

Fuente: Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024). [Fotografía].

3.5.3.2 Diseño de mezcla del concreto patrón

3.5.3.2.1 Relación Beta (β)

Para la determinación de la relación beta se realizó una granulometría de agregados combinados, donde fue necesario utilizar los porcentajes que pasa

de la arena y de la piedra picada, obtenidos en su granulometría, el cual se muestra en el capítulo N°4.1. Una vez listo esto, se fue tanteando una relación beta para obtener un porcentaje (%) que pasa de los agregados combinados, dichos porcentajes fueron comparados con límites recomendados por el libro del “manual del concreto estructural”.

Los límites que se muestran en la tabla 3.12 son para granulometría de agregados combinados, utilizando el tamaño máximo de la piedra picada el cual es 1”.

LÍMITES GRANULOMÉTRICOS RECOMENDADOS PARA DISTINTOS TAMAÑOS MÁXIMOS DEL AGREGADO. PORCENTAJES PASANTES											
CEDAZO		TAMAÑOS MÁXIMOS: mm (PULGADAS)									
ABERTURA		88,9	76,2	63,5	50,8	38,1	25,4	19,1	12,7	9,53	6,35
mm	pulg	(31/2)	(3)	(21/2)	(2)	(11/2)	(1)	(3/4)	(1/2)	(3/8)	(1/4)
88,9	31/2	100-90	-	-	-	-	-	-	-	-	-
76,2	3	95-80	100-90	-	-	-	-	-	-	-	-
63,5	21/2	92-60	92-70	100-90	-	-	-	-	-	-	-
50,8	2	85-50	87-55	87-65	100-90	-	-	-	-	-	-
38,1	11/2	76-40	80-45	80-55	87-73	100-90	-	-	-	-	-
25,4	1	68-33	72-38	73-47	77-59	84-70	100-90	-	-	-	-
19,1	3/4	63-30	68-35	68-43	73-53	77-61	90-70	100-90	-	-	-
12,7	1/2	57-28	62-32	62-37	68-44	70-49	75-55	85-65	100-90	-	-
9,53	3/8	53-25	58-30	60-35	65-40	65-43	68-45	75-55	98-90	100-90	-
6,35	1/4	45-22	48-25	58-30	60-35	60-35	60-35	65-45	65-51	73-61	100-90
4,76	#4	45-22	48-25	50-28	55-30	55-30	55-30	60-38	58-42	62-48	65-52
2,38	#8	40-20	43-20	45-20	45-20	45-20	45-20	45-20	43-37	40-26	38-26
1,19	#16	35-15	35-15	35-15	35-15	35-15	35-15	35-15	31-17	26-14	21-9
0,59	#30	25-10	25-10	25-10	25-10	25-10	25-10	25-10	20-10	13-5	8-2
0,29	#50	16-7	16-7	16-7	16-7	16-7	16-5	16-5	11-5	7-3	5-1
0,14	#100	8-2	8-2	8-2	8-2	8-2	8-1	8-1	6-1	5-1	2-0

CONCRETOS ALTA RESISTENCIA

Tabla 3.12. Límites granulométricos recomendados para distintos tamaños máximos del agregado.

Fuente: Manual del concreto estructural. Autores: Porrero, Ramos, Grases y Velazco, 2009.

En la tabla 3.13 se muestra la granulometría realizada del agregado combinado, junto con su grafica (ver grafica 3.1). Se determinó que la mejor

relación beta que se adaptó a los límites del libro “manual del concreto estructural” para agregados combinados fue de:

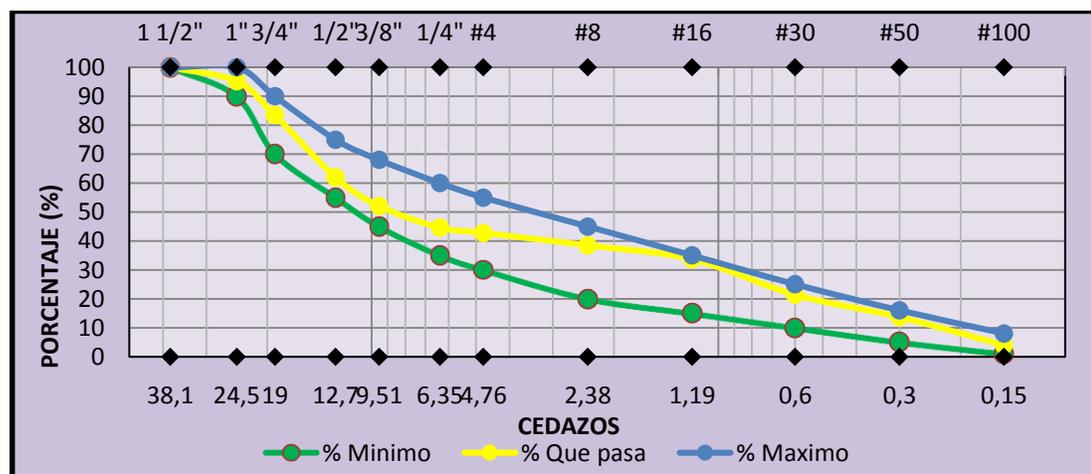
$$B = 0,50$$

Tabla 3.13. Granulometría de los agregados combinados

$\beta = 0,5$		Piedra picada	arena	% mínimo	% que pasa agregado combinado	% máximo
Cedazos						
1 1/2"	38,1	100	100	100	100	100
1"	24,5	97,45	92,87	90	95,2	100
3/4"	19	77,02	89,94	70	83,5	90
1/2"	12,7	39,16	84,77	55	62	75
3/8"	9,51	20,95	83,26	45	52,1	68
1/4"	6,35	8,87	80,26	35	44,6	60
#4	4,76	7,35	78,23	30	42,8	55
#8	2,38	6,03	70,93	20	38,5	45
#16	1,19	5,24	62,17	15	33,7	35
#30	0,6	0	42,85	10	21,4	25
#50	0,3	0	27,36	5	13,7	16
#100	0,15	0	7,94	1	4	8

Fuente: Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024). [Fotografía].

Gráfica 3.1. Granulometría del agregado combinado



Fuente: Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024). [Fotografía].

3.5.3.2.2 Resistencia promedio para compresión requerida F_{cr}

Debido que la resistencia a compresión ($F'c$) es 250 kg/cm^2 , se tuvo que sumar una desviación estándar de acuerdo a la norma CONVENIN 1753-2006, donde muestra que cuando no se dispone de datos para establecer la desviación estándar se utiliza la tabla 3.14.

RESISTENCIA PROMEDIO A LA COMPRESIÓN REQUERIDA, F_{cr} , CUANDO NO SE DISPONE DE DATOS PARA ESTABLECER LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR ⁽¹⁾

RESISTENCIA ESPECIFICADA A LA COMPRESIÓN F_c (kgf/cm^2)	RESISTENCIA REQUERIDA A LA COMPRESIÓN F_{cr} (kgf/cm^2)		
	CONTROL DE CALIDAD EXCELENTE	CONTROL DE CALIDAD INTERMEDIO	SIN CONTROL DE CALIDAD
Menor de 210 ⁽²⁾	$F_c + 45$	$F_c + 80$	$F_c + 130$
De 210 a 350	$F_c + 60$	$F_c + 95$	$F_c + 170$
Más de 350	$F_c + 75$	$F_c + 110$	$F_c + 210$

⁽¹⁾ En la Tabla XIV.6 se describen los diferentes grados de control.

⁽²⁾ En áreas sísmicas F_c no será menor de 210 kgf/cm^2 (véase Sección 5.2.1 de la Norma COVENIN 1753).

Tabla 3.14. Resistencia promedio a la compresión requerida

Fuente: Manual de concreto estructural. Autores: Porrero, Ramos, Grases y Velazco, 2009.

Como se realizó el mezclado en el laboratorio, el control de calidad es excelente y debido a que el $F'c$ es de 250 kg/cm^2 se toma como desviación estándar un valor de 60 kg/cm^2 , que sumado al $F'c$ obtenemos la resistencia promedio a la compresión requerida el cual es: $F'_{cr} = 310 \text{ kg/cm}^2$.

3.5.3.2.3 Relación agua/cemento

Una vez obtenida la resistencia promedio a la compresión requerida (F'_{cr}) de 310 kg/cm^2 , se procedió a calcular la relación agua/cemento utilizando la ecuación 3.2.

$$\alpha = 3,147 - 1,065 * \log (R_{28} \text{ (kg/cm}^2\text{)}) \quad \text{Ec. 3.2}$$

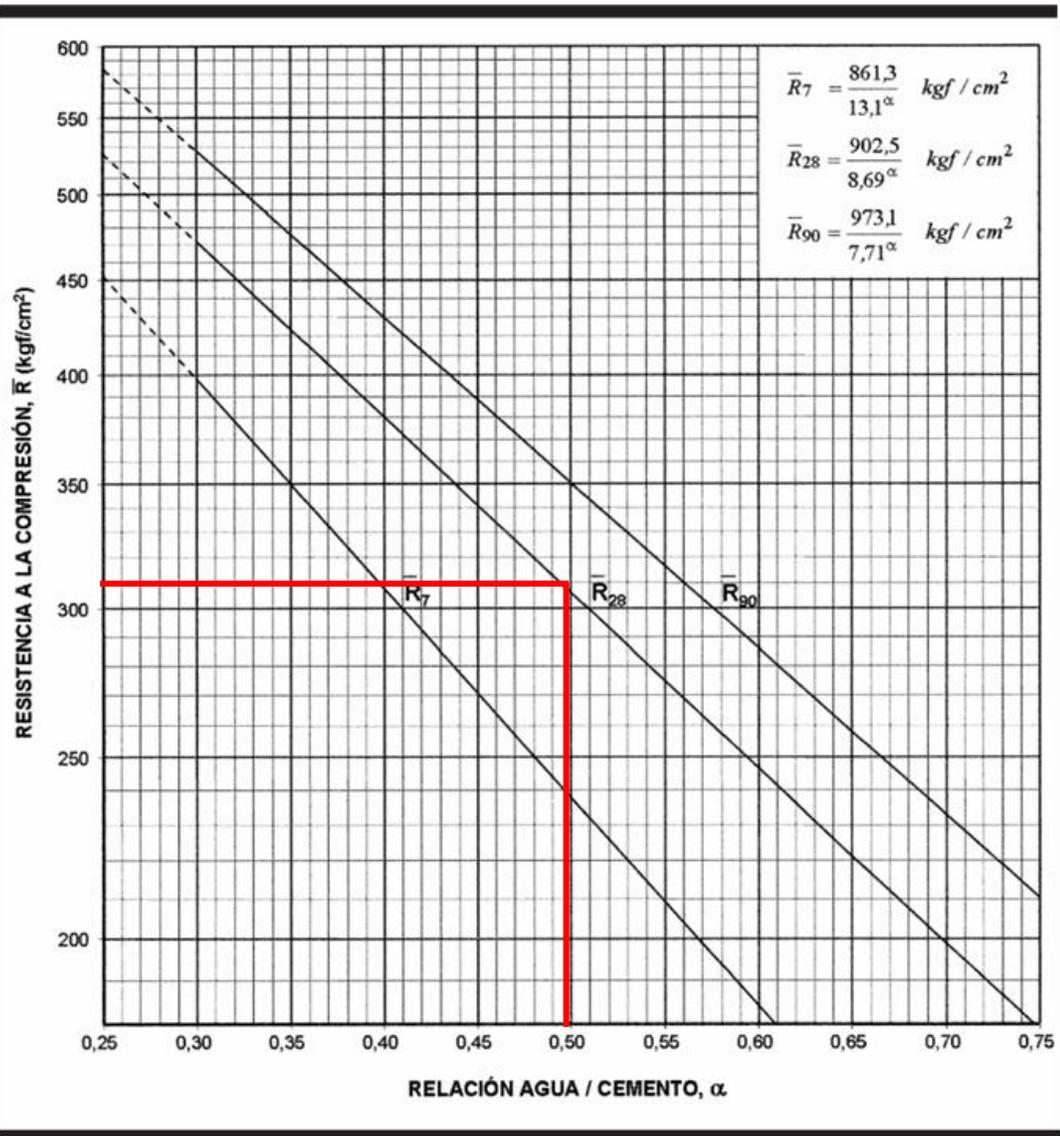
Sustituyendo:

$$\alpha = 3,147 - 1,065 * \log (310 \text{ kg/cm}^2)$$

$$\alpha = 0,5$$

Para verificar este valor se utilizó la figura 3.35 para hallar la relación agua/cemento, se entró a la gráfica con el valor de F'_{cr} 310 kg/cm^2 , hasta tocar con la línea de los 28 días de edad, de allí se dirigió a la parte inferior de la tabla hasta que se coincidió con el dato 0,50, verificando que el resultado de la ecuación 3.2 es igual al de la figura 3.35.

Figura 3.35. Gráfica relación agua / cemento



Nota: Gráfica adaptada para la toma de relación agua/cemento. Tomado por Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024). [Fotografía]

3.5.3.2.4 Corrección agua / cemento

La relación agua / cemento calculado tuvo que ser corregida con los factores de K_r y K_a , que se muestran en la tabla 3.15 y 3.16, el cual dichas variables dieron un resultado para $K_r = 1$ y $K_a = 1$. Luego estos factores fueron multiplicados por la relación agua / cemento, obteniendo el valor corregido de:

$$\alpha = 0,5$$

K _r FACTOR PARA CORREGIR α POR TAMAÑO MÁXIMO, mm (PULGADAS)									
TAMAÑO	6,35	9,53	12,7	19,1	25,4	38,1	50,8	63,5	76,2
MÁXIMO	(1/4)	(3/8)	(1/2)	(3/4)	(1)	(1 1/2)	(2)	(2 1/2)	(3)
FACTOR K _r	1,60	1,30	1,10	1,05	1,00	0,91	0,82	0,78	0,74

Tabla 3.15. Factor de corrección K_r

Fuente: Manual de concreto estructural. Autores: Porrero, Ramos, Grases y Velazco, 2009.

K _a FACTOR PARA CORREGIR α POR TIPO DE AGREGADO				
FINOS	GRUESOS	TRITURADOS	SEMITRITURADOS	CANTO RODADO (GRAVA NATURAL)
Arena natural		1,00	0,97	0,91
Arena triturada		1,14	1,10	0,93

Tabla 3.16. Factor de corrección K_a

Fuente: Manual de concreto estructural. Autores: Porrero, Ramos, Grases y Velazco, 2009.

3.5.3.2.5 Dosis de cemento

Para poder obtener la dosis de cemento usado en el diseño, fue necesario utilizar la ecuación 3.3.

$$C = 117,2 * T^{0,16} / \alpha^{1,3} \quad \text{Ec. 3.3}$$

Donde el valor de “T” (asentamiento) se tomó según la tabla que se expresa en el libro de manual de concreto estructural (ver tabla 3.17).

VALORES USUALES DE ASENTAMIENTO CON EL CONO DE ABRAMS	
ELEMENTO	RANGOS DE ASENTAMIENTO (cm)
Prefabricados	Nulo-6
Fundaciones ciclópeas	3-8
Pedestales, muros de fundación armados	4-8
Pavimentos	5-8
Losas, vigas, columnas, muros de corte	6-11
Paredes estructurales delgadas	10-18
Transportado por bombeo	6-18
Autonivelante	Mayor de 18

Tabla 3.17. Valores usuales de asentamiento con el cono de Abrams.

Fuente: Manual de concreto estructural. Autores: Porrero, Ramos, Grases y Velazco, 2009.

Debido a que se diseñó una mezcla de concreto para ser aplicadas en columnas, losas, vigas y muros, se eligió un asentamiento de 10cm; una vez obtenido esto, se sustituyeron los valores en la ecuación 3.3, la cual nos arrojó como resultado $C = 417 \text{ kg/m}^3$.

3.5.3.2.6 Correcciones de la dosis de cemento

La dosis de cemento tuvo que ser corregida con los valores C_1 y C_2 , que fueron obtenidos con la tabla 3.18 y 3.19, dando un valor para $C_1= 1$ y para $C_2= 1$, estos valores fueron multiplicados por la dosis de cemento antes mencionada dando un valor de $C_c= 417 \text{ kg/m}^3$.

TAMAÑO MÁXIMO	6,35 (1/4)	9,53 (3/8)	12,7 (1/2)	19,1 (3/4)	25,4 (1)	38,1 (1 1/2)	50,8 (2)	63,5 (2 1/2)	76,2 (3)
FACTOR C_1	1,33	1,20	1,14	1,05	1,00	0,93	0,88	0,85	0,82

Tabla 3.18. Factor C_1 para corrección de cemento.

Fuente: Manual de concreto estructural. Autores: Porrero, Ramos, Grases y Velazco, 2009.

FINOS	GRUESOS	TRITURADOS	SEMITRITURADOS	CANTO RODADO (GRAVA NATURAL)
Arena natural		1,00	0,93	0,90
Arena triturada		1,28	1,23	0,96

dividiéndolo entre C_1 y C_2 para entrar luego en la fórmula o el gráfico de la relación triangular (véase Sección VI.10).

Tabla 3.19. Factor C_2 para corrección de cemento.

Fuente: Manual de concreto estructural. Autores: Porrero, Ramos, Grases y Velazco, 2009.

3.5.3.2.7 Volumen de aire atrapado

Para saber el volumen de aire atrapado en la mezcla de concreto se debió usar la ecuación 3.4, en donde se debe dividir la dosis del cemento corregido entre el tamaño máximo del agregado grueso expresado en milímetros (25,4mm).

$$V = C/P \text{ (litros/m}^3\text{)} \quad \text{Ec. 3.4}$$

Después de sustituir los valores dio un volumen de aire atrapado de $V=17 \text{ L/m}^3$

3.5.3.2.8 Dosificación de agua.

Al momento de calcular la dosis de agua usada para la mezcla del concreto, se usó la ecuación 3.5, donde se multiplico la dosis de cemento por la relación agua/cemento expresando una dosis de agua en peso de $a = 209 \text{ kg/m}^3$. Para calcular su volumen se dividió la dosis de agua en peso entre la densidad del agua, lo que nos arrojó el mismo resultado ya que la densidad del agua es 1kg/L .

$$a = C * \alpha \text{ (kg/m}^3\text{)} \quad \text{Ec. 3.5}$$

3.5.3.2.9 Volumen del agregado combinado.

Para el cálculo del volumen se usó la ecuación 3.6, la cual es extraída del "Manual de concreto estructural de Porrero, Ramos, Grases y Velazco, 2009". En donde a 1000 litros sobre metro cubico de concreto, se le resta la sumatoria

de los volúmenes de cemento, agua y aire, dando un valor de Volumen (A+G)
 $= 649 \text{ l/m}^3$

$$\text{Volumen (A+G)} = 1000 - (\text{Vcemento} + \text{Vagua} + \text{Vaire}) \quad \text{Ec. 3.6}$$

3.5.3.2.10 Dosis de la arena

Una vez determinado el volumen de agregado combinado, se determinada la dosis de arena tanto en peso como en volumen, para ello se multiplico el volumen de agregado combinado con la relación Beta (0.50):

Dando un volumen de arena de $324,5 \text{ L/m}^3$. Para la dosis en peso se multiplico este valor (volumen de la arena) por la densidad de la arena ($2,62 \text{ kg/L}$) dando como peso 850 kg/m^3 .

3.5.3.2.11 Dosis de la piedra picada.

Para el volumen de la piedra picada se usó el resultado del volumen de agregado fino para restárselo al volumen del agregado combinado, lo cual arrojo como resultado $324,5 \text{ L/m}^3$ de volumen de piedra picada; el resultado antes mencionado lo multiplicamos por la densidad de la piedra picada (2.54 kg/L) dándonos un peso de (824 kg/m^3).

3.5.3.3 Diseño de mezcla de concreto con adición de 2,5kg, 4kg y 7kg de bagazo de caña de azúcar por m^3 de concreto.

Debido a que la fibra de bagazo de caña se añadirá sin cambiar la dosificación del diseño de mezcla patrón antes mencionado. Simplemente se

añadirán 2,5kg, 4kg y 7kg de fibra de bagazo de caña respectivamente por cada m³ de concreto diseñado.

3.5.4 Realizar los ensayos de resistencia a compresión a los 7, 14 y 28 días de edad al concreto patrón y experimentales. Según la norma COVENIN 338 – 2002.

3.5.4.1 Correcciones por humedad y adsorción

Antes de realizar el mezclado del concreto y el vaciado de los cilindros y viguetas, se hicieron correcciones de humedad y adsorción tanto de la arena como de la piedra picada, para así verificar las cantidades de las mismas; para este procedimiento se usaron la ecuación 3.7 y la ecuación 3.8

$$G_{ss} = G_w * (100+Ab) / (100+w) \quad \text{Ec. 3.7}$$

Donde:

G_{ss}: es el peso del agregado con superficie seca.

G_w: es el peso del material humedo.

W: es la humedad del agregado.

Ab: Absorción

Teniendo todos los valores, se despeja el “G_w” para obtener el valor corregido de la arena.

El mismo procedimiento se repitió para corregir la dosificación de la piedra picada. Los cuales dieron los siguientes valores:

Gw arena=879 kg/m³

Gw piedra picada= 824 kg/m³

3.5.4.1.1 Corrección de la dosificación de agua.

Después de corregir las cantidades de los agregados finos y gruesos se debe hacer lo mismo con el agua ya que si la humedad y la absorción varía puede cambiar la dosificación del agua. Par esto se usa ecuación 3.8.

$$a_M = a_D + A_{SSS} - A_W + G_{SSS} - G_W \quad \text{Ec. 3.8}$$

Donde:

A_M : cantidad de agua a usar en la mezcla.

A_D : dosis de agua calculado en el diseño de la mezcla.

G_{SSS} ; A_{SSS} : es el peso del agregado con superficie seca.

G_W ; A_W : es el peso del material humedo.

Luego de sustituir los valores en la ecuación antes mencionada nos arajo el valor corregido del agua para la mezcla de concreto el cual fue $A_M = 180$ kg/m³.

3.5.4.2 Cálculo de dosificación para N° de cilindro por mezcla de concreto.

Una vez obtenida la dosificación para 1 m³ de concreto de cada material que lo compone incluyendo el bagazo en las mezclas experimentales, se procedió a convertir dicho volumen a 0,0053 m³ para cada componente del concreto, equivalente al volumen de un cilindro. Posteriormente, este volumen se multiplicó por 6 cilindros, ya que cada mezcla requiere esa cantidad.

Finalmente, se agregó un 30% adicional de desperdicio para obtener las cantidades necesarias para ser pesadas y mezcladas. En la tabla 3.20, 3.21, 3.22 y 3.23 se visualiza la dosificación de cada mezcla de concreto para una cantidad de 6 cilindros cada uno con su porcentaje de desperdicio.

Tabla 3.20. Dosificación de la mezcla de concreto Patrón

N° de cilindros	6			
% Desperdicio	30			
Componentes	dosificación en peso (kg/m ³)	kg por cilindros	kg por N° de cilindros	kg por N° de cilindros + %Desperdicio
cemento	417	2,210	13,261	17,23878
Agua	180	0,954	5,724	7,4412
Aire	0	0,000	0,000	0
A. fino	879	4,659	27,952	36,33786
A. grueso	824	4,367	26,203	34,06416

Fuente: Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024).

Tabla 3.21. Dosificación de la mezcla de concreto experimental con adición de bagazo a 2,50 kg/m³

N° de cilindros	6			
% Desperdicio	30			
Componentes	dosificación en peso (kg/m ³)	kg por cilindros	kg por N° de cilindros	kg por N° de cilindros + %Desperdicio
cemento	417	2,210	13,261	17,23878
Agua	180	0,954	5,724	7,4412
Aire	0	0,000	0,000	0
A. fino	879	4,659	27,952	36,33786
A. grueso	824	4,367	26,203	34,06416
Bagazo	2,5	0,01325	0,0795	0,10335

Fuente: Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024).

Tabla 3.22. Dosificación de la mezcla de concreto experimental con adición de bagazo a 4 kg/m³

N° de cilindros	6			
% Desperdicio	30			
Componentes	dosificación en peso (kg/m ³)	kg por cilindros	kg por N° de cilindros	kg por N° de cilindros + %Desperdicio
cemento	417	2,210	13,261	17,23878
Agua	180	0,954	5,724	7,4412
Aire	0	0,000	0,000	0
A. fino	879	4,659	27,952	36,33786
A. grueso	824	4,367	26,203	34,06416
Bagazo	4	0,0212	0,1272	0,16536

Fuente: Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024).

Tabla 3.23. Dosificación de la mezcla de concreto experimental con adición de bagazo a 7 kg/m³

N° de cilindros	6			
% Desperdicio	30			
Componentes	dosificación en peso (kg/m ³)	kg por cilindros	kg por N° de cilindros	kg por N° de cilindros + %Desperdicio
cemento	417	2,210	13,261	17,23878
Agua	180	0,954	5,724	7,4412
Aire	0	0,000	0,000	0
A. fino	879	4,659	27,952	36,33786
A. grueso	824	4,367	26,203	34,06416
Bagazo	7	0,0371	0,2226	0,28938

Fuente: Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024).

3.5.4.3 Cálculo de dosificación para N° de viguetas por mezcla de concreto.

Una vez obtenida la dosificación para 1 m³ de concreto de cada material que lo compone incluyendo el bagazo en las mezclas experimentales, se procedió a convertir dicho volumen a 0,0135 m³ para cada componente del concreto, equivalente al volumen de una vigueta. Posteriormente, este volumen se multiplicó por 2 viguetas, ya que cada mezcla requiere esa cantidad. Finalmente, se agregó un 30% adicional de desperdicio para obtener las cantidades necesarias para ser pesadas y mezcladas. En la tabla 3.24, 3.25, 3.26 y 3.27 se visualiza la dosificación de cada mezcla de concreto para una cantidad de 2 viguetas cada uno con su porcentaje de desperdicio.

Tabla 3.24. Dosificación de la mezcla de concreto Patrón (viguetas)

N° de viguetas	2			
% Desperdicio	30			
Componentes	dosificación en peso (kg/m ³)	kg por viguetas	kg por N° de viguetas	kg por N° de viguetas + %Desperdicio
cemento	417	5,629	11,258	14,635
Agua	180	2,430	4,860	6,318
Aire	0	0,000	0,000	0
A. fino	879	11,867	23,734	30,854
A. grueso	824	11,124	22,248	28,922

Fuente: Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024).

Tabla 3.25. Dosificación de la mezcla de concreto experimental con adición de bagazo a 2,50 kg/m³ (viguetas)

N° de viguetas	2			
% Desperdicio	30			
Componentes	dosificación en peso (kg/m ³)	kg por viguetas	kg por N° de viguetas	kg por N° de viguetas + %Desperdicio
cemento	417	5,629	11,258	14,635
Agua	180	2,430	4,860	6,318
Aire	0	0,000	0,000	0
A. fino	879	11,867	23,734	30,854
A. grueso	824	11,124	22,248	28,922
Bagazo	2,5	0,0338	0,0675	0,0878

Fuente: Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024).

Tabla 3.26. Dosificación de la mezcla de concreto experimental con adición de bagazo a 4 kg/m³ (viguetas)

N° de viguetas	2			
% Desperdicio	30			
Componentes	dosificación en peso (kg/m ³)	kg por viguetas	kg por N° de viguetas	kg por N° de viguetas + %Desperdicio
cemento	417	5,629	11,258	14,635
Agua	180	2,430	4,860	7,4412
Aire	0	0,000	0,000	0
A. fino	879	11,867	23,734	30,854
A. grueso	824	11,124	22,248	28,922
Bagazo	4	0,054	0,108	0,1404

Fuente: Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024).

Tabla 3.27. Dosificación de la mezcla de concreto experimental con adición de bagazo a 7 kg/m³ (viguetas)

N° de viguetas	2			
% Desperdicio	30			
Componentes	dosificación en peso (kg/m ³)	kg por viguetas	kg por N° de viguetas	kg por N° de viguetas + %Desperdicio
cemento	417	5,629	11,258	14,635
Agua	180	2,430	4,860	7,4412
Aire	0	0,000	0,000	0
A. fino	879	11,867	23,734	30,854
A. grueso	824	11,124	22,248	28,922
Bagazo	7	0,0945	0,189	0,246

Fuente: Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024).

3.5.4.4 Total, de materiales a mezclar

Al obtener la dosis necesaria para los 6 cilindros de concreto y las 2 viguetas de cada mezcla de concreto se procedió hacer una suma de estos para obtener el total de los materiales a mezclar en cada diseño planteado como se puede apreciar en la tabla 3.28.

Tabla 3.28. Total, de materiales a mezclar

Componentes	Concreto patrón (kg)	2,5 kg de bagazo	4 kg de bagazo	7 kg de bagazo
cemento	31,874	31,874	31,874	31,874
Agua	13,759	13,759	13,759	13,759
Aire	0	0,000	0,000	0
A. fino	67,192	67,192	67,192	67,192
A. grueso	62,986	62,986	62,986	62,986
Bagazo	-----	0,191	0,306	0,535

Fuente: Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024)

3.5.4.5 Pesado de los materiales

Calculadas las cantidades necesarias para cada componente de concreto en la tabla 3.28 se procedió a pesar cada material (ver figura 3.36 y 3.37)

Figura 3.36. Pesado del material para cada componente del concreto.



Nota: Obteniendo el material para pesarlo y luego proceder a la realización del concreto. Tomada en PREGO por Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024).
[Fotografía]

Figura 3.37. Materiales previamente pesados



Nota: Materiales previamente pesados para proceder a la realización del concreto. Tomada en PREGO por Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024).
[Fotografía]

3.5.4.6 Preparación de las probetas

Una vez obtenido el peso del material del concreto, se procedió a sacar y limpiar cada probeta correspondiente al diseño de mezcla, roseando cada probeta con desmoldante (ver figura 3.38).

Figura 3.38. Probetas listas para vertido del concreto



Nota: Materiales, probetas cilíndricas y probetas prismáticas listos para el vertido del concreto. Tomada en PREGO por Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024). [Fotografía]

3.5.4.7 Mezclado del concreto patrón y experimental

Listo el pesado y preparadas las probetas, se comenzó a realizar el mezclado del concreto patrón en el trompo, el cual fue humedecido previamente y se fue agregando la arena y la piedra (ver figura 3.39), luego se agregó una pequeña cantidad de agua (ver figura 3.40) para proseguir a colocar el cemento y terminar de poner el agua restante, listo esto se dejó por

9 minutos el trompo funcionando (ver figura 3.41), para que mezclará hasta tener la homogeneidad del concreto.

Para el concreto experimental se realizó el mismo procedimiento que para el concreto patrón, a diferencia que al final se agregó la fibra del bagazo de la caña de azúcar (ver figura 3.42), previamente a esto se procedió a humedecer y luego a exprimir para quitar la película de agua sobre el bagazo y así evitar el exceso de agua, como también prevenir que absorba demasiada agua de la mezcla; para finalizar, se agregaron las respectivas cantidades para el diseño de 2,5 kg/m³, 4 kg/m³ y 7 kg/m³. (ver figura 3.43)

Figura 3.39. Colocación de los materiales en el trompo.



Nota: Empezando con la preparación del concreto en el trompo. Tomada en PREGO por Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024). [Fotografía]

Figura 3.40. Materiales en el trompo con pequeña cantidad de agua.



Nota: Materiales vertidos en el trompo con pequeña cantidad de agua para la realización del concreto. Tomada en PREGO por Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024). [Fotografía]

Figura 3.41. Materiales en el trompo con agua.



Nota: Realización del concreto con la cantidad total de agua. Tomada en PREGO por Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024). [Fotografía]

Figura 3.42. Colocación de la fibra del bagazo al concreto.



Nota: Agregando las fibras del bagazo al concreto para obtener el concreto experimental. Tomada en PREGO por Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024). [Fotografía]

Figura 3.43. Mezcla del concreto homogénea con aditivo de fibra de bagazo.



Nota: Estado de la muestra del concreto con aditivo de fibra de bagazo. Tomada en PREGO por Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024). [Fotografía]

3.5.4.8 Toma de temperatura y ensayo de Abrams

Listo el mezclado del concreto se procedió a tomar la temperatura de cada mezcla (ver figura 3.44) dando un valor de:

Temperatura concreto patrón= 30° C

Temperatura concreto experimental a 2,50 kg/m³ de bagazo: 31° C

Temperatura concreto experimental a 4 kg/m³ de bagazo: 30° C

Temperatura concreto experimental a 7 kg/m³ de bagazo: 30° C

Figura 3.44. Temperatura del concreto



Nota: Listo el mezclado del concreto se procedió a tomar su temperatura. Tomada en PREGO por Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024). [Fotografía]

Posteriormente, se realizó el ensayo del cono de Abrams según la norma COVENIN 339, en donde se llenó el cono en 3 capas (ver figura 3.45), cada capa se compactó con 25 golpes en toda su superficie hasta ser llenada y enrazada (ver figura 3.46), luego se retiró el cono lentamente y se invirtió el mismo para obtener el resultado de los asentamientos (ver figura 3.47 y 3.48.)

Figura 3.45. Vertido del concreto en el cono de Abrams.



Nota: Realizando el ensayo de cono de Abrams. Tomada en PREGO por Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024). [Fotografía]

Figura 3.46. Compactación de 25 golpes.



Nota: Una vez vertido el concreto se compactó cada capa con 25 golpes en toda su superficie. Tomada en PREGO por Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024). [Fotografía]

Figura 3.47. Asentamiento del concreto patrón



Nota: Retirado el cono se anotó el resultado de los asentamientos. Tomada en PREGO por Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024). [Fotografía]

Figura 3.48. Asentamiento del concreto con adición 2,5 Kg/m³ de bagazo



Nota: Resultado del asentamiento del concreto con adición 2,5 kg/m³. Tomada en PREGO por Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024). [Fotografía]

Los asentamientos arrojados por el ensayo del cono de Abrams fueron:

- Asentamiento concreto patrón= 6,50"
- Asentamiento del concreto con adición de 2,50 kg/m³= 6"
- Asentamiento del concreto con adición de 4 kg/m³= 5"
- Asentamiento del concreto con adición de 7 kg/m³= 4,5"

3.5.4.9 Vertido del concreto en las probetas cilíndricas y prismáticas

Se procedió a la colocación del concreto dentro de las probetas cilíndricas, según la norma COVENIN 338-2002, y prismáticas según norma COVENIN 342. Para los 6 cilindros de cada mezcla, se colocó el concreto en 3 capas, aplicando 25 golpes en toda su superficie por cada capa hasta ser llenada (ver figura 3.49). Luego, se colocó el concreto en las probetas prismáticas en 2 capas, aplicando 60 golpes en toda su superficie por cada capa (ver figura 3.50). Cada probeta fue golpeada con un martillo de goma para eliminar el aire atrapado en la mezcla y, finalmente, se realizó el enrasado.

Figura 3.49. Compactación de concreto en las probetas cilíndricas.



Nota: Concreto en 3 capas en las probetas cilíndricas, aplicando 24 golpes en toda su superficie. Tomada en PREGO por Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024).
[Fotografía]

Figura 3.50. Compactación del concreto en probetas prismáticas.



Nota: Concreto en probetas prismáticas en 2 capas, aplicando 60 golpes en toda su superficie. Tomada en PREGO por Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024).
[Fotografía]

3.5.4.10 Desencofrado

Una vez pasada las 24 horas se procedió a desencofrar los cilindros y viguetas como se visualiza en la figura 3. 53.

Figura 3.53. Desencofrado de los cilindros.



Nota: Pasada las 24 horas se procedió a desencofrar. Tomada en PREGO por Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024). [Fotografía]

3.5.4.11 Curado de los cilindros y viguetas

Luego que se desencofró los cilindros y viguetas, se identificaron (ver figura 3.54) y posteriormente se colocaron en un tanque de agua con cal para su curado a los 7, 14 y 28 días de edad para los cilindros (ver figura 3.55) y 28 días de edad para las viguetas.

Figura 3.54. Identificación de los cilindros.



Nota: Compra de los materiales y descarga en el laboratorio de PREGO. Tomado por Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024). [Fotografía]

Figura 3.55. Colocación de los cilindros en el tanque para su curado.



Nota: Viguetas y cilindros en el tanque con cal para su curado. Tomada en PREGOR por Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024). [Fotografía]

3.5.4.12 Ensayos de resistencia a compresión de los cilindros

Ya pasado los 7, 14 y 28 días de edad, se procedió a realizar el ensayo de resistencia a compresión de los días mencionados según las normas COVENIN 338- 2002, para ellos se sacaron los cilindros del tanque de agua con cal (ver figura 3.56), se esperó unos minutos a que se escurriera el agua y se procedió a pesar (ver figura 3.57). Listo el peso se colocó en la máquina de ensayos a compresión y se comenzó aplicar fuerza a los cilindros hasta su fractura (ver figura 3.58 y 3.59)

Figura 3.56. Extracción de los cilindros del tanque de agua con cal.



Nota: Escurrimiento del agua de los cilindros para proceder a pesar. Tomada en PREGO por Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024). [Fotografía]

Figura 3.57. Pesado del cilindro.



Nota: Peso del cilindro en balanza equilibrada. Tomada en PREGO por Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024). [Fotografía]

Figura 3.58. Colocación del cilindro en la máquina de ensayos a compresión



Nota: Cilindro colocado en la máquina de ensayo a compresión. Tomada en PREGO por Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024). [Fotografía]

Figura 3.59. Cilindro ensayado en la máquina de ensayos a compresión



Nota: Cilindro ensayado ya con la resistencia determinada. Tomada en PREGO por Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024). [Fotografía]

3.5.5 Realización de los ensayos de resistencia a flexión a los 28 días de edad al concreto patrón y experimental. Según la norma COVENIN 342-1979

Una vez transcurridos los 28 días de edad se procedió a realizar el ensayo de resistencia a flexión del día mencionado según la norma COVENIN 342-1979, para ello se sacaron las viguetas del tanque de agua con cal, se esperó unos minutos a que se escurriera el agua y se procedió a pesar. Listo el peso se colocó en la máquina de ensayos a flexión y se comenzó aplicar fuerza a las viguetas hasta su fractura. (ver figura 3.60)

Figura 3.60. Vigueta ensayada a resistencia a flexión.



Nota: Vigueta colocada en la máquina para determinar su resistencia. Tomada en PREGO por Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024). [Fotografía]

3.5.6 Comparación de los resultados de resistencia a compresión, flexión, peso, costo y trabajabilidad entre el concreto patrón y experimentales.

Una vez obtenidos todos los datos y resultados se plasmaron en gráficas y tablas comparativas donde se tomaron en cuenta las diferencias entre la resistencia a compresión de cada concreto, así como también su resistencia a flexión. Finalmente, se compararon el peso unitario, el costo y la trabajabilidad del concreto patrón y el experimental.

En el anexo 6 se puede visualizar los análisis de precios unitario para cada tipo de mezcla de concreto para así comparar los costos de preparación para cada uno de ellos.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y ANALISIS

Para finalizar con este trabajo de grado se mostró en el presente capítulo los resultados de las pruebas realizadas a los agregados y de igual forma un análisis del resultado de las pruebas, a compresión y flexión hechas a los cilindros y viguetas que se realizaron el capítulo anterior para así demostrar en que afecta la adicción de bagazo de caña a la mezcla de concreto.

4.1 Ensayos de calidad tanto del agregado fino como el grueso según la norma COVENIN 277-2000.

En la tabla 4.1 y 4.2, junto con la gráfica 4.1 y 4.2, se visualiza la granulometría realizada en el agregado fino y en el agregado grueso, para comprobar la calidad de los mismos.

Tabla 4.1. Granulometría agregado fino.

Peso total de la muestra (gr)=		720,85	Módulo de finura (MF) 3.79				
Cedazos		peso retenido	% retenido	%retenido acumulado	% que pasa	% mínimo	% máximo
Pulg	mm						
1"	25,4	51,39	7,13	7,13	92,87	100	100
3/4"	19	21,15	2,93	10,06	89,94	100	100
1/2"	12,7	37,28	5,17	15,23	84,77	100	100
3/8"	9,51	10,87	1,51	16,74	83,26	100	100
1/4"	6,35	21,64	3,00	19,74	80,26	100	100
#4	4,76	14,6	2,03	21,77	78,23	85	100
#8	2,38	52,6	7,30	29,07	70,93	60	95
#16	1,19	63,16	8,76	37,83	62,17	40	80
#30	0,6	139,3	19,32	57,15	42,85	20	60
#50	0,3	111,65	15,49	72,64	27,36	8	30
#100	0,15	139,98	19,42	92,06	7,94	2	10
#200	0,08	27,23	3,78	95,84	4,16	0	5

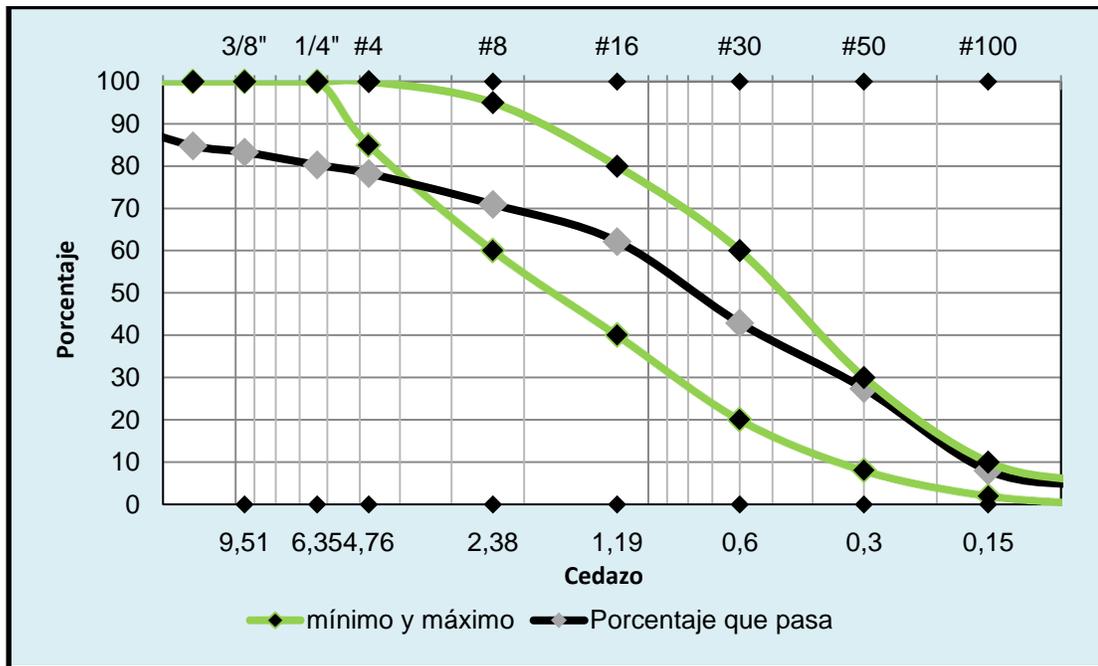
Fuente: Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024).

Tabla 4.2. Granulometría el agregado grueso

Cedazos		peso retenido	14915				
Pulg	mm		% retenido	%retenido acumulado	% que pasa	% mínimo	% máximo
1"	25,4	379,6	2,55	2,55	97,45	90	100
3/4"	19	3048	20,44	22,98	77,02	50	90
1/2"	12,7	5646	37,85	60,84	39,16	15	45
3/8"	9,51	2717	18,22	79,05	20,95	0	20
1/4"	6,35	1801	12,08	91,13	8,87	0	7
#4	4,76	226,8	1,52	92,65	7,35	0	0
#8	2,38	197,2	1,32	93,97	6,03	0	0
#16	1,19	117,6	0,79	94,76	5,24	0	0
#30	0,6	-	-	-	-	0	0
#50	0,3	-	-	-	-	0	0

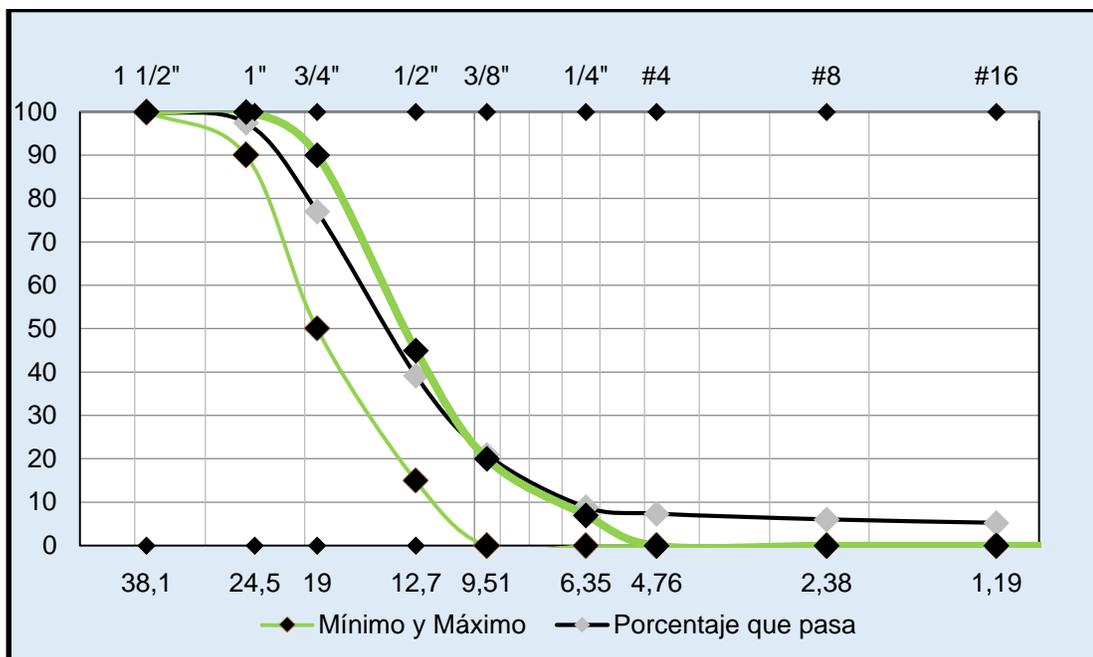
Fuente: Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024).

Gráfica 4.1. Granulometría del agregado fino.



Fuente: Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024).

Gráfica 4.2. Granulometría del agregado grueso



Fuente: Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024).

Después de visualizar las gráficas 4.1 y 4.2, se apreció que los agregados usados para la mezcla de concreto, cumplen los estándares que se establecen en la norma COVENIN 277, por lo tanto se clasifica como agregados de buena calidad ayudando a la resistencia del concreto.

4.2 Diseño una mezcla de concreto patrón y experimental adicionando 2,5kg, 4kg y 7kg de fibra de bagazo de la caña de azúcar por m³ de concreto. Según la norma COVENIN 1753 2006.

En las tablas 4.3, 4,4, 4.5 y 4.6 se muestran las dosificaciones calculadas para la mezcla de concreto patrón y experimentales

Tabla 4.3. Diseño de una mezcla de concreto patrón.

Componentes	Peso(kg/m ³)	volumen (litros/m ³)
cemento	417	125
agua	209	209
aire		17
Agregado fino	850	324,5
Agregado grueso	824	324,5
Σ	2300	1000

Fuente: Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024).

Tabla 4.4. Diseño de concreto experimental con 2,5 kg de bagazo de caña.

Componentes	Peso(kg/m ³)	volumen (litros/m ³)
cemento	417	125
agua	209	209
aire		17
Agregado fino	850	324,5
Agregado grueso	824	324,5
Bagazo	2,5	
Σ	2310,43	1000

Fuente: Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024).

Tabla 4.5. Diseño de concreto experimental con 4 kg de bagazo de caña.

Componentes	Peso(kg/m ³)	volumen (litros/m ³)
cemento	417	125
agua	209	209
aire		17
Agregado fino	850	324,5
Agregado grueso	824	324,5
Bagazo	4	
Σ	2316,68	1000

Fuente: Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024).

Tabla 4.6. Diseño de concreto experimental con 7 kg de bagazo de caña.

Componentes	Peso(kg/m ³)	volumen (litros/m ³)
cemento	417	125
agua	209	209
aire		17
Agregado fino	850	324,5
Agregado grueso	824	324,5
Bagazo	7	
Σ	2329,19	1000

Fuente: Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024).

En las tablas 4.3, 4.4, 4.5 y 4.6, se apreció que todas mantienen la misma dosificación en el cemento, agua, agregado fino y grueso, a excepción del bagazo de caña, debido a que este último es una adición y no una sustitución. Además, al ser 3 cantidades distintas de bagazo, el peso unitario del concreto va aumentando a medida que aumenta las cantidades pero manteniendo en cada una los 1000 L/m³.

4.3 Ensayos de resistencia a compresión a los 7, 14 y 28 días de edad al concreto patrón y experimentales. Según la norma COVENIN 338 – 2002

En la tabla 4.7 se visualiza la resistencia obtenida en los ensayos a compresión a las 7, 14 y 28 días de edad del concreto.

Tabla 4.7. Resistencia a compresión de concreto experimental a los 7, 14 y 28 días de edad.

	FECHA DE TOMA	FECHA DE ENSAYO	EDAD EN DIAS	PESO DEL CILINDRO (Gr)	PESO UNITARIO	Rcc28 Nominal (Kg/cm2)	CARGA APLICADA	ASENTAMIENTO (PULG)	RESISTENCIA (Kg/cm2)
PATRON	25/8/2024	2/9/2024	7	12407	2,34	250	33398	6,5	189
				12453	2,35	250	33575		190
		9/9/2024	14	12501	2,36	250	42941		243
				12311	2,32	250	43294		245
		23/9/2024	28	12289	2,32	250	47711		270
				12375	2,33	250	48065		272
2,5 KG BAGAZO	26/8/2024	2/9/2024	7	12295	2,32	250	38670	6	219
				12495	2,36	250	42140		238
		9/9/2024	14	12245	2,31	250	44785		253
				12560	2,37	250	50900		288
		23/9/2024	28	12415	2,34	250	54950		311
				12365	2,33	250	50115		284
4 KG BAGAZO	27/8/2024	2/9/2024	7	12400	2,34	250	34310	5,5	194
				12400	2,34	250	40860		231
		9/9/2024	14	12270	2,32	250	48635		275
				12245	2,31	250	46110		261
		23/9/2024	28	12315	2,32	250	49640		281
				12365	2,33	250	47130		267
7 KG BAGAZO	28/8/2024	2/9/2024	7	12150	2,29	250	29115	6	165
				12250	2,31	250	33415		189
		9/9/2024	14	12190	2,30	250	35440		201
				12310	2,32	250	38560		218
		23/9/2024	28	12260	2,31	250	46040		261
				12105	2,28	250	45740		259

Fuente: Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024).

En la tabla 4.7 se apreció los resultados obtenidos en el laboratorio al ensayar los cilindros de concretos, tanto patrón como experimental, visualizándose un peso que estas entre los 12 y 13kg, así como las cargas aplicadas y sus respectivas resistencias, juntos con los asentamientos obtenidos durante el mezclado, siendo valores que van en conformidad con lo que se recomienda.

4.4 Realización de los ensayos de resistencia a flexión a los 28 días de edad al concreto patrón y experimental. Según la norma COVENIN 342-1979

En la tabla 4.8 se muestran los valores obtenidos del concreto patrón y experimental de los ensayos a flexión a los 28 días de edad del concreto.

Tabla 4.8. Resistencia a compresión de concreto experimental a los 28 días.

DISEÑO	FECHA DE TOMA	FECHA DE ENSAYO	EDAD EN DIAS	PESO (Gr)	PESO UNITARIO	Fc (Kg/cm ²)	CARGA APLICADA	ASENT. (PULG)	Frr (Kg/cm ²)
PATRÓN	26/8	23/9	28	32345	2,40	250	2850	6,5	38
				32720	2,42		2775		37
2,5 KG	26/8	23/9	28	31960	2,37		2940	6	39
				31850	2,36		2958		39
4KG	26/8	23/9	28	31470	2,33		3050	5,5	41
				31681	2,35		3097		41
7 KG	26/8	23/9	28	31386	2,32		2905	6	39
				31498	2,33		2885		38

Fuente: Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024).

En la tabla 4.8 se aprecian los resultados de las cargas aplicadas a flexión y sus resistencias, así como también su peso que varía entre los 31 y 32 kg siendo idóneos para este tipo de muestras igual que sus resistencias.

4.5 Comparación de los resultados de la resistencia a compresión, flexión, peso, costo y trabajabilidad entre el concreto patrón y experimentales.

En la tabla 4.9 y 4.10 se aprecian los promedios de las resistencias tanto a flexión como a compresión a sus respectivos días de edad.

Tabla 4.9. Resistencia promedio a compresión de concreto experimental y Patrón

DISEÑO	FECHA DE TOMA	FECHA DE ENSAYO	EDAD EN DIAS	RESISTENCIA PROMEDIO
PATRON	26/8/2024	2/9/2024	7	189
		9/9/2024	14	244
		23/9/2024	28	271
2,5 KG BAGAZO	26/8/2024	2/9/2024	7	229
		9/9/2024	14	271
		23/9/2024	28	297
4 KG BAGAZO	26/8/2024	2/9/2024	7	213
		9/9/2024	14	268

		23/9/2024	28	274
7 KG BAGAZO	26/8/2024	2/9/2024	7	177
		9/9/2024	14	209
		23/9/2024	28	260

Fuente: Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024).

Tabla 4.10. Resistencia promedio a flexión de concreto experimental y Patrón

DISEÑO	FECHA DE TOMA	FECHA DE ENSAYO	EDAD EN DIAS	RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm ²)
PATRON	26/8/2024	23/9/2024	28	38
2,5 KG BAGAZO	26/8/2024	23/9/2024	28	39
4 KG BAGAZO	26/8/2024	23/9/2024	28	41
7 KG BAGAZO	26/8/2024	23/9/2024	28	39

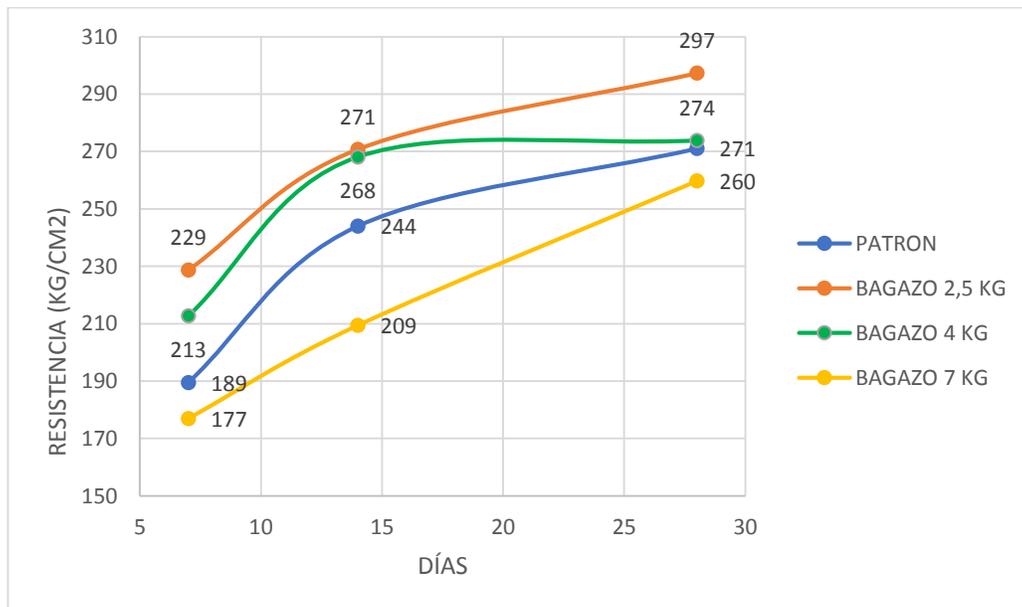
Fuente: Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024).

En la gráfica de 4.3 se visualiza el crecimiento que obtuvieron los concretos desde los 7 días hasta los 28 días y en la gráfica 4.4 la comparación en las resistencias a compresión entre los concretos con distintos kilos de bagazo de caña de azúcar.

En la gráfica 4.5, 4.6, 4.7, 4.8 y 4.9 se aprecian la comparación entre la resistencia a flexión de cada concreto a los 28 días de edad. Así como también

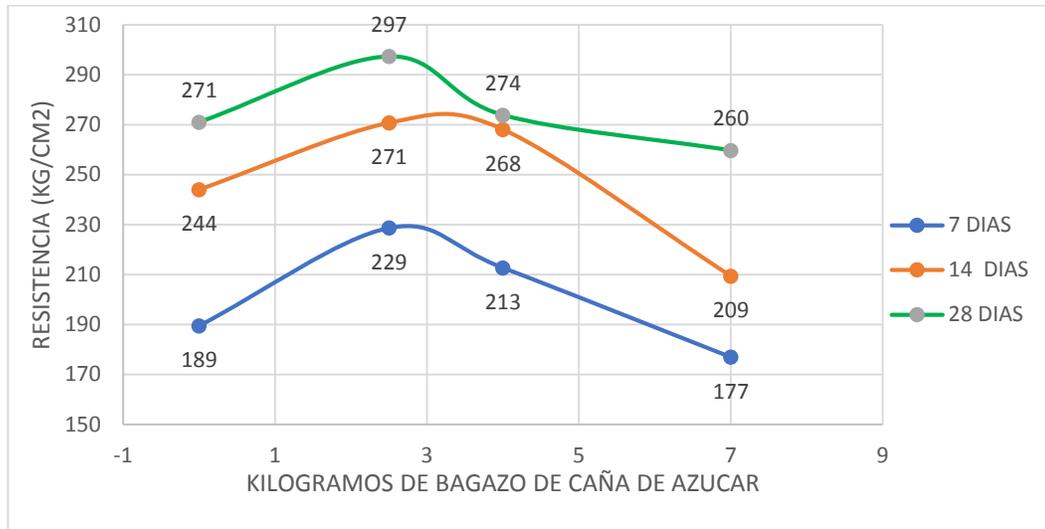
el peso de los cilindros y viguetas, el asentamiento y los precios unitarios de los diseños de mezcla concreto.

Gráfica 4.3. Resistencia a Compresión Vs. Días.



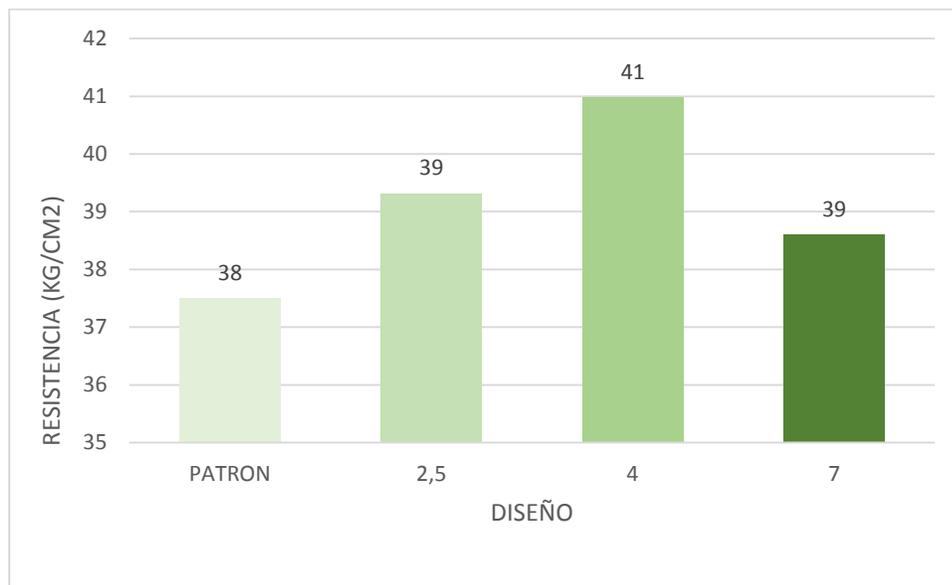
Fuente: Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024).

Gráfica 4.4. Resistencia a Compresión Vs. Bagazo de caña de azúcar.



Fuente: Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024).

Gráfica 4.5. Resistencia a flexión de cada diseño.

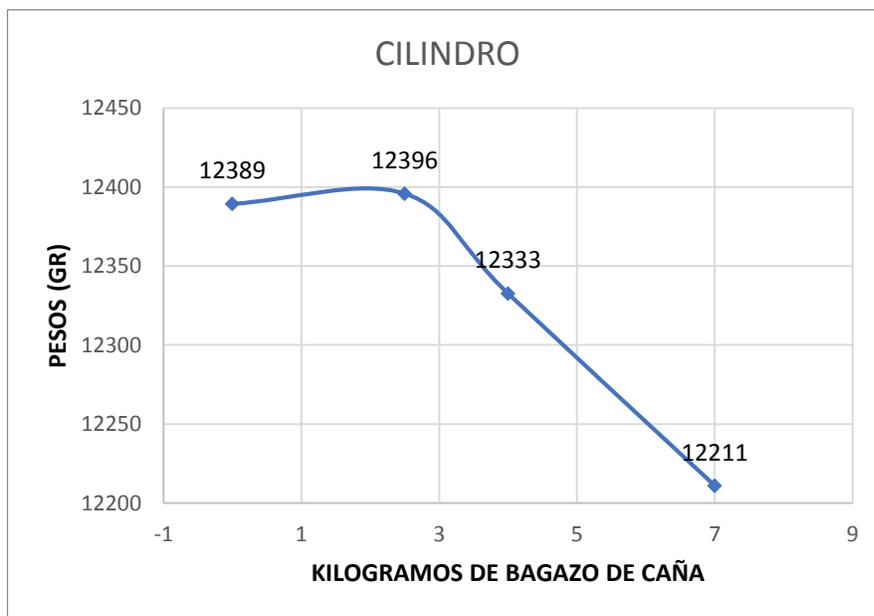


Fuente: Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024).

En la gráfica 4.3 y 4.4 se visualizó que el concreto experimental con 2.5kg de bagazo de caña es el que tiene mejor resistencia a la compresión (297kg/cm^2), quedando por encima del concreto patrón (271kg/cm^2), ya que se observa que esta 26kg/cm^2 más alto. De igual el concreto con la adición de 4kg de bagazo también supero la resistencia a compresión (274kg/cm^2) del concreto patrón; siendo el concreto experimental de 7kg de bagazo el que tuvo menor resistencia (260kg/cm^2).

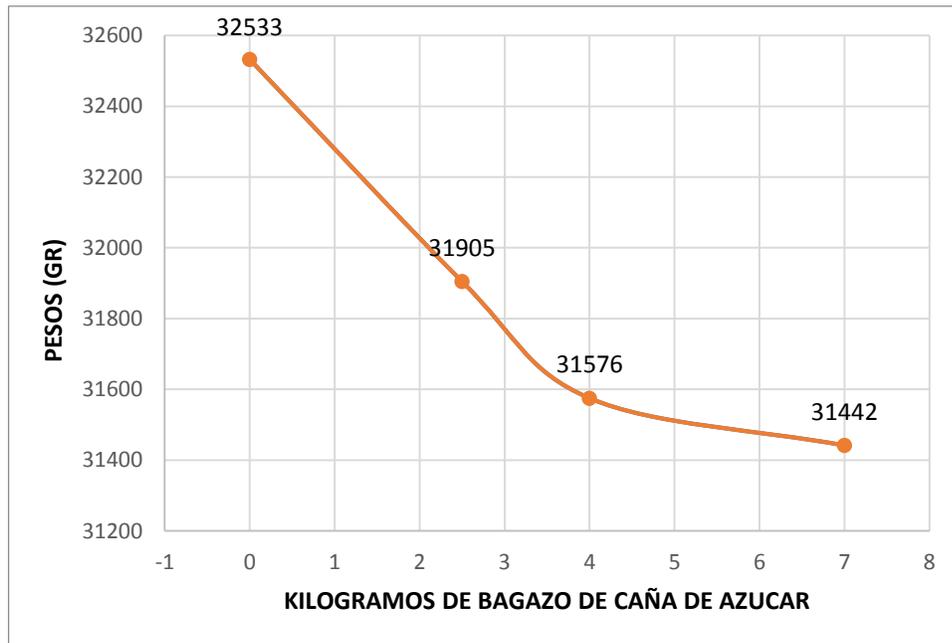
En cambio, en la resistencia a flexión, la gráfica 4.5 refleja que el concreto experimental con 4kg de bagazo obtuvo una mejor resistencia (41kg/cm^2) que el patrón (38kg/cm^2). Los otros 2 diseños experimentales también dieron un valor superior al concreto patrón en la resistencia a flexión. Estos resultados indican una mejora significativa en las propiedades mecánicas del concreto al incorporar bagazo.

Gráfica 4.6. Pesos vs. Kilogramos de bagazo de caña. (Cilindros)



Fuente: Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024).

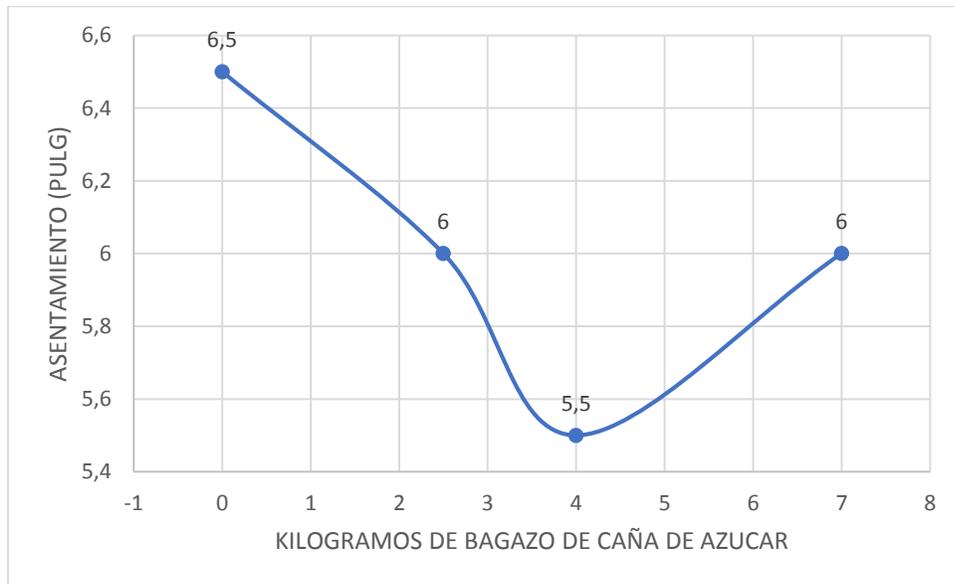
Gráfica 4.7. Pesos vs. Kilogramos de bagazo de caña. (Viguetas)



Fuente: Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024).

Se puede apreciar en las gráficas 4.6 y 4.7 que con la adicción de bagazo de caña a las mezclas de concretos experimentales, el peso de los cilindros y de las viguetas, va disminuyendo a medida que aumenta la cantidad de bagazo. Comenzando en los cilindros con un peso de 12,389 kg y bajando a 12,211 kg y en las viguetas empieza con 32,533 kg y terminando en 31,442 kg.

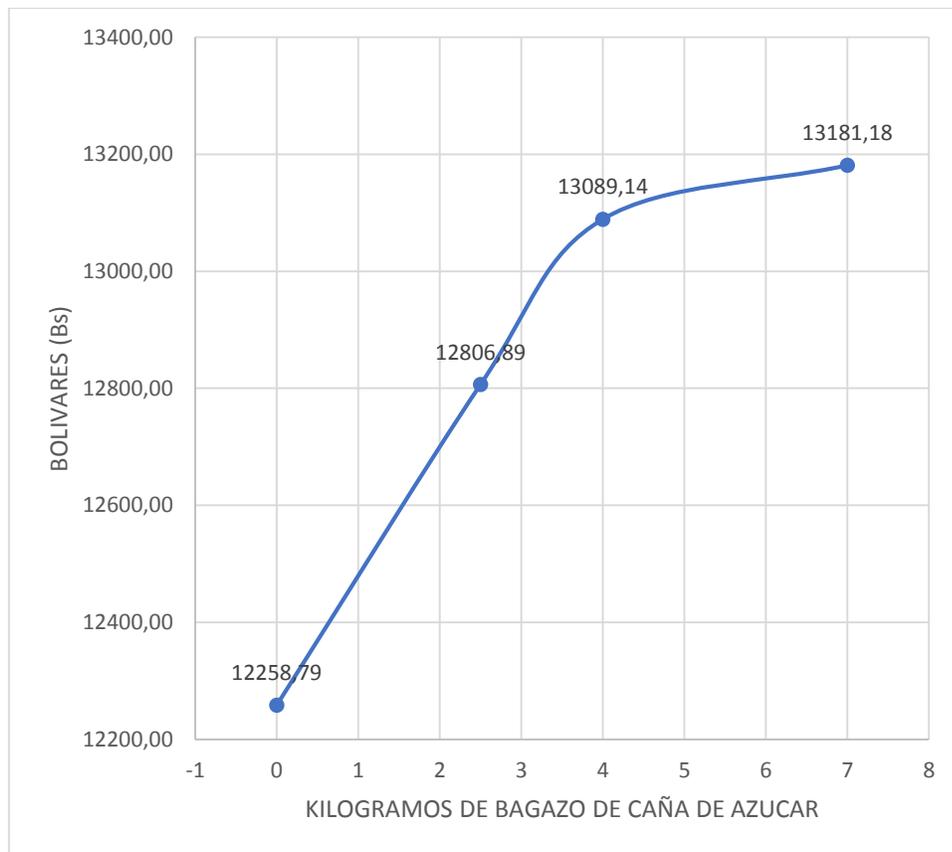
Gráfica 4.8. Asentamientos de las mezclas.



Fuente: Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024).

La grafica 4.8 de los asentamientos de las mezclas patrón y experimentales se muestra que está en un rango de 6,5 pulgadas y 5,5 pulgadas observando que el bagazo de caña no afecto en gran medida el asentamiento, dando una buena trabajabilidad a la mezcla.

Gráfica 4.9. Precios Unitarios.



Fuente: Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024).

Se puede ver que al aumentar los kilogramos de bagazo aumento los precios del concreto como se visualiza en la gráfica 4.9 siendo el concreto con 7kg de bagazo de caña de azúcar el más caro a un costo de 13181,18 Bs. Evidenciando que la adicción de este nuevo material a elevado significativamente el precio final de la mezcla.

CONCLUSIONES.

1. En la granulometría de los agregados tanto finos como gruesos al cumplir en su mayoría con los límites establecidos en la norma COVENIN 277 genera beneficios al concreto debido a que presenta una distribución adecuada de tamaños de partículas permitiendo así una mejor compactación del concreto, reduciendo el aire atrapado y mejorando la densidad del mismo, que a su vez aumenta la resistencia a compresión y a flexión, esto último es porque los agregados gruesos ayudan a dar resistencia al concreto mientras que los agregados finos disminuyen los vacíos en la mezcla. todo esto ayuda a reducir los costos ya que permite usar una menor cantidad de cemento.
2. En la resistencia a compresión al quedar por encima del concreto patrón en las mezclas de 2,5kg y 4kg de bagazo de caña de azúcar en los cilindros y en la resistencia a flexión con las viguetas de concreto, al superar todas las mezclas experimentales al patrón, se debió a que el bagazo al ser cortado de aproximadamente 5cm y luego deshebrado para ser agregado a la mezcla genera una fibra de este material con una superficie rugosa y pequeños hilos que sobre salen del material ayudando a obtener mejor adherencia dentro de la mezcla actuando como refuerzos dentro de la matriz del concreto, distribuyendo mejor las tensiones e impidiendo la propagación de grietas. Siendo los kilogramos de bagazo antes mencionados los ideales para una buena resistencia a compresión y flexión ya que si se aumenta por encima de los 4kg de bagazo de caña de azúcar comenzará a reducir la resistencia de forma muy notable ya que a mayor cantidad de bagazo es menor la cantidad de material del concreto

3. El concreto al adicionarle los kilogramos de bagazo tiende a disminuir su peso a medida que se le va aumentando los kilogramos de este último, esto pasa porque a pesar al ser una adicción igualmente ocupa un espacio que va disminuyendo los componentes del concreto y al ser este material menos denso que esta entre 0,3 y 0,4 gr/cm³ genera que el mismo concreto sea menos denso y a su vez más liviano.
4. El asentamiento de las mezclas experimentales no arrojo gran diferencia del concreto patrón, esto se debió a que a pesar de que el bagazo estaba distribuido uniformemente en toda la matriz del concreto, hubo pequeñas cantidades de bagazos que no se logró deshilar incluso en el mezclado dejando pequeñas zonas sin la fibra de bagazo, evitando que la trabajabilidad sea afectada por el mismo.
5. En relación a los costos los concretos experimentales son los que sobresalen más, esto pasa porque a pesar de que el bagazo de caña es un material que es reciclado, hay que realizar un gasto para poder adaptar el bagazo en estado natural a unas pequeñas fibras trabajables, en donde estos gastos incluyen mano de obra extra y equipos para poder lograrlo.
6. El concreto con la adición de bagazo representa una buena alternativa para aumentar la resistencia a compresión y flexión sin afectar su trabajabilidad y disminuyendo en pequeña escala su peso, siendo beneficioso para uso estructural más específicamente en losas. Estos beneficios hacen del concreto con bagazo de caña de azúcar una opción sostenible y eficiente, promoviendo el uso de materiales reciclados y reduciendo el impacto ambiental de la construcción.

RECOMENDACIONES.

1. Secar el bagazo de caña de azúcar antes de cortar y deshebrar para una mejor trabajabilidad del material.
2. Usar una máquina que agilice el corte y el deshilado del material de bagazo de caña a un tamaño de aproximadamente 5cm.
3. Al momento del mezclado se debe humedecer la fibra de bagazo para evitar una absorción excesiva de agua en la mezcla por parte del bagazo.
4. Al momento de escoger el bagazo evitar utilizar la superficie lisa del mismo, solo usar la parte interna debido a que esta tiene más adherencia dentro del concreto.
5. Utilizar 2,5kg de bagazo de caña de azúcar por cada m³ de concreto como la dosis recomendada para obtener una buena resistencia a compresión.
6. Utilizar 4kg de bagazo de caña de azúcar por cada m³ de concreto como la dosis ideal para recomendada una buena resistencia a flexión.
7. Fomentar el uso de este tipo de materiales reciclados como el bagazo de caña de azúcar para realizar construcciones más sostenibles con el medio ambiente.

BIBLIOGRAFÍA

Amaya y Ramírez, (2019). Evaluación del comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibras. [Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Civil, Facultad De Ingeniería, Universidad Católica De Colombia, Colombia.]

<https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/b9ffdbd4-d249-4bbb-8556-be2151215437/content>

B. Paricaguán, (2015). Contribución al estudio del comportamiento mecánico] y fisicoquímico del concreto reforzado con fibras naturales de coco y bagazo de caña de azúcar para su uso en construcción. [Tesis Doctoral, Facultad de Ingeniería, Universidad de Carabobo, Venezuela

COVENIN 255-1998. Agregados. Determinación de la composición granulométrica. (1^{ra}Revisión). Norma Venezolana.

COVENIN 263-1978. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado. Norma Venezolana.

COVENIN 268-1998. Agregado fino. Determinación de la densidad y la absorción. (1^{ra}Revisión). Norma Venezolana.

COVENIN 269-1998. Agregado grueso. Determinación de la densidad y la absorción. (1^{ra}Revisión). Norma Venezolana.

COVENIN 270-1998. Agregados. Extracción de muestras para morteros y concretos. (1^{ra}Revisión). Norma Venezolana.

COVENIN 277-2000. CONCRETO. AGREGADOS. REQUISITOS (3^{ra} Revisión). Norma Venezolana.

COVENIN 338-2002. Concreto. Método para la elaboración, curado y ensayo a compresión de cilindros de concreto. (2^{da} Revisión). Norma Venezolana.

COVENIN 339-2021. Concreto fresco. Determinación del asentamiento con el cono de Abrams. (3^{ra} Revisión). Norma Venezolana.

COVENIN 1375-1979. Método de ensayo para determinar por secado, el contenido de humedad total y superficial en el agregado. Norma Venezolana.

COVENIN 1753-2006. Proyecto y construcción de obras en concreto estructural. Norma Venezolana.

Centeno (2012). Evaluación del desempeño del concreto reforzado con fibras de sisal y su factibilidad en la producción de paneles para cerramientos exteriores. [Trabajo de grado para optar título de Magister Scientiarum en Desarrollo Tecnológico de la Construcción, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela]. <http://saber.ucv.ve/bitstream/10872/3940/1/T026800005092-0-Completo-000.pdf>

Estrella (2016), Estudio de un material compuesto a base de fibras naturales de cabuya para mejorar las propiedades mecánicas de elementos de concreto reforzado. [Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero

Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Chimborazo, Ecuador].

FEDEAGRO (Diciembre 2018) Caña de azúcar llegó al segundo nivel más bajo de producción en 19 años. FEDEAGRO Org. <https://fedeaagro.org/cana-de-azucar-llego-al-segundo-nivel-mas-bajo-de-produccion-en-19-anos/>

Fidias, A. (2016). El proyecto de investigación, introducción a la metodología científica. 7ma Edición. Editorial Episteme.

Merino (2008), Caracterización de las propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibras de polipropileno. [Trabajo de Grado para optar al título de Ingeniero Químico, Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela].

Muñoz Cuevas (2019) *Estudio de las propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibras de bagazo de caña de azúcar*. Revista INGENIERÍA UC, vol. 26, núm. 2, pp. 202-212.

Porrero J., Ramos C., Grases J., Velazco G. (2009) Manual del Concreto Estructural. <https://www.udocz.com/apuntes/642933/manual-del-concreto-estructural-joaquin-porrero>

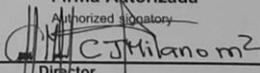
P. Kumar Mehta Paulo J.M. Monteiro (1998) Concreto Estructura, propiedades y materiales. Primera edición.

ANEXOS

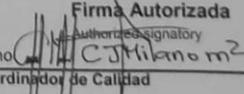
A-1. Cilindros luego de ser ensayado a compresión



A-2. Certificado de calibración de la maquina a compresión.

 Innovación para el Control de Calidad ICC C.A. J-50407570-1		ISO/IEC 17025:2005 LCF-0009		F-CAL-F-09 Rev. 16 Fecha Rev. 9/7/2013	
PAG :1 DE 6					
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CALIBRATION CERTIFICATE					
Certificado No. LCF-0009					
Laboratorio de LABORATORY FUERZA					
Maquina de ensayos a compresion					
FABRICANTE MANUFACTURER FORNEY					
MODELO MODEL FT-21					
NÚMERO DE SERIE SERIAL NUMBER 80270		CODIGO INTERNO -			
SOLO PARA EQUIPOS DE ENSAYO CON INDICADOR DE CARGA DIGITAL					
FABRICANTE MANUFACTURER CAS					
MODELO MODEL CI2001A					
NÚMERO DE SERIE SERIAL NUMBER CI06702979		CODIGO INTERNO -			
ESCALA CALIBRADA SCALE CALIBRATED 100.000 kgf					
CLIENTE CUSTOMER INGENIERIA GEOTECNICA PREGO, C.A					
FECHA DE CALIBRACIÓN CALIBRATION DATE 2023/10/28 aaaa-mm-dd		FECHA DE EMISIÓN ISSUE DATE 2023/11/01 aaaa-mm-dd			
NÚMERO DE PÁGINAS NUMBER OF PAGE SEIS (6)		F-CAL-09		CF-0009	
 Innovación para el Control de Calidad ICC C.A. R.F. J 50407570-1 SELLO		Realizado Por: Taylon Tovar Técnico Especialista		Firma Autorizada Authorized signatory Revisado Por: Ing. Carlos Milano  Director	
<p>Este documento no atribuye al equipo otras características que las mostradas por los datos aquí contenidos, los resultados se refieren al momento y condiciones en que se efectúan las mediciones y poseen trazabilidad a patrones bien sean nacionales o extranjeros de institutos de metrología o empresas reconocidas. No se permite la reproducción parcial de este certificado.</p> <p>This document does not apply to instrument other capabilities than ones presented by here in contained data, the results are referred to the conditions and moment in wich the measurements are taken and have traceability to standards national or foreign of metrological institutes or recognized enterprises. Partial reproduction of this document is not permitted.</p> <p>El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos calibrados.</p>					
 +58 4142459879 +58 4129182896		 CALLE PRINCIPAL LOCAL NRO 4 SECTOR PARQUE INDUSTRIAL SAN RAFAEL PARCELA C CHARALLAVE MIRANDA ZONA POSTAL			

A-3. Certificado de calibración de la balanza electrónica

 Innovación para el Control de Calidad ICC C. A J-50407570-1		F-CAL-09 Rev. 3 Fecha Rev. 28/02/2014	
ISO/IEC 17025:2005 LCM-0004		PAG :1 DE 3	
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CALIBRATION CERTIFICATE			
Certificado No LCM-0004		Laboratorio de MASA	
Balanza electronica			
FABRICANTE MANUFACTURER	OHAUS		
MODELO MODEL	CD-11		
NÚMERO DE SERIE SERIAL NUMBER	0008216-6DC	CODIGO INTERNO	-
SOLICITANTE CUSTOMER	INGENIERIA GEOTECNICA PREGO, C.A		
DIRECCIÓN FISCAL CUSTOMER ADDRESS	Urb. Campo Gulf, calle21 casa N°86BA2 Puerto la Cruz - Anzoategui		
LUGAR DE CALIBRACIÓN CALIBRATION ADDRESS	Urb. Campo Gulf, calle21 casa N°86BA3 Puerto la Cruz - Anzoategui		
ESCALA CALIBRADA SCALE CALIBRATED	20 kg		
FECHA DE CALIBRACIÓN CALIBRATION DATE	2023-10-28 aaaa-mm-dd	FECHA DE EMISIÓN ISSUE DATE	2023-11-01 aaaa-mm-dd
NÚMERO DE PÁGINAS NUMBER OF PAGE	TRES (3)	F-CAL-09	CM-0004
 Innovación para el Control de Calidad ICC C.A. I.F.: J 50407570-1 SELLO HÚMEDO	Realizado Por: Ever Anchico Técnico Metrólogo	Revisado Por: Ing. Carlos Milano Coordinador de Calidad	Firma Autorizada Authorized signatory  C. J. Milano m2
<p>Este documento no atribuye al equipo otras características que las mostradas por los datos aquí contenidos, los resultados se refieren al momento y condiciones en que se efectúan las mediciones y poseen trazabilidad a patrones bien sean nacionales o extranjeros de institutos de metrología o empresas reconocidas. No se permite la reproducción parcial de este certificado.</p> <p>This document does not apply to instrument other capabilities than ones presented by here in contained data, the results are referred to the conditions and moment in wich the measurements are taken and have traceability to standards national or foreign of metrological institutes or recognized enterprises. Partial reproduction of this document is not permitted.</p>			
	+58 4142459879 +58 4129182896 +58 4126304781		CALLE PRINCIPAL LOCAL NRO 4 SECTOR PARQUE INDUSTRIAL SAN RAFAEL PARCELA C CHABALLAVE MIRANDA ZONA POSTAL 1210 ICCSERVICIOS@GMAIL.COM

A-4. Planillas de recolección de datos del agregado fino.

77290

	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS		Código de documento GPE-FOR-004.22.01				
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO		Fecha de emisión 01/03/2005	Fecha de revisión 24/08/2011			
AGREGADO FINO ASTM C-136	AGREGADO GRUESO COVENIN 277-2000		Revisión 1	Sección 08			
			Página 1/1				
PROYECTO:			CODIGO PROYECTO:				
CLIENTE: <u>Angel González y Felianely Bottaglini</u>			MUESTRA: <u>ARENA</u>				
PROCEDENCIA:			CODIGO DE REFERENCIA:				
UBICACIÓN: <u>claves - Anz</u>			FECHA DE ENSAYO: <u>14/08/2024</u>				
			FECHA:				
EJECUTADO POR:			PESO ESPESIFICO AGREGADO FINO. (ASTM C128)				
Peso total Muestra: <u>720,85</u>			1 PICNOMETRO # <u>7</u> <u>22</u>				
Suelo seco pasa #4:			2 PICNOMETRO <u>365,35</u> <u>351,75</u>				
Muestra Tamiz Peso Retenido			3 PICNOMETRO + MUESTRA S.S.S. <u>320,51</u> <u>285,44</u>				
GRAVA	Gruesa	2" <u>51,39g</u>	4 MUESTRA S.S.S. <u>155,16</u> <u>127,71</u>				
		1 1/2" <u>51,39g</u>	5 MUESTRA SECA <u>153,03</u> <u>128,85</u>				
		1" <u>21,15g</u>	6 PICNOMETRO + AGUA (Capacidad Total) <u>682,04</u> <u>671,46</u>				
		3/4" <u>37,28g</u>	7 PICNOMETRO + MUESTRA S.S.S. + AGUA <u>757,66</u> <u>741,59</u>				
	Fina	1/2" <u>10,87g</u>	8 TEMPERATURA DEL ENSAYO (°C): <u>25°</u> <u>25°</u>				
		3/8" <u>21,64g</u>	P.E.S.S.: <u>2,623</u> <u>2,625</u>				
		1/4" <u>21,64g</u>	% Absorción <u>5,391%</u> <u>5,477%</u>				
		# 4 <u>21,64g</u>					
ARENA	Gruesa	# 8 <u>52,60g</u>	PASANTE # 200 EN AGREGADOS PARA CONCRETO (COVENIN 258-77)				
		# 16 <u>63,16g</u>	N° Tara <u>7-0</u>				
	Fina	# 30 <u>139,78g</u>	Peso de Tara <u>274,15</u>				
		# 50 <u>111,65g</u>	Peso Tara + Muestra seca <u>914,45</u>				
		# 100 <u>139,98g</u>	Peso Tara + Muestra Seca despues de lavada <u>885,41</u>				
Fondo	# 200 <u>27,23g</u>	% pasa # 200 <u>3,19</u>					
EJECUTADO POR:			FECHA:				
DETERMINACION DE PESOS UNITARIOS EN AGREGADOS. (ASTM C-29)							
Envase #	PESO UNITARIO SUELTO			PESO UNITARIO COMPACTO		DATOS DEL ENVASE	
Envase + muestra	<u>7,1030kg</u>	<u>7,1924</u>	<u>7,1244</u>	<u>7,3209</u>	<u>7,2324</u>	<u>7,2401</u>	PESO (gr): <u>2673,2</u>
Peso muestra (gr):	<u>4428,84</u>	<u>4446</u>	<u>4491</u>	<u>5055,84</u>	<u>5066</u>	<u>5066,90</u>	DIAMETRO(cm)
Peso Unitario	<u>1,4722</u>	<u>1,5301</u>	<u>1,5317</u>	<u>1,71</u>	<u>1,71</u>	<u>1,71</u>	ALTURA (cm)
Promedio Kg/Cm3	<u>1,511</u>			<u>1,74</u>			VOLUMEN (Cm3) <u>2905,73</u>
EJECUTADO POR:			FECHA:				
			<u>14/08/2024</u>				
ENSAYO COLORIMÉTRICO. (COVENIN 256)							
Observaciones:							
EJECUTADO POR (PREGO)		REVISADO POR (PREGO)		RECIBIDO POR (CLIENTE)			
FIRMA		FIRMA		FIRMA			
NOMBRE		NOMBRE		NOMBRE			
FECHA		FECHA		FECHA			

C:\Users\Admin\Desktop\espaldas de Proyectos 2023\Formatos\formatos\Gran, PE, PU y P 200 CCV agregados.xlsx\Piedra

A-5. Planillas de recolección de datos del agregado grueso

MANUAL DE PROCEDIMIENTOS
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

AGREGADO GRUESO
COVENIN 277-2000

Código de documento: GPE-FOR-004 22 01
Fecha de emisión: 01/03/2005 Fecha de revisión: 24/08/2011
Revisión: 1 Sección: 08 Página: 1/1

PROYECTO: _____ CODIGO PROYECTO: _____
 CLIENTE: Angel Gonzalez y Fouangelu Ballaglini MUESTRA: P.EDR 1"
 PROCEDENCIA: _____ CODIGO DE REFERENCIA: _____
 UBICACIÓN: Cumana - Sucre FECHA DE ENSAYO: 14/08/2024

EJECUTADO POR: _____ FECHA: _____

PESO TOTAL MUESTRA: <u>34,915 kg</u>			
Muestra	Tamiz	Peso Retenido	% Retenido
GRAVA	Gruesa	2"	
		1 1/2"	
		1"	<u>379,6 gr</u>
		3/4"	<u>3,048 kg</u>
		1/2"	<u>5,646 kg</u>
ARENA	Fina	3/8"	<u>2,717 kg</u>
		1/4"	<u>1,801 kg</u>
		# 4	<u>226,8 gr</u>
	Gruesa	# 8	<u>197,2 gr</u>
	Media	# 16	<u>117,6 gr</u>
	# 30		
	# 50		
	Fina	# 100	
		# 200	
	Fondo		

EJECUTADO POR		FECHA	
1	Peso en (gr)	MUESTRA S.S.S. EN AIRE:	<u>3,192 kg</u>
2		MUESTRA SUMERGIDA:	<u>1,9376 kg</u>
3		MUESTRA SECA EN AIRE:	<u>3,1078 kg</u>
		Absorción	<u>2,717</u>
		P.E SSS	<u>2,94</u>

EJECUTADO POR		FECHA	
PASANTE # 200 EN AGREGADOS PARA CONCRETO (COVENIN 258-77)			
Nº Tara			<u>88315</u>
Peso de Tara			<u>273,42</u>
Peso Tara + Muestra seca			<u>1608,60</u>
Peso Tara + Muestra Seca despues de lavada			<u>1581,63 kg</u>
% pasa # 200			<u>1,674</u>
DETERMINACION DE MASA UNITARIA Y DE VACIOS EN AGREGADOS. NVF 263-08			
Peso del Recipiente:		Temp. Agua:	
Peso del recipiente + agua		P.U. del agua	
Peso del agua		Factor	

EJECUTADO POR		FECHA						
DETERMINACION DE PESOS UNITARIOS EN AGREGADOS. (ASTM C-29)								
Envase #	PESO UNITARIO SUELTO			PESO UNITARIO COMPACTO			DATOS DEL ENVASE	
Envase + muestra	<u>6,6574 kg</u>	<u>6,7066 kg</u>	<u>6,6914 kg</u>	<u>7,1222 kg</u>	<u>7,1000 kg</u>	<u>7,1470 kg</u>	PESO (gr):	<u>2673,2</u>
Peso muestra (gr):	<u>3824,2</u>	<u>4033,4</u>	<u>4012,2</u>	<u>4449</u>	<u>4426,8</u>	<u>4473,8</u>	DIAMETRO (cm)	
Peso Unitario	<u>1,371</u>	<u>1,38</u>	<u>1,382</u>	<u>1,59</u>	<u>1,52</u>	<u>1,56</u>	ALTURA (cm)	
Promedio Kg/Cm3	<u>1,378</u>			<u>1,54</u>			VOLUMEN (Cm3)	<u>2905,73</u>

EJECUTADO POR						FECHA						
Masa Unitaria del agua a Temp °C												
	18,3	998,54	23,0	997,54	26,7	997						
	21,1	997,97	23,9	997,32	29,4	996						
Contenido de Vacios												
%V=100*(P.E*densidad agua) - P.U) / (P.E*densidad del agua)												

EJECUTADO POR (PREGO)			REVISADO POR (PREGO)			RECIBIDO POR (CLIENTE)		
FIRMA								
NOMBRE								
FECHA								

C:\Users\Grace\Documents\2023\PROYECTOS 2023\Gran, FE, PU y P 200 CCV agregados.xlsx\Arena

A-6. Análisis de precio unitario (APU) del concreto patrón y experimental

Tabla 4.11. Análisis de precio unitario del concreto patrón

PARTIDA Nro:							A.P.U. #	1
DESCRIPCION:		DISEÑO DE UN CONCRETO PATRON 250KG/CM2					CANTIDAD	1
							UNIDAD	M3
							RENDIMIENTO	3
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS								
MATERIALES								
Descripcion	Unidad	Cantidad	% Desp.	Cantidad corregida	Costo Bs./U	Total Bs	Costo \$/U	Total \$
CEMENTO PORTLAND TIPO I	SACOS	10	30	13	280,00	3640,00	7,57	98,38
ARENA LAVADA	M3	0,56	30	0,74	800,00	592,00	21,62	16,00
PIEDRA PICADA 1 1/2"	M3	0,60	30	0,78	1400,00	1092,00	37,84	29,51
AGUA	M3	0,209	30	0,272	740,00	201,28	20,00	5,44
TOTAL DE MATERIALES						5525,28	-	149,33
COSTO UNITARIO DE MATERIALES						5525,28	-	149,33
EQUIPOS								
Descripcion		Cantidad		Costo Bs./U	Total Bs	Costo \$/U	Total \$	
PALA		1		1036,00	1036,00	28,00	28,00	
CUCHARA PARA ALBAÑILERIA		3		181,30	543,90	4,90	14,70	
CARRETILLA DE 75 LTS		1		2776,48	2776,48	75,04	75,04	
CONO DE ABRAMS + PLANCHA + BARRA METALICA		1		3700,00	3700,00	100,00	100,00	
TROMPO MEZCLADOR DE CONCRETO (ALQUILER)		1		1850,00	1850,00	50,00	50,00	
TOTAL DE EQUIPOS						9906,38	-	267,74
COSTO UNITARIO DE EQUIPOS						3302,13	-	89,25
MANO DE OBRA								
Descripcion	Unidad	Cantidad		Costo Bs./U	Total Bs	Costo \$/U	Total \$	
MAESTRO DE OBRA DE 1ERA	DIAS	0,5		1480,00	740,00	40,00	20,00	
OBRAERO DE 1ERA	DIA	1		740,00	740,00	20,00	20,00	
ALBAÑIL DE 1ERA	DIA	1		740,00	740,00	20,00	20,00	
AYUDANTE	DIA	1		370,00	370,00	10,00	10,00	
TOTAL DE MANO DE OBRA						2590,00	-	70,00
COSTO UNITARIO DE MANO DE OBRA						863,33	-	23,33
					Total Bs			Total \$
					TOTAL UNITARIO	9690,74	-	261,91
					15% ADMINISTRATIVO	1453,61	-	40,38
					TOTAL	11144,35	-	302,29
					10% UTILIDAD	1114,44	-	30,23
					TOTAL DE PRECIO UNITARIO	12258,79	-	332,52

Fuente: Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024).

Tabla 4.12. Análisis de precio unitario del concreto experimental con 2,5kg de bagazo de caña de azúcar

		PROYECTO: EFECTOS DE LA FIBRA DEL BAGAZO DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CON UN F' C = 250 KG/CM2 A LOS 28 DÍAS DE EDAD, CON UNA ADICIÓN DE 2,5KG, 4KG Y 7KG POR METRO CUBICO DE CONCRETO. SEGÚN LA NORMA COVENIN 1753 2006.						
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS								
PARTIDA Nro:							A.P.U. #	2
DESCRIPCION:	DISEÑO DE UN CONCRETO EXPERIMENTAL CON 2,5 KG DE BAGAZO						CANTIDAD	1
							UNIDAD	M3
							RENDIMIENTO	3
MATERIALES								
Descripcion	Unidad	Cantidad	% Desp.	Cantidad corregida	Costo Bs./U	Total Bs	Costo \$/U	Total \$
CEMENTO PORTLAND TIPO I	SACOS	10	30	13	280,00	3640,00	7,57	98,38
ARENA LAVADA	M3	0,56	30	0,74	800,00	592,00	21,62	16,00
PIEDRA PICADA 1 1/2"	M3	0,60	30	0,78	1400,00	1092,00	37,84	29,51
BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR	KG	2,5	30	3,25	0,00	0,00	0,00	0,00
AGUA	M3	0,21	30	0,28	740,00	207,20	20,00	5,60
TOTAL DE MATERIALES						5531,20	-	149,49
COSTO UNITARIO DE MATERIALES						5531,20	-	149,49
EQUIPOS								
Descripcion		Cantidad		Costo Bs./U	Total Bs	Costo \$/U	Total \$	
PALA		1		1036,00	1036,00	28,00	28,00	
CUCHARA PARA ALBAÑILERIA		3		181,30	543,90	4,90	14,70	
CARRETILLA DE 55 LTS		1		2776,48	2776,48	75,04	75,04	
CONO DE ABRAMS + PLANCHA + BARRA METALICA		1		3700,00	3700,00	100,00	100,00	
TIJERAS DE JARDINERIA		1		862,10	862,10	23,30	23,30	
TROMPO MEZCLADOR DE CONCRETO (ALQUILER)		1		1800,00	1800,00	50,00	50,00	
TOTAL DE EQUIPOS						10718,48	-	291,04
COSTO UNITARIO DE EQUIPOS						3572,83	-	97,01
MANO DE OBRA								
Descripcion	Unidad	Cantidad		Costo Bs./U	Total Bs	Costo \$/U	Total \$	
MAESTRO DE OBRA DE 1ERA	DIAS	0,5		1440,00	720,00	40,00	20,00	
OBREIRO DE 1ERA	DIA	1		720,00	720,00	20,00	20,00	
ALBAÑIL DE 1ERA	DIA	1		720,00	720,00	20,00	20,00	
AYUDANTE N1	DIA	1		720,00	720,00	20,00	20,00	
AYUDANTE N2	DIA	0,5		360,00	180,00	10,00	5,00	
TOTAL DE MANO DE OBRA						3060,00	-	85,00
COSTO UNITARIO DE MANO DE OBRA						1020,00	-	28,33
TOTAL UNITARIO						10124,03	-	274,84
15% ADMINISTRATIVO						1518,60	-	42,18
TOTAL						11642,63	-	317,02
10% UTILIDAD						1164,26	-	31,70
TOTAL DE PRECIO UNITARIO						12806,89	-	348,72

Fuente: Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024).

Tabla 4.13. Análisis de precio unitario del concreto experimental con 4 kg de bagazo de caña de azúcar.

PARTIDA Nro:					A.P.U. #		2	
DESCRIPCION:		DISEÑO DE UN CONCRETO EXPERIMENTAL CON 4KG DE BAGAZO			CANTIDAD		1	
					UNIDAD		M3	
					RENDIMIENTO		3	
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS								
MATERIALES								
Descripcion	Unidad	Cantidad	% Desp.	Cantidad corregida	Costo Bs./U	Total Bs	Costo \$/U	Total \$
CEMENTO PORTLAND TIPO I	SACOS	10	30	13	280,00	3640,00	7,57	98,38
ARENA LAVADA	M3	0,56	30	0,74	800,00	592,00	21,62	16,00
PIEDRA PICADA 1 1/2"	M3	0,60	30	0,78	1400,00	1092,00	37,84	29,51
BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR	KG	4,00	30	5,2	0,00	0,00	0,00	0,00
AGUA	M3	0,209	30	0,272	740,00	201,28	20,00	5,44
TOTAL DE MATERIALES						5525,28	-	149,33
COSTO UNITARIO DE MATERIALES						5525,28	-	149,33
EQUIPOS								
Descripcion		Cantidad		Costo Bs./U	Total Bs	Costo \$/U	Total \$	
PALA		1		720,00	720,00	20,00	20,00	
CUCHARA PARA ALBAÑILERIA		3		216,00	648,00	6,00	18,00	
CARRETILLA DE 55 LTS		1		3600,00	3600,00	100,00	100,00	
CONO DE ABRAMS + PLANCHA + BARRA METALICA		1		2880,00	2880,00	80,00	80,00	
TIJERAS DE JARDINERIA		2		838,80	1677,60	23,30	46,60	
TROMPO MEZCLADOR DE CONCRETO		1		1800,00	1800,00	50,00	50,00	
TOTAL DE EQUIPOS						11325,60	-	314,60
COSTO UNITARIO DE EQUIPOS						3775,20	-	104,87
MANO DE OBRA								
Descripcion	Unidad	Cantidad		Costo Bs./U	Total Bs	Costo \$/U	Total \$	
MAESTRO DE OBRA DE 1ERA	DIAS	0,5		1480,00	740,00	40,00	20,00	
OBREIRO DE 1ERA	DIA	1		740,00	740,00	20,00	20,00	
ALBAÑIL DE 1ERA	DIA	1		740,00	740,00	20,00	20,00	
AYUDANTE N1	DIA	1		740,00	740,00	20,00	20,00	
AYUDANTE N2	DIA	0,5		360,00	180,00	10,00	5,00	
TOTAL DE MANO DE OBRA						3140,00	-	85,00
COSTO UNITARIO DE MANO DE OBRA						1046,67	-	28,33
					Total Bs		Total \$	
					TOTAL UNITARIO	10347,15	-	282,53
					15% ADMINISTRATIVO	1552,07	-	43,11
					TOTAL	11899,22	-	325,65
					10% UTILIDAD	1189,92	-	32,56
					TOTAL DE PRECIO UNITARIO	13089,14	-	358,21

Fuente: Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024).

Tabla 4.14. Análisis de precio unitario del concreto experimental con 7 kg de bagazo de caña de azúcar

		PROYECTO: EFECTOS DE LA FIBRA DEL BAGAZO DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CON UN F' C = 250 KG/CM2 A LOS 28 DÍAS DE EDAD, CON UNA ADICIÓN DE 2,5KG, 4KG Y 7KG POR METRO CUBICO DE CONCRETO. SEGÚN LA NORMA COVENIN 1753 2006.						
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS								
PARTIDA Nro:						A.P.U. #	3	
DESCRIPCION:	DISEÑO DE UN CONCRETO EXPERIMENTAL CON 7 KG DE BAGAZO					CANTIDAD	1	
						UNIDAD	M3	
						RENDIMIENTO	3	
MATERIALES								
Descripcion	Unidad	Cantidad	% Desp.	Cantidad corregida	Costo Bs./U	Total Bs	Costo \$/U	Total \$
CEMENTO PORTLAND TIPO I	SACOS	10	30	13	280,00	3640,00	7,57	98,38
ARENA LAVADA	M3	0,56	30	0,74	800,00	592,00	21,62	16,00
PIEDRA PICADA 1 1/2"	M3	0,60	30	0,78	1400,00	1092,00	37,84	29,51
BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR		7,00	30	9,1	0,00	0,00	0,00	0,00
AGUA	M3	0,209	30	0,272	720,00	195,84	20,00	5,44
TOTAL DE MATERIALES						5519,84	-	149,33
COSTO UNITARIO DE MATERIALES						5519,84	-	149,33
EQUIPOS								
Descripcion		Cantidad	Costo Bs./U	Total Bs	Costo \$/U	Total \$		
PALA		1	740,00	740,00	20,00	20,00		
CUCHARA PARA ALBAÑILERIA		3	222,00	666,00	6,00	18,00		
CARRETILLA DE 55 LTS		1	3700,00	3700,00	100,00	100,00		
CONO DE ABRAMS + PLANCHA + BARRA METALICA		1	2960,00	2960,00	80,00	80,00		
TIJERA DE JARDINERIA		2	862,10	1724,20	23,30	46,60		
TROMPO MEZCLADOR DE CONCRETO (ALQUILER)		1	1850,00	1850,00	50,00	50,00		
TOTAL DE EQUIPOS						11640,20	-	314,60
COSTO UNITARIO DE EQUIPOS						3880,07	-	104,87
MANO DE OBRA								
Descripcion	Unidad	Cantidad	Costo Bs./U	Total Bs	Costo \$/U	Total \$		
MAESTRO DE OBRA DE 1ERA	DIAS	0,5	1440,00	720,00	40,00	20,00		
OBRAERO DE 1ERA	DIA	1	720,00	720,00	20,00	20,00		
ALBAÑIL DE 1ERA	DIA	1	720,00	720,00	20,00	20,00		
AYUDANTE N1	DIA	1	720,00	720,00	20,00	20,00		
AYUDANTE N2	DIA	0,5	360,00	180,00	10,00	5,00		
TOTAL DE MANO DE OBRA						3060,00	-	85,00
COSTO UNITARIO DE MANO DE OBRA						1020,00	-	28,33
TOTAL UNITARIO						10419,91	-	282,53
15% ADMINISTRATIVO						1562,99	-	43,42
TOTAL						11982,89	-	325,95
10% UTILIDAD						1198,29	-	32,59
TOTAL DE PRECIO UNITARIO						13181,18	-	358,54

Fuente: Battaglini, F. & Gonzalez A. (2024).

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

TITULO	Efectos de la fibra del bagazo de la caña de azúcar en la resistencia a la compresión de un concreto con un $f'c = 250$ kg/cm ² a los 28 días de edad, con una adición de 2,5kg, 4kg y 7kg por metro cubico de concreto. Según la norma covenin 1753 2006.
SUBTITULO	

AUTOR (ES):

APELLIDOS Y NOMBRES	CODIGO CVLAC / E-MAIL
Gonzalez F., Angel J.	ORCID: E- MAIL: angelgonzalezfermin@gmail.com
Battaglini S., Feliangely J.	ORCID: E- MAIL: felibattakam@gmail.com

PALABRAS O FRASES CLAVES:

Concreto
bagazo
agregado
compresión
flexión

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

AREA	SUB AREA
Escuela de ingeniería y Ciencias aplicadas	Ingeniería civil

RESUMEN (ABSTRACT):

Al realizar este trabajo de grado se busca una alternativa sostenible que ayude a mejorar la resistencia a compresión y a flexión utilizando fibra de bagazo de caña de azúcar en un concreto con un $f'c = 250\text{kg/cm}^2$ a los 28 días de edad con una adición de 2,5kg, 4kg y 7kg por m^3 de concreto según la norma COVENIN 1753-2006 para esto se realizaron los ensayos de calidad al agregado fino como al grueso según la norma COVENIN 277-2000. Seguidamente se diseñó una mezcla de concreto patrón y experimental adicionando 2,5kg, 4kg y 7kg de fibra de bagazo de la caña de azúcar por m^3 de concreto. Después se realizaron los ensayos de resistencia a compresión a los 7, 14 y 28 días de edad de cada concreto. Según la norma COVENIN 338-2002. A continuación, se procedió a realizar los ensayos de resistencia a flexión a los 28 días de edad al concreto patrón y experimental. Según la norma COVENIN 342-1979 y por último se comparó los resultados de resistencia a compresión, flexión, peso, costo y trabajabilidad de cada muestra, dando como resultado una resistencia a compresión de 271 kg/cm^2 para el patrón, de 297 kg/cm^2 con la adición de 2,5kg de bagazo, de 274 kg/cm^2 con adición 4kg de bagazo la y de 260 kg/cm^2 con 7kg de bagazo. la resistencia a flexión en el patrón arrojó una resistencia de 38 kg/cm^2 para 2,5kg de bagazo dio 39 kg/cm^2 en 4kg de bagazo 41 kg/cm^2 y por último con 7kg de bagazo arrojó 39 kg/cm^2 . concluyendo que la adición de bagazo representa una buena alternativa para aumentar la resistencia a compresión y flexión. Recomendando utilizar 2,5kg y 4kg de bagazo de caña de azúcar por cada m^3 de concreto como la dosis ideal para obtener una buena resistencia a compresión y flexión, respectivamente.

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y
ASCENSO:**

APELLIDO Y NOMBRE	ROL / CODIGO CVLAC / E-MAIL				
CARREÑO, NARCISO	ROL	CA	AS	TU	JU
	E-MAIL	narfraudo@gmail.com			
	ORCID				
GUZMAN, CARLOS	ROL	CA	AS	TU	JU
	E-MAIL	carloscguzmang@gmail.com			
	ORCID				
MORENO, JESUS	ROL	CA	AS	TU	JU
	E-MAIL	jmoreno80.anz@gmail.com			
	ORCID				

FECHA DE DISCUSION Y APROBACION:

AÑO	MES	DIA
2025	JUNIO	25

LENGUAJE: SPA

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y
ASCENSO:**

ARCHIVO (S):

NOMBRE DEL ARCHIVO	TIPO MIME
NAZTTG_BFSJ2025	Application/ms.word

CARACTERES EN LOS NOMBRES DE LOS ARCHIVOS:

ESPACIAL: inespacial _____ (OPCIONAL)

TEMPORAL: intemporal _____ (OPCIONAL)

TITULO O GRADO ASOCIADO CON EL TRABAJO:

Ingeniero civil.

NIVEL ASOCIADO CON EL TRABAJO:

Pregrado.

AREA DE ESTUDIO:

Departamento de ingeniería civil.

INSTITUCION:

Universidad de Oriente/Núcleo de Anzoátegui

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y
ASCENSO:**



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
CONSEJO UNIVERSITARIO
RECTORADO

CUN°0975

Cumandá, 04 AGO 2009

Ciudadano
Prof. JESÚS MARTÍNEZ YÉPEZ
Vicerrector Académico
Universidad de Oriente
Su Despacho

Estimado Profesor Martínez:

Cumplo en notificarle que el Consejo Universitario, en Reunión Ordinaria celebrada en Centro de Convenciones de Cantaura, los días 28 y 29 de julio de 2009, conoció el punto de agenda **"SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICAR TODA LA PRODUCCIÓN INTELECTUAL DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UDO, SEGÚN VRAC N° 696/2009"**.

Leído el oficio SIBI - 139/2009 de fecha 09-07-2009, suscrita por el Dr. Abul K. Bashirullah, Director de Bibliotecas, este Cuerpo Colegiado decidió, por unanimidad, autorizar la publicación de toda la producción intelectual de la Universidad de Oriente en el Repositorio en cuestión.

La publicación que hago a usted a los fines consiguientes.



Cordialmente,

JUAN A. BOLANOS CUMBELE
Secretario



C.C: Rectora, Vicerrectora Administrativa, Decanos de los Núcleos, Coordinador General de Administración, Director de Personal, Dirección de Finanzas, Dirección de Presupuesto, Contraloría Interna, Consultoría Jurídica, Director de Bibliotecas, Dirección de Publicaciones, Dirección de Computación, Coordinación de Telesinformática, Coordinación General de Postgrado.

JABC/YOC/manija

Apartado Correos 094 / Teléf: 4008042 - 4008044 / 8008045 Telefax: 4008043 / Cumandá - Venezuela

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y

ASCENSO:

DERECHOS

De acuerdo al artículo 41 del reglamento de trabajos de grado (Vigente a partir del II Semestre 2009, según comunicación CU-034.2009)

“Los Trabajos de Grado son de exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente y solo podrán ser utilizados a otros fines con el consentimiento del consejo de núcleo respectivo, quien lo participara al Consejo Universitario, para su autorización”.

Angel Javier Gonzalez Fermin

AUTOR

Feliangely José Battaglini Salazar

AUTOR

Prof. Narciso Carreño

Tutor Académico

Prof. Carlos Guzmán

Jurado Principal

Prof. Jesús Moreno

Jurado Principal

Prof. Anna Álvarez

Coordinador de la comisión

POR LA COMISION DE TRABAJO DE GRADO