



UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE

DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO DE TITULACIÓN

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

TEMA

**COMPROBACIÓN DE LA PROPIEDAD MECÁNICA DE
COMPRESIÓN DE UN HORMIGÓN CON ADICIÓN DE FIBRA DE
HOJA DE BANANA.**

TUTORA

Mgtr. JULY ROXANA HERRERA VALENCIA

AUTOR

MELANIE STEPHANIA TORRES ALBÁN

GUAYAQUIL

2024

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS

TÍTULO Y SUBTÍTULO:

Comprobación de la propiedad mecánica de compresión de un hormigón con adición de fibra de hoja de banana.

AUTOR/ES:

Torres Albán Melanie Stephania

TUTORA:

Mgtr. July Roxana Herrera Valencia

INSTITUCIÓN:

**Universidad Laica Vicente
Rocafuerte de Guayaquil**

Grado obtenido:

Ingeniero Civil

FACULTAD:

INGENIERÍA, INDUSTRIA Y
CONSTRUCCIÓN

CARRERA:

INGENIERÍA CIVIL

FECHA DE PUBLICACIÓN: 2024

N. DE PÁGS: 91

ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y Construcción

PALABRAS CLAVE: Materiales de Construcción, Hormigón, Resistencia, Fibra

RESUMEN:

En la actualidad, el hormigón es uno de los materiales principales para la construcción y a la vez un proceso no del todo amigable al medio ambiente, provocando efectos dañinos, convirtiendo a las construcciones civiles una de las principales causantes de contaminación, debido a la obtención de materiales y uso de maquinarias que provocan este daño.

Este proyecto de investigación tiene como fin obtener un material que pueda ser usado en esta industria y a la vez beneficie al ambiente, y para esto se realizaron ensayos a compresión con la fibra de hoja de banano, que es un material reciclado y que puede afectar o mejorar las propiedades mecánicas del hormigón.

Además, se elabora un análisis experimental en la que se puede ver la creación de cilindros de hormigón, cada uno con porcentajes de 5%, 10% y 15% de este material sostenible y con la arena, por otra parte, se mantuvo la misma cantidad de cemento, piedra y agua para luego pasar a la rotura del mismo y verificar si su resistencia iguala o supera a la dosificación previamente realizada $f'c$ 210 kg/cm².

Por otra parte, se elaboró 4 muestras de cilindro de hormigón con la fibra de hoja de banana cada uno con los porcentajes anteriormente mencionados y un cilindro de control en la que no tiene ninguna fibra, posteriormente se hizo la rotura de cilindros a los 7, 14 y 28 días.

N. DE REGISTRO (en base de datos):	N. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (Web):		
ADJUNTO PDF:	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
CONTACTO CON AUTOR/ES: TORRES ALBÁN MELANIE STEPHANIA	Teléfono:	E-mail: mtorresalb@ulvr.edu.ec
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	Decano. Ph.D Marcial Calero Amores Teléfono: (04) 259 6500 Ext. 241 E-mail: mcaleroa@ulvr.edu.ec Torres Rodríguez Jorge Enrique Teléfono: (04) 259 6500 Ext. 242 E-mail: etorresr@ulvr.edu.ec	

CERTIFICADO DE SIMILITUD

COMPROBACIÓN DE LA PROPIEDAD MECÁNICA DE COMPRESIÓN DE UN HORMIGÓN CON ADICIÓN DE FIBRA DE HOJA DE BANANA.

INFORME DE ORIGINALIDAD

5%

INDICE DE SIMILITUD

4%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

ENCONTRAR COINCIDENCIAS CON TODAS LAS FUENTES (SOLO SE IMPRIMIRÁ LA FUENTE SELECCIONADA)

1%

★ ciclistasurbanosuio.wordpress.com

Fuente de Internet

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Apagado

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

El estudiante egresado **MELANIE STEPHANIA TORRES ALBÁN**, declara bajo juramento, que la autoría del presente Trabajo de Titulación, **COMPROBACIÓN DE LA PROPIEDAD MECÁNICA DE COMPRESIÓN DE UN HORMIGÓN CON ADICIÓN DE FIBRA DE HOJA DE BANANA**, corresponde totalmente a él suscrito y me responsabilizo con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedo los derechos patrimoniales y de titularidad a la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, según lo establece la normativa vigente.

Autor

Melanie Stephania Torres Albán

Firma:



C.I.: 0959450651

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL DOCENTE TUTOR

En mi calidad de docente Tutor del Trabajo de Titulación **COMPROBACIÓN DE LA PROPIEDAD MECÁNICA DE COMPRESIÓN DE UN HORMIGÓN CON ADICIÓN DE FIBRA DE HOJA DE BANANA**, designado(a) por el Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Trabajo de Titulación, titulado: **COMPROBACIÓN DE LA PROPIEDAD MECÁNICA DE COMPRESIÓN DE UN HORMIGÓN CON ADICIÓN DE FIBRA DE HOJA DE BANANA**, presentado por la estudiante **MELANIE STEPHANIA TORRES ALBÁN** como requisito previo, para optar al Título de **INGENIERO CIVIL**, encontrándose apto para su sustentación.

Firma:

Mgtr. July Roxana Herrera Valencia

C.C. 0916201569

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi eterno agradecimiento a cada una de las personas que me estuvieron acompañando en todo el proceso de mi carrera, dándome fuerzas y ánimos en todo momento.

Además, quiero agradecer a mis familiares por su amor incondicional, apoyo constante y paciencia, son un pilar fundamental en mi vida y sin su apoyo y motivación este logro no sería posible.

También me gustaría agradecer a mi tutora de tesis, la Mgtr. July Roxana Herrera Valencia, por su paciencia y por aconsejarme durante la elaboración de este proyecto de investigación.

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico primero a Dios, por haberme guiado y permitido cumplir una meta más en mi vida, por darme ánimos y fuerza para continuar y terminar este largo camino.

A mi mamá, Esthela Violeta Albán García y a mi hermano Jorman Miguel Torres Albán por su amor, paciencia, apoyo incondicional y sacrificio que ha sido mi principal razón para seguir adelante en mi carrera. A mi abuelo, Víctor Hugo Albán Campoverde por su amor, motivación y consejos que me han guiado y ayudado siempre.

También a mi padrino Alfonso Moreira, por sus consejos y apoyo constante, que han significado mucho para mí. Y por último pero no menos importante, a mi mascota Canelita, por acompañarme todos los días mientras realizaba mi tesis.

Muchas gracias a todos.

RESUMEN

En la actualidad, el hormigón es uno de los materiales principales para la construcción y a la vez un proceso no del todo amigable al medio ambiente, provocando efectos dañinos, convirtiendo a las construcciones civiles una de las principales causantes de contaminación, debido a la obtención de materiales y uso de maquinarias que provocan este daño.

Este proyecto de investigación tiene como fin obtener un material que pueda ser usado en esta industria y a la vez beneficie al ambiente, y para esto se realizaron ensayos a compresión con la fibra de hoja de banano, que es un material reciclado y que puede afectar o mejorar las propiedades mecánicas del hormigón.

Además, se elabora un análisis experimental en la que se puede ver la creación de cilindros de hormigón, cada uno con porcentajes de 5%, 10% y 15% de este material sostenible y con la arena, por otra parte, se mantuvo la misma cantidad de cemento, piedra y agua para luego pasar a la rotura del mismo y verificar si su resistencia iguala o supera a la dosificación previamente realizada $f'c$ 210 kg/cm².

Por otra parte, se elaboró 4 muestras de cilindro de hormigón con la fibra de hoja de banana cada uno con los porcentajes anteriormente mencionados y un cilindro de control en la que no tiene ninguna fibra, posteriormente se hizo la rotura de cilindros a los 7, 14 y 28 días.

Palabra clave: Materiales de Construcción, Hormigón, Resistencia, Fibra.

ABSTRACT

Currently, concrete is one of the main materials for construction and at the same time a process that is not entirely friendly to the environment, causing harmful effects, making civil constructions one of the main causes of pollution, due to obtaining materials and use of machinery that cause this damage.

This research project aims to obtain a material that can be used in this industry and at the same time benefits the environment, and for this compression tests were carried out with banana leaf fiber, which is a recycled material and that can affect or improve the mechanical properties of concrete.

In addition, an experimental analysis is carried out in which you can see the creation of concrete cylinders, each with percentages of 5%, 10% and 15% of this sustainable material and with sand, on the other hand the same amount of cement, stone and water to then move on to break it and verify if its resistance equals or exceeds the previously made dosage $f'c$ 210 kg/cm².

On the other hand, 4 concrete cylinder samples were made with banana leaf fiber, each with the aforementioned percentages and a control cylinder in which it did not have any fiber, subsequently the cylinders were broken at 7, 14 and 28 days.

Keyword: Construction Materials, Concrete, Resistance, Fiber

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I	2
1.1 Tema:.....	2
1.2 Planteamiento del Problema:	2
1.3 Formulación del Problema	4
1.4 Objetivo General.....	4
CAPÍTULO II	6
2.1 Marco Teórico.....	6
2.1.1 Hormigón.	8
2.1.2 Propiedades del Hormigón.	10
2.1.3 Arena.....	11
2.1.4 Áridos.....	12
2.1.5 Cemento.....	14
2.1.6 Agua.	16
2.1.7 Aditivos.....	16
2.1.8 Resistencia a la Compresión.	18
2.1.9 Historia del Sector Bananero en Ecuador.	18
2.1.10 Banano.....	20
2.1.11 Pseudotallo.....	21
2.1.11 Variedades del Banano.....	22
2.1.12 Fibra.	23
2.1.12 Fibra de Banano.....	24
2.1.13 Propiedades Químicas en la Fibra de Hoja de Banano.	24
2.1.13 Propiedades Físicas en la Fibra de Hoja de Banano.	25
2.1.14 Clasificación de la Fibra de Banano.....	26

2.1.15 Obtención de la Fibra de Banano.	27
2.2 Marco Legal.	28
2.2.1 Normativa Nacional.	28
2.2.2 Constitución de la República del Ecuador, Registro Oficial 449 de 20-oct.-2008.	28
2.2.3 Ley De Gestión Ambiental, Codificación Registro Oficial Suplemento 418 de 10-sep-2004.	31
2.2.4 Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021 Toda Una Vida.	32
CAPÍTULO III	33
3.1 Enfoque de la Investigación.	33
3.2 Alcance de la Investigación.	33
3.3 Técnica e Instrumentos para Obtener los Datos.	34
3.4 Población y Muestra.	34
CAPÍTULO IV	35
4.1 Preparación de la Fibra de Hoja de Banano.	35
4.2 Preparación de Cilindros	38
4.3 Pesos y Roturas de los Cilindros	47
4.4 Presentación y análisis de resultados	59
BIBLIOGRAFÍA.	66
ANEXOS	71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Línea de Investigación Institucional/Facultad	5
Tabla 2: Estados del Hormigón.	9
Tabla 3: Tipos de fallas en probetas de hormigón.....	17
Tabla 4: Propiedades químicas de la fibra de banano.....	25
Tabla 5: Propiedades físicas de la fibra de banano.....	26
Tabla 6: Dosificación del hormigón de 210 kg/cm ² sin fibra.....	38
Tabla 7: Dosificación del hormigón de 210 kg/cm ² con el 5% de fibra.....	42
Tabla 8: Dosificación del hormigón de 210 kg/cm ² con el 10% de fibra.....	44
Tabla 9: Dosificación del hormigón de 210 kg/cm ² con el 15 % de fibra.....	45
Tabla 10: Datos de los ensayos a compresión los primeros 7 días.....	59
Tabla 11: Datos de los ensayos a compresión a los 14 días.....	60
Tabla 12: Datos de los ensayos a compresión a los 28 días.....	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Hormigón.....	8
Figura 2: Arena.....	12
Figura 3: Árido grueso.....	13
Figura 4: Árido fino.....	13
Figura 5: Cemento Holcim.....	14
Figura 6: Sector bananero.....	19
Figura 7: Partes de la planta de banana.....	21
Figura 8: Pseudotallo.....	22
Figura 9: Fibra de banana.....	23
Figura 10: Clasificación de la fibra de hoja de banana.....	27
Figura 11: Plantas de banano.....	35
Figura 12: Separación de capas del tallo.....	36
Figura 13: Capas.....	36
Figura 14: Separación de las fibras.....	37
Figura 15: Secado de las fibras de banano al sol.....	37
Figura 16: Fibras de banano secas.....	38
Figura 17: Peso del Cemento según el diseño.....	39
Figura 18: Peso del agregado fino.....	39
Figura 19: Peso del agregado grueso.....	40
Figura 20: Cantidad de agua según el diseño.....	40
Figura 21: Peso total de la fibra de hoja de banano.....	41
Figura 22: Recorte de fibra en pequeñas tiras.....	41

Figura 23: Agua agregada	42
Figura 24: Mezcla de hormigón	42
Figura 25: Colocación del hormigón a los cilindros	43
Figura 26: Cilindros de hormigón con el 5% de fibra de hoja de banano	43
Figura 27: Peso de la fibra de banano al 10%.....	44
Figura 28: Cilindros con el 10% del agregado.....	45
Figura 29: Mezcla sobrante del hormigón con 15% del agregado.....	45
Figura 30: Cilindros con el 15% del agregado	46
Figura 31: Cilindros colocados en piscina de curado	46
Figura 32: Peso del cilindro de hormigón sin fibra.....	47
Figura 33: Rotura del cilindro de hormigón sin fibra a los 7 días	47
Figura 34: Peso del cilindro de hormigón con 5% de fibra	48
Figura 35: Rotura del cilindro con 5% de fibra a los 7 días.....	48
Figura 36: Peso del cilindro de hormigón con 10% de fibra	48
Figura 37: Rotura del cilindro con 10% de fibra a los 7 días	49
Figura 38: Peso del cilindro de hormigón con el 15% de fibra.....	50
Figura 39: Rotura del cilindro con 15% de fibra a los 7 días	50
Figura 40: Peso del cilindro de hormigón sin fibra.....	51
Figura 41: Rotura del cilindro sin fibra a los 14 días.....	51
Figura 42: Peso del cilindro de hormigón con el 5% de fibra.....	52
Figura 43: Rotura de cilindro con 5% de fibra a los 14 días	52
Figura 44: Peso del cilindro de hormigón con 10% de fibra	53
Figura 45: Rotura de cilindro con 10% de fibra a los 14 días	53

Figura 46: Peso del cilindro de hormigón con 15% de fibra	54
Figura 47: Rotura del cilindro con 15% de fibra a los 14 días.....	54
Figura 48: Peso del cilindro de hormigón sin fibra	55
Figura 49: Rotura de cilindro de hormigón sin fibra	55
Figura 50: Peso del cilindro de hormigón con 5% de fibra	56
Figura 51: Rotura de cilindro con 5% de fibra a los 28 días	56
Figura 52: Peso del cilindro de hormigón con 10% de fibra	57
Figura 53: Rotura de cilindro con 10% de fibra a los 28 días	57
Figura 54: Peso del cilindro de hormigón con 15% de fibra	57
Figura 55: Rotura de cilindro con 15% de fibra a los 28 días	58
Figura 56: Ensayo a compresión sin fibra.	61
Figura 57: Ensayo a compresión con 5% de fibra.	61
Figura 58: Ensayo a compresión con 10% de fibra.	62
Figura 59: Ensayo a compresión con 15% de fibra.	62
Figura 60: Datos totales de los cilindros.....	63

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Elaboración de la mezcla de hormigón con la fibra de hoja de banana.....	71
Anexo 2: Colocación del hormigón en el molde cilíndrico.	72
Anexo 3: Colocación de los cilindros en la piscina de curado.	73
Anexo 4: Peso de los cilindros.....	74
Anexo 5: Rotura de los cilindros.	75

INTRODUCCIÓN

El hormigón como tal se ha convertido en uno de los materiales, mayormente usados en la construcción, por causa de su durabilidad, versatilidad y su competencia por resistir grandes cargas, no obstante, a pesar de contar con muchas ventajas también se considera las limitaciones que éste presenta, como tener una resistencia mínima en la tracción y por tener fisuras en la parte baja debido a la carga que puede tener, sin mencionar la gran contaminación ambiental que genera. Por estas razones, se ha incitado a buscar nuevas soluciones que ayuden a las propiedades mecánicas del hormigón.

En estos tiempos la opción de aditivos con el fin de reforzar el hormigón, ha llamado la atención de gran manera, apareciendo nuevas alternativas que podrían ser aplicadas en la mezcla de hormigón, en donde podría brindar mayor resistencia, económico y a la vez ayudando al medio ambiente, como por ejemplo la fibra de hoja de banana, siendo un producto agrícola, proveniente de lugares tropicales, en donde presenta buenas propiedades y beneficioso para el medio ambiente.

Este proyecto de investigación se basa en la mezcla de hormigón con la fibra de hoja de banana, y comprobar cómo este material afecta o mejor la resistencia del hormigón, mediante varias pruebas mecánicas a compresión, obteniendo resultados en la que se podrá analizar el impacto de cada mezcla o cilindro con los diferentes porcentajes que fueron agregados.

El fin de este proyecto no solo es verificar qué tan viable es el uso de fibra de hoja de banana para mejorar las propiedades mecánicas del hormigón, también se busca ayudar al desarrollo de nuevas propuestas para usar en la construcción que sean sostenibles, económicas y a la vez amigables al medio ambiente. Al realizar esta investigación se espera avanzar en cuanto a materiales de construcción, y promover ideas ecológicas que puedan ser aplicadas en la ingeniería civil.

CAPÍTULO I

ENFOQUE DE LA PROPUESTA

1.1 Tema:

Comprobación de la propiedad mecánica de compresión de un hormigón con adición de fibra de hoja de banana.

1.2 Planteamiento del Problema:

El cuidado ambiental se ha vuelto un tema importante en países desarrollados, las construcciones como tal no son un proceso amigable con el medio ambiente, haciendo que se produzcan efectos dañinos de manera directa o indirecta, y que a nivel mundial se considere a las obras civiles como el que causa efectos negativos al medio ambiente. La construcción es una de las razones por las cuales se genera la contaminación a diferencia de otras industrias, debido a que se usan diferentes tipos de maquinarias, herramientas, materiales u otros recursos que generan el daño ambiental.

Muy pocas empresas se enfocan en considerar el medioambiente o desarrollar estrategias que puedan reducir la contaminación, por lo que importa más el periodo en que la obra terminará, dando menor importancia a los daños ambientales que pueden causar. En países desarrollados no contienen datos suficientes en base al problema ambiental que son causados por materiales o tecnología de construcción, haciendo que se dificulte los descubrimientos para reducir el daño del ambiente.

En la actualidad, la industria de la construcción usa materiales o recursos que no son renovables. El hormigón, es un material mayormente usado y que para su obtención requiere altas cantidades de tiempo en energía, sin mencionar que este material arroja gases de efecto invernadero. Aparte, instrumentos como la arena y grava para el hormigón, pueden dañar el medio ambiente causando cansancio o agotamiento a los recursos naturales.

La explotación de canteras es un factor importante, ya que es así como se obtiene los materiales, en las cuales se usan para distintos tipos de estructura o edificación, “las explotaciones de canteras, producen un material particulado en el ambiente, que aumenta enfermedades pulmonares en la población, como la bronquitis crónica, lo que constituye un grande y delicado conflicto ambiental” (Torres Rico, 2021).

Si se explota a grandes cantidades puede causar una consecuencia en cuanto a lo ambiental, provocando posiblemente contaminación en el agua, u otro tipo de gases. Sin embargo, “los problemas creados por la explotación de las canteras para extraer agregados en el área de la construcción tienen niveles cada vez más elevados debido a los incrementos de las edificaciones por la elevada demanda de la población” (Briones Fernández y Tomalá Fegán, 2023).

En el instante en donde se obtiene los materiales gracias a las canteras, se ve la necesidad de transportar los materiales, por medio de camiones, generando de cierto modo un mayor tráfico, ruido entre otros factores. Es importante que una vez se tenga herramientas de las canteras, proponer medidas en donde se pueda rehabilitar estas zonas. Se debe buscar alternativas que sean aptas para reducir o mitigar el impacto negativo al medio ambiente.

Por otra parte, el hormigón hidráulico tradicional puede tener una resistencia insuficiente, en la que se puede ver afectada la función de este tipo de estructura. Se puede dar el caso de una falla en la resistencia en donde pudo ser causado por los materiales que fueron empleados. Durante la etapa de construcción, el control de calidad debe ser bueno debido a que si no se tiene en cuenta este factor, puede traer mayores problemas y no cumpliría con su propósito en la parte estructural.

Antes de llevar a cabo esta alternativa, se deberá investigar tanto características como las propiedades de la fibra de hoja de banano, además de indagar la capacidad del hormigón, examinar la durabilidad, el comportamiento en resistencia. Una vez se obtenga las propiedades y características de cada material, se verificará qué tan factible puede llegar a ser el hormigón junto con la fibra de hoja de banano.

En base a esta problemática es que se da como una posible solución la fibra de hoja de banano, por lo que puede ser usada como un refuerzo o ayuda para el hormigón haciendo que sus propiedades mecánicas aumenten y con ella disminuir el impacto al medio ambiente. Agregando la fibra de hoja de banano al hormigón se espera utilizar un material que sea renovable y que con el pasar del tiempo pueda llegar a reducir la dependencia de materiales comunes.

1.3 Formulación del Problema

¿Cómo contribuye la adición de fibra de hoja de banano en la resistencia del hormigón?

1.4 Objetivo General

- Comprobar la propiedad mecánica de compresión de un hormigón con adición de fibra de hoja de banano.

1.5 Objetivos Específicos

- Definir las propiedades y características de los materiales a usar.
- Desarrollar ensayos con diferentes porcentajes de fibra de hoja de banano y verificar la resistencia a compresión mediante pruebas mecánicas.
- Comparar el comportamiento a compresión del hormigón tradicional con el hormigón con la fibra de hoja de banano.

1.6 Hipótesis

El hormigón con adición de fibra de hoja de banano mejora la resistencia a compresión.

1.7 Línea de Investigación Institucional / Facultad.

Tabla 1: Línea de Investigación Institucional / Facultad.

Línea institucional:	Territorio, medio ambiente y materiales innovadores para la construcción
Líneas de facultad de Ingeniería, industria y construcción:	Materiales de Construcción

Fuente: ULVR (2023)

CAPÍTULO II

MARCO REFERENCIAL

2.1 Marco Teórico

En la actualidad es necesario elaborar sistemas en la construcción en donde se use materiales innovadores y amigables con el ambiente, para crear elementos estructurales. Este proyecto de investigación contiene un material nuevo en la que puede ser aplicado en distintas maneras en cuanto a la elaboración del hormigón, cuyo fin principal es reducir de cierto modo la contaminación ambiental.

En el proyecto de investigación realizado por Briones Fernández y Tomalá Fegán (2023), se lleva a cabo el tema “Elaboración de un panel de hormigón hidráulico para mampostería en pared adicionando fibra de hoja de maíz” de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, en donde tiene como objetivo, realizar un diseño de hormigón tradicional en donde su resistencia sea de $f'c$ 210 Kg/cm², determinar la cantidad que agregará de dicha fibra a cada muestra, y por último una comparación entre el hormigón tradicional y los resultados obtenidos del diseño elaborado, dando como resultado que el ensayo de 5% dio $f'c$ 210,09 Kg/cm², el 10% dio un $f'c$ de 171,89Kg/cm² y por último al 15% dio un $f'c$ 159,16 Kg/cm². Concluye diciendo “la mezcla con el 5% cumple con el diseño tradicional, en menos porcentajes de hoja de maíz esta resistencia será la requerida, mientras más porcentajes de hoja de maíz se agregue la resistencia disminuirá.”

En el tema de investigación elaborado por Madruñero Astudillo y Salazar Alvarez (2021), donde presenta el tema titulado “Piedras de enchape a partir de sacos de cemento y fibra de banano reciclados para edificaciones”, explica que para crear la piedra de enchape, colocó 4% fibra de banano, mientras que de sacos de cemento ocupó el 1%, dando un total de 5% respecto a la fibra colocada. Luego realizó un prototipo irregular, presentándose una aparición de moho en la que se le colocó un aditivo tipo sellador, para que dé cierto modo mejore la resistencia. Al final, dicho prototipo que contenía estas fibras llegó a tener un buen aspecto, con materiales naturales o fáciles de conseguir.

El siguiente proyecto fue elaborado por Choez Garabi y Yáñez Muñoz (2024), y lleva como tema “Prototipo de paneles con hormigón modificado a base de caucho granulado para viviendas de 1 piso de conformidad con la norma (nec-15)” en donde realizaron una dosificación de caucho granular al 5%, 10% y por último al 15% para elaborar pruebas que los ayude a determinar que cada uno de los ensayos o muestras logren cumplir con la especificación establecida en la Norma NEC-15 para construcción de viviendas que sea de un piso sin cambiar la propiedad del bloque común. Tomaron en cuenta los materiales para elaborar el panel de hormigón tradicional, tales como, agua, cemento, arena entre otros elementos guiados al diseño de hormigón de 210 kg/cm². Después de la elaboración de los ensayos, determinaron que se puede obtener un hormigón no tradicional con el 5% de caucho en la que su resistencia se da los 210 kg/cm² a compresión, y que la mejor opción para el panel era con el hormigón modificado.

El proyecto “Diseño de un prototipo de bloque estructural utilizando ceniza de hoja de plátano y fibra del tallo de la planta del plátano” elaborado por Carpio Vilema y Villon De la Cruz (2023), se basa en la elaboración de un prototipo de bloque añadiendo materiales provenientes del plátano, teniendo como resultados los siguientes aspectos, usando el cemento, piedra, agua y con el 5% del material innovador es la dosificación necesaria para el bloque estructural, y que cumple con la categoría de la tabla INEN 3066. Además, asegura que si se disminuye cantidades, tales como arena y piedra, y agregando el material nuevo, el valor será menor, esto gracias a que dichos materiales que se propuso son de desechos orgánicos.

En la tesis realizada por Delgado Loor (2019), en el tema “Comportamiento mecánico de una teja tipo elaborada con mortero hidráulico y prototipo con adición de fibra de tallo de banano”, en donde se obtuvo como resultado que la correcta dosificación respecto a resistencia mecánica se refiere, junto los materiales innovadores, tales como fibra y pseudotallo y con cantidades específicas de otros elementos, se obtiene una teja con un peso ligero es de 2216 g. También se obtuvo una mejora en las propiedades en la cubierta, en donde se agregó la fibra de pica y lavada del tallo del banano, realizando una comparación con la norma NTE INEC 2420: 2005, asegurando que la cumple completamente.

2.1.1 Hormigón.

Se lo conoce comúnmente como hormigón convencional, donde se obtiene una mezcla homogénea que involucra diversos materiales. Además “El hormigón es un material de construcción que se obtiene mezclando agua, cemento, arena, piedra y otros aditivos. Es así que luego del proceso de fraguado se endurece, por tanto, para la fabricación es necesario que cumplan especificaciones técnicas” (Briones Fernández y Tomalá Fegán, 2023)

Para elaborar hormigón y obtener una consistencia homogénea, se basará en la mezcla de materiales que se le añaden como lo son los aglomerados, áridos y agua. Las cantidades cambiarán dependiendo el fin que se le dé, cabe mencionar que entre más líquido se le agregue, será más dócil, pero a la vez resultará menos resistente. (Ferrovia, 2024)

Además, las ventajas de usar un material como este, es que se puede usar fácilmente, se adapta de manera rápida, dependiendo el fin estructural que tenga, tiene una durabilidad larga debido a sus propiedades y tiene una buena resistencia en cuando al calor, flexión, compresión, entre otros. (Ferrovia, 2024)

Figura 1: Hormigón.



Fuente: Byond (2013)

Este material mundialmente usado, hace que los elementos que la conforman se compacten pasado cierto tiempo, haciendo que este material sea capaz de aguantar o soportar fuerzas a compresión. Por otro lado, el hormigón se produce en 3 estados, fresco, fraguado y endurecido, en la que cada una de ellas pasa por un desarrollo para poder cumplir con los parámetros por la que fue previamente diseñado, como se muestra a continuación en la Tabla 2.

Tabla 2: Estados del Hormigón.

ESTADO	CARACTERÍSTICAS
Fresco	Es una mezcla en la que puede ser manipulada o maleable fácilmente. Buen porcentaje de trabajabilidad y conformabilidad etc.
Fraguado	Se caracteriza por la expulsión de flexibilidad del hormigón en estado fresco. En donde su resistencia va aumentando.
Endurecido	Pasado el tiempo de curado, empieza a fraguar y endurecerse, en donde es capaz de soportar la carga y su durabilidad se representa de manera significativa.

Fuente: Briones Fernández y Tomalá Fegán (2023)

Según Ferrovial (2024), existen diferentes tipos de hormigón, tales como:

2.1.1.1 Hormigón En Masa. Se lo usa en grandes cantidades, con una dimensión mayor a 3 metros.

2.1.1.2 Hormigón Estructural. Se aplica en todo tipo de obra o edificación, se caracteriza porque tiene como objetivo aumentar la durabilidad.

2.1.1.3 Hormigón Ligero. Se lo conoce también, su función es reducir la densidad y renovar su aislamiento térmico, se lo aplica para ajustar suelos desnivelados o cubiertas echado a perder.

2.1.1.4 Hormigón Armado. Su fin es juntar el hormigón con la estructura metálica para así obtener una mejor resistencia en cuanto a lo estructural, normalmente se lo aplica en la elaboración de puentes, columnas o edificios.

2.1.1.5 Hormigón Pretensado. Este tipo de hormigón lo que realiza es arreglar la debilidad natural del hormigón, por lo cual se lo elabora de manera industrial y con acero a compresión antes de empezar a usarlo.

2.1.1.6 Hormigón Pulido. Es perfecto para alisar superficies, brindando pavimentos con mayor capacidad de resistencia en cuanto a humedad y grietas se refiere, además de, conceder el paso de las maquinarias evitando daños al material.

2.1.2 Propiedades del Hormigón.

2.1.2.1 Hormigón Fresco. Según Jové (2018), el hormigón en estado fresco está compuesto por las siguientes propiedades:

Consistencia.

Este dependerá en varios factores para deformarse, como la cantidad de agua que se colocará, dimensión del árido, cantidad y forma de áridos, al realizar ensayos en los codos de Abrams se pueden obtener distintos resultados, como:

1. Consistencia seca desde 0 hasta 2 cm.
2. Consistencia plástica, que va desde 3 hasta 5 cm.
3. Consistencia blanda que va desde 6 a 9 cm.
4. Consistencia fluida, esta puede ser mayor a 10 cm y menor de 15 cm.
5. Y por última la líquida que es mayor a 16 cm.

Docilidad.

Se basa en la capacidad que tiene el hormigón al momento de ser colocado en la obra, en donde dependerá de los mismos materiales antes mencionado en la consistencia, que son, la dimensión de los áridos, cantidad y forma de áridos y cantidad de agua que se colocará.

Homogeneidad.

Es una característica en la que se hace presente en el elemento del hormigón que están dispersas por toda la mezcla, será homogéneo siempre y cuando todos los materiales estén colocados de la manera correcta, caso contrario se puede malgastar por mucha cantidad de agua, que el árido esté pasado de su tamaño, muchas vibraciones producidas por el transporte o mala colocación en la obra.

2.1.2.2 Hormigón Endurecido. El estado del hormigón endurecido se da cuando han transcurrido los 28 días. Según Jové (2018), éstas son sus propiedades:

- **Deformabilidad.** - Se tomará en cuenta, el tiempo que tiene el hormigón, tiempo de carga, etc.
- **Permeabilidad.** - Ésta ayuda a la difusión de agentes agresivos mediante el hormigón.
- **Peso Específico.** - Sus valores comunes son: para hormigón en masa, 2300 kg/m³ y el hormigón armado es de 2500 kg/m³
- **Compacidad.** - Deberá cumplir con valores de hasta el 95% en cuanto a dosificación y compactación.
- **Adherencia.** - Será vital el uso de acero o materiales metálicos, por otra parte, dependerá de la superficie y calidad del hormigón.
- **Durabilidad.** - Esto quiere decir que el hormigón cumplirá con su vida útil durante el tiempo estimado.

2.1.3 Arena.

La arena se la describe como un material que puede ser adquirido desde la descomposición de manera natural de las rocas con el pasar del tiempo, por medio del método de trituración mecánica, en la que su tamaño es menor a los 5 mm. (Arqhys, 2017)

La arena se usa normalmente en la construcción para casas, industria o carreteras, cada año se saca un poco más de 40 millones de toneladas de dicho material. Por otro lado, la ventaja de la arena en cuanto a la construcción es que aporta una resistencia mayor en la mezcla, más si se trata de concreto. Además, la composición de la arena, puede cambiar, el componente más usado o habitual es la sílice que tiene forma de cuarzo, además de la caliza molida. (Cemix, 2024)

Figura 2: Arena.



Fuente: Arqhys (2017)

Hay diferentes clases de arena, está la fina y la gruesa, en donde la arena fina se usa para la elaboración de morteros de albañilería e incluso en revestimiento en las paredes, a comparación de la arena gruesa o también conocida como arena lavada, se mezcla junto con el cemento para así tener un mortero de albañilería pero su uso es para la construcción de puentes o caminos. (Grupo Grasa, 2023)

2.1.4 Áridos.

Los áridos son productos tanto minerales como industriales que son fundamentales para cada día, es una materia prima para la construcción de infraestructuras, protección al ambiente. Por otra parte, los áridos son una combinación de arena, gravas y rocas trituradas. Se estima que se obtiene 7.950 kilogramos al día y normalmente se los emplean para obras o prefabricados de hormigón. (Asociación Nacional de Empresarios Fabricantes de Áridos [ANEFA], 2024)

Áridos Gruesos. Los áridos son uno de los materiales necesarios para la elaboración de hormigón, ayudando a tener volumen y una mayor resistencia. Los áridos gruesos se caracterizan por tener una partícula que está entre 4.75 mm hasta 150 mm de tamaño, no obstante, los áridos contienen grava, piedra triturada o también conocido como grava triturada, cuya granulometría, obedece al requerimiento según se pida en las especificaciones técnicas. (Medina Vera, 2021)

Figura 3: Árido grueso.



Fuente: Alcazar (2021)

Áridos Finos. Los áridos finos, al igual que los demás materiales deben cumplir con ciertas especificaciones para no tener inconvenientes al momento de crear el hormigón. Su tamaño varía entre los 0.0625 mm y 4.75 mm, es más pequeño a comparación del árido grueso. Además, este tipo de áridos están diseñados con arena natural o la elaborada, o incluso una combinación de ambas. (Medina Vera, 2021)

Figura 4: Árido fino.



Fuente: Byond (2013)

Es de real importancia seleccionar dichos áridos de forma adecuada debido a que existen distintas proporciones y clase de áridos, caso contrario podrían afectar sus propiedades. Mezclando la cantidad y el tipo de árido correcto se obtendrá una estructura duradera.

Los áridos son explotados en espacios abiertos ya sea en canteras o en graveras. Las graveras son explotaciones en donde el material no es consolidado, se aplican equipos de arranque mecánico tales como excavadoras, dragalinas, tractores etc. Por otro lado, las canteras, son las explotaciones que inician de macizos rocosos o arrancamiento del material en donde se lleva a cabo por medio de voladura con explosivo.

2.1.5 Cemento.

El cemento es un polvo fino que se lo usa como un tipo de conglomerado, es un material cuyas propiedades son adhesivas y cohesivas, esto se debe a que se endurece luego de estar en conexión con el agua. Es una herramienta con muchos años de antigüedad en donde se empezó mezclando el agua, arena y otros materiales y es así como se obtuvo el primer material de la época. (Lainez Lino y Vaillacis Apolinario, 2015)

Por otra parte, el cemento, es uno de los materiales mayormente usados en todo el mundo, con el pasar del tiempo, se crean toneladas de hormigón, haciendo que afecte al medio ambiente. Sin embargo “El uso de cemento aumentará a medida que la urbanización global y el desarrollo económico aumenten la demanda de nuevos edificios e infraestructura” (Timperley, 2018).

Figura 5: Cemento Holcim.



Fuente: Holcim Ecuador (2024)

Con el fin de buscar materiales innovadores que ayuden a mejorar las características del hormigón, se desea disminuir el uso del cemento, ya que al ser un elemento que libera gases de efecto invernadero, afecta al medio ambiente. Si se considera el uso de materiales naturales en la mezcla para el hormigón, podría mejorar la sostenibilidad ambiental, la salud de la población que vive en los alrededores, e incluso servir como una innovación tecnológica.

El cemento tiene diversos usos como, por ejemplo:

- Elaboración de concretos estructurales como losa, vigas, plintos, puentes, etc.
- Vías/Pavimentos.
- Mortero para nivelación de pisos, mampostería, o para colocar piezas de cerámica.
- Todo tipo de trabajos de albañilería.

Algunos beneficios de cemento:

- Mejora la manera de trabajar la mezcla
- Disminuye la segregación
- Disminuye el calor de hidratación, también la tendencia a la fisuración
- Mejora el trabajo de fraguado, con una buena resistencia.

Tipos de cemento:

- **Cemento Portland Ordinaria:** Es muy usado a nivel mundial con varios fines, uno de ellos hormigón, mampostería, masilla para las paredes, etc.
- **Cemento Portland Puzolana:** Es perfecto para las estructuras marítimas, alcantarillado e incluso cimentaciones, puentes etc.
- **Cemento con alúmina:** Se usa para construcciones que son obligadas a estar en altas temperaturas o aquellas que dan mucho calor.
- **Cemento de fraguado rápido:** Se aplica para estructuras realizadas bajo el agua o en climas fríos o lluviosos.

2.1.6 Agua.

El agua es de suma importancia para la Tierra, ya que todos los seres vivos que se encuentran en el planeta dependemos de ella. La Tierra cuenta con 1386 millones de kilómetros cúbicos solo de agua, cuya cantidad no ha variado tanto en los últimos tiempos, se dice que sólo el 97% de este recurso vital se ubica en los océanos, mientras que el porcentaje restante se mantiene congelada. Por otro lado, el porcentaje que con tiene el planeta de agua dulce es del 2.5%, en la cual se divide en depósitos subterráneos que cuenta con el 0.5% mientras que el 0.01% están en los ríos y lagos. (Aquaefundación, 2021)



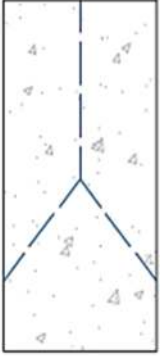
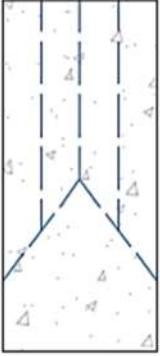
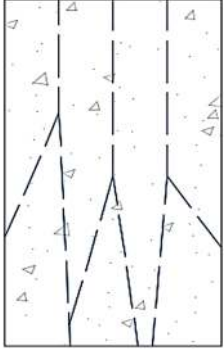

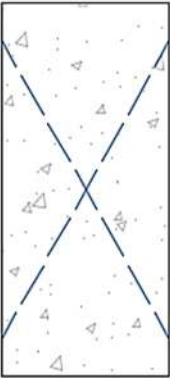
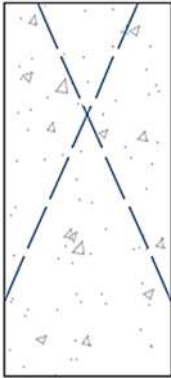
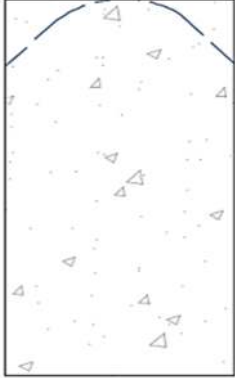
El agua que se ocupará tendrá que estar libre de cantidades que pueden ser perjudiciales, si tiene aceites, ácidos, sales u otras sustancias que son dañino al hormigón o incluso al acero de refuerzo. Aplicar estas normas son importantes para tener mejores resultados con respecto al hormigón, hacerlo más resistente y duradero. Usar agua limpia es esencial para evitar que este material se dañe, no usar aguas con sólidos o aguas industriales y menos agua salada o de mar.

2.1.7 Aditivos.

Este elemento es opcional al momento de realizar el hormigón, dependerá de cómo se quiera modificar las propiedades tanto mecánicas como físicas del concreto, con el fin de mejorarlo o usarlo para otras circunstancias. Este material se presenta de manera líquida o en polvo, pero no debe alterar la dosificación del mismo, sin embargo “Los aditivos son considerados el cuarto componente tipo químico que se adiciona a la mezcla, ya sea a modo concretera o a modo mixer; el cual se adiciona en cantidades cuantificadas según lo requiera el diseño de mezcla” (Apolinario Quiroz y Macías Quinde, 2022).

Tabla 3: Tipos de fallas en probetas de hormigón.

TIPOS DE FALLAS EN PROBETAS DE HORMIGÓN

TIPO 1		TIPO 2		TIPO 3
				
Conos en ambos extremos razonablemente bien formados, fisuras a través de la cabecera menor a 25 mm.		Cono bien formado en uno de los extremos, fisuras verticales que recorren a través de la cabecera.		Fisuras verticales en ambos extremos, conos no muy definidos.
TIPO 4		TIPO 5		TIPO 6
				
Fractura diagonal sin fisuras a través de los bordes, golpear con un martillo para distinguir del tipo 1.	Fracturas a los lados, en el extremo superior o en el fondo (Ocurre comúnmente cuando se ensaya con neoprenos).		Parecido al tipo 5, pero en el extremo del cilindro está en punta.	

Nota: En la Tabla 3, se puede observar las distintas maneras en que una probeta de hormigón puede reaccionar ante la rotura a compresión.

Fuente: Cayo et al., (2021)

2.1.8 Resistencia a la Compresión.

Para conocer la resistencia a compresión de un hormigón se basa en la composición mecánica del mismo, en la que tiene la capacidad de aguantar cargas, las mismas que contiene términos de esfuerzo, para elaborar el ensayo se deberá tener en consideración lo siguiente:

- Usar cilindros
- Obtención de datos, tales como; diámetro, altura, peso del cilindro, en donde se deberá tener mínimo dos valores cuya variación no deberá exceder el 2% entre ellos.
- Que el cilindro esté completamente liso, para que al momento de realizar el ensayo tenga un contacto correcto con la máquina de compresión.
- Comprobar que el indicador se encuentre en 0
- Empezar el ensayo para que la muestra llegue a su fallo, registrando los datos de carga máxima, resistencia y por último verificar el tipo de falla que el cilindro tuvo.

2.1.9 Historia del Sector Bananero en Ecuador.

El boom bananero se dio por los años 50, cuando Ecuador pasó a ser uno de los primeros exportadores de banano de forma internacional, tiempo después apareció el famoso “mal de Panamá” y junto con ella huracanes alrededor, el país se convirtió en la cabecilla en los mercados, debido al soporte que brindó el gobierno de ese tiempo siendo presidente Galo Plaza, en la que ayudó su elaboración gracias a créditos y entrenamientos para los productores alrededor del país. (La Colina Agrotecnología, 2022)

Después de la gran demanda que tuvo en la exportación vinieron las consecuencias, en las que se crearon infraestructura de agricultura, empresas, instituciones públicas, entre otro gracias a las ventas que generaba la exportación de esta fruta como lo es el banano. Debido a las plagas que había en ese tiempo, dañaron los productos, además de que en Centroamérica se logró recuperar el sector

bananero llevando a la quiebra ciertas fincas o haciendas que producían en Ecuador para luego ser ocupadas por empresas grandes. (La Colina Agrotecnología, 2022)

En la provincia de El Oro, hay inspección en base a la producción de banano que se comercializa en los mercados peruanos y chilenos, en la que había complicaciones debido a que no existían carreteras y en ese tiempo el comercio era un total riesgo, por lo que las vías eran inexistentes y se transportaba la producción mediante mulas desde las fincas hasta la estación de tren, incluso en puertos.

Figura 6: Sector bananero.



Fuente: La República (2022)

En cuanto a lo económico y social, las acciones bananeras son de suma importancia para el desarrollo del país, debido a su participación del Producto Interno Bruto (PIB), también para la población con fines de empleo. Por otro lado, el clima también influye, ya que se deberá tener un buen suelo y un clima favorable para obtener algo de calidad. Es el principal producto de exportación por más de 40 años, siendo el país considerado uno de los mayores productores ya que tiene todas las herramientas para el crecimiento.

La planta de banano crece en las condiciones edafoclimáticas, características del clima, suelo que pueden aparecer en diferentes lugares geográficos, haciendo que la textura del clima y suelo sea perfecta ya que es tropical, teniendo una temperatura de 18,5 °C, haciendo que su crecimiento no presente problema, la ventaja de esta fruta es que se puede obtener en cualquier momento y tiene buenas propiedades, brindando carbohidratos, fibra, potasio entre otros nutrientes.

Según el Ministerio de Comercio Exterior (2017), el país tiene aproximadamente 162.236 hectáreas de Banano sembrado y junto con ella más de 4 mil productores de dicha fruta. Además, los trabajadores se centran en provincias como los son Guayas, Los Ríos, El Oro cubriendo entre el 16% y el 41% de dichos productores, El Oro contiene la mayor parte de los trabajadores, y los demás están en Guayas y Los Ríos.

2.1.10 Banano.

En el cultivo de la banana su planta puede llegar hasta los 3 metros de altura y llega a salir una especie de espigas cuyo peso es de aproximadamente 50 kg. Apareció en Asia y África, se lo conoce con distintos nombres tales como banana, cambur, guineo etc., tienen un peso de 200 gr. El 75% del fruto es comestible mientras que el 25% restante es la cáscara. (La Colina Agrotecnología, 2022)

La banana se la tiene como uno de los frutos más consumidos alrededor del mundo, sin mencionar la alta demanda que ésta presenta. Es un fruto rico en nutrición, que contiene 73% de agua, 24% de carbohidratos, 1% en proteína, 0,5% en grasas y una cantidad de fibra del 2,6%, sin mencionar que también contiene potasio, siendo un alimento que beneficia al ser humano para su sistema cardiovascular.

La pulpa de banana es alta en vitaminas como A, B2, B6, C y E, también contiene hierro, fósforo, además de poseer un calmante en la que ayuda a la estimulación de producción de serotonina. Por otro lado, es usado como hortalizas, en sectores tropicales en la que se cocina con pescado, carne y además se puede obtener una especie de harina dulce en la que puede ser reemplazada por la harina de trigo para elaborar pan.

Además existen países en las que las bananas secas en tonos café oscuro, las consiguen colocándolas en un horno con una temperatura de 80 grados encima de una parrilla. Incluso se lo usa para crear yogurt, compotas o batidos, sin necesidad de mezclarlo con pectina, ya que la misma fruta lo contiene.

Figura 7: Partes de la planta de banana.



Fuente: Info Agrónomo (2020)

Las bananas solían contener semillas, no obstante, actualmente dichas frutas se exportan sin semillas, que normalmente son escogidas por agricultores o por la industria bananera, se puede diferenciar cada banana dependiendo de su color, ya sea verde, amarillo, o marrón cuando están demasiado maduras, adicionalmente existen otras clases de bananas en donde el color es característico, de igual manera todas estas variedades de colores son comestibles.

2.1.11 Pseudotallo.

Al pseudotallo se lo conoce también con el nombre de “tronco”, que es un tallo cuya formación se da por un conjunto de vainas foliares, que son apretadas o pegadas en forma de espiral, tiene como objetivo sostener la racima de un peso de 50 kg aproximadamente, por ende es la parte más fuerte de la planta, está compuesta mayormente por agua, cuyo fin es absorber la humedad para así enviarla por toda la mata, convirtiéndolo en un potencial en cuanto a la biomasa lignocelulósica residual, que está combinada con azúcares y carbohidratos.

Figura 8: Pseudotallo.



Fuente: Instituto Colombiano Agropecuario (2014)

2.1.11 Variedades del Banano.

Según Delgado Loor (2019), los tipos de bananos obtenidos en Ecuador son:

Cavendish Enana: Este banano tiene origen chino, se caracteriza por ser de color amarillo intenso, su largo es de aproximadamente de 10 a 12 cm, de sabor dulce, es uno de más exportados en todo el mundo, puede tener plagas tales como el Sigatoka Negra.

Gros Michel: Tiene una medida de 3 a 5.3 m, se caracteriza por ser de gran tamaño y vigorosa en donde sus racimas son pesadas y su fruto es de color verde con amarillo y son grandes, es de transporte fácil debido a que es aplastado en los extremos y su alta demanda en distintos países, es fuerte ante la plaga llamada “Mal de Panamá”.

Hawaian Style: También conocido como Maqueño, es de forma cilíndrica, se puede obtener 80 frutos en una sola racima, convirtiéndolo en el tipo de banano que más frutos genera, cuando se encuentra en estado maduro, el sabor de la pulpa es dulce, la plaga común que se encuentra en este tipo de banano es el picudo negro, que se basa en una larva que daña al tallo haciendo que el crecimiento no siga su proceso.

Baby banana: Se lo conoce también como “Orito” que es una planta de poco arranque en la que podría llegar a medir 4 metros de alturas, se caracteriza por tener hojas largas y con un color brillante, por otra parte, sus racimas son de tamaño pequeño, pero con una gran cantidad de frutos cortos, razón por la cual llegan a un estado maduro de forma rápida, su pulpa es amarilla con una consistencia suave.

2.1.12 Fibra.

Se le llama “fibra” para referirse al sector textil y cualquier tipo de sustancia en la que elaboran elementos básicos, se caracterizan por tener un largo de 100 veces de su diámetro. Las fibras se las puede catalogar de formas distintas; dependiendo de su origen, en la cual se tiene dos maneras, la natural se las tiene directamente de la naturaleza con ayuda de procesos en la que la extraen, y la sintética es elaborada con componentes químicos, como lo son vidrio, acrílico entre otras.

Dichas fibras se las puede conseguir de distintas maneras o fuentes; minerales, animales o vegetales, cada una contiene propiedades que ayudan en su extracción. Este material ha logrado fabricar una gran variedad de productos y actividades en la que con el pasar del tiempo ha ayudado en la mejora y calidad de vida del ser humano. En cuanto a las fibras de vegetales son de las más usadas ya que son económicas y su origen es de fuentes renovables.

Figura 9: Fibra de banana.



Fuente: Comunidad Textil (2022)

También son conocidas como “fibras duras” por su rigidez por ser gruesa a comparación de la fibra de tallo, son estructuras largas y lineales haciendo que la fibra las haga fuerte. Hay una gran variedad de plantas en las que se puede obtener las fibras foliares, unas de ellas son el plátano, piña, banano, etc.

Una de las formas para obtener estas fibras es por medio de la de corticación, en donde se debe raspar con cuchillo para separar la fibra de los demás elementos que contiene la hoja, luego se las lava y se secan. (Cifuentes Rivera y Cifuentes Sánchez, 2019)

2.1.12 Fibra de Banano.

La fibra de banano corresponde a una fibra natural, en donde sus características físicas y químicas lo hacen un material de alta resistencia, su aspecto tiene similitud con la fibra de ramio. Las características de la fibra de hoja de banano son:

- La apariencia de la fibra de hoja de banano es similar a la fibra de abacá, esto debido a la finura.
- Resistente y fuerte
- No es elástica
- Tiene un tono amarillo brillante, dependiendo del procesado o extracción.
- Los hilos son livianos
- Es biodegradable es decir que no afecta al medio ambiente, colocándolo como uno de los materiales ecológicos

Para conocer las propiedades químicas de esta fibra, se realizan ensayos químicos, referente a la reactividad de sustancias para elaborar clasificaciones y saber bajo qué procesos estuvo sometida mediante el cual se tendrá datos específicos.

2.1.13 Propiedades Químicas en la Fibra de Hoja de Banano.

Los materiales lignocelulósicos o más conocidos como fibras vegetales se caracterizan por tener 3 polímeros en su estructura, y una cantidad de compuestos cuyo compuesto molecular son solubles en agua, incluso solvente orgánico, también hay bajo proteína y sales minerales. (Flores Manrique, 2011)

Las propiedades que contiene la fibra de banano como tal, se basa en 3 tipos de moléculas químicas, en donde la celulosa es la primordial, siendo ésta quien le brinda soporte longitudinal celular pseudotallo, además de esto, también se tiene la lignina quien ayuda a darle fortaleza al tallo y, por último, está la hemicelulosa cuyo papel se caracteriza por unir ciertas moléculas para que de esta forma se elabore la fibra de banano. (Delgado Loor, 2019)

La estructura de la celulosa es microfibrilar, se genera en las paredes celulares, siendo ésta cristalina, su ventaja es que tiene eficacia de refuerzo, es resistente a la tracción y flexión de fibra. En cuanto a la lignina, está en el segundo lugar de los elementos más abundantes siendo así responsable de fuerza, rigidez, protege a dicha fibra de la degradación que genera los rayos ultravioletas. Por otra parte, tenemos la hemicelulosa, que aumenta la absorción ayudando a la parte de la degradación de la fibra por el aumento de temperatura. (Cifuentes Rivera y Cifuentes Sánchez, 2019)

Tabla 4: Propiedades químicas de la fibra de banano.

Longitud celular	20
Recuperación de la humedad	9,86%
Elongación a la ruptura (Quiebre de fibra)	No se quiebra fácilmente
Celulosa	73,5%
Lignina (Polímero de la pared celular de la fibra)	12,99%
Hemicelulosa	6% - 8%
Ceras, grasas, resinas	11,79%
Cenizas	6% - 8%
Características	Biodegradable
Bioquímica tinturada	Posible con la mayoría de tintes

Nota: En la Tabla 4, se puede observar las distintas propiedades químicas que contiene la fibra de hoja de banano.

Fuente: Abad et al., (2012)

2.1.13 Propiedades Físicas en la Fibra de Hoja de Banano.

Se representa por tener 3 características, tanto mecánicas, acústica como térmica, volviéndolo una herramienta ideal, gracias a la inexistencia de tóxicos mediante su transformación, sin embargo, dichas propiedades ofrecen un balance de manera ecológica ya que es biodegradable. (Delgado Loor, 2019)

Se tomará en cuenta que las propiedades físicas tales como diámetro, largo, aspecto, etc. Además de las propiedades mecánicas, como resistencia, elasticidad, rotura, etc. También se considerará su composición ya que pueden cambiar debido al clima, tiempo de vida de la planta, cosecha. Así mismo en una misma planta puede brindar cantidades distintas de fibras para dichas propiedades. (Cifuentes Rivera y Cifuentes Sánchez, 2019)

Las propiedades de la fibra de banano son importantes debido a su alta resistencia, no le afecta el agua salada, y puede aportar de manera beneficiosa las propiedades del hormigón, haciéndolo más fuerte y duradero.

Tabla 5: Propiedades físicas de la fibra de banano.

Longitud	3 metros
Finura y diámetro	0,18 mm – 0,20 mm
Rizado	Cuando se humedece
Propiedades ópticas	Fina, brillante de color habano claro
Propiedades térmicas	Variabilidad en debilitamiento y distorsionamiento con el tratado al vapor
Propiedades eléctricas	Aislamiento y resistencia
Propiedades mecánicas	(Tracción, torsión y tensión) es muy resistente y fuerte
Resistencia al agua	El agua salada no le afecta
Acción a la interperie	(Luz solar) Blanquea – Cambia de coloración

Nota: En la Tabla 5, se puede observar las distintas propiedades físicas que contiene la fibra de hoja de banano.

Fuente: Abad et al., (2012)

2.1.14 Clasificación de la Fibra de Banano.

Según Delgado Moreira y Vidal Zambrano (2021), la fibra de banano se clasifica de la siguiente manera:

- **Fibra suave.-** Proviene de la segunda capa del tallo, fácil de manejar con un espesor elevado.
- **Fibra dura.-** Proviene de la cuarta capa del tallo, se la tiene como la más fuerte de toda la planta, normalmente se lo ocupa en base de las bolsos o sombreros.
- **Hilo.-** Se puede conseguir cortando el tallo de la primera capa cuya textura es suave y muy fina.
- **Malla.-** Es la 3ra capa del tallo y contiene separaciones lo que hace difícil retirar las fibras individuales, es de color claro.
- **Pelo.-** Es la última de las capas, es la fibra más fina y se caracteriza por su difícil extracción y menor resistencia.

Figura 10: Clasificación de la fibra de hoja de banana.



Fuente: Abad et al., (2012)

2.1.15 Obtención de la Fibra de Banano.

Una vez se cosecha el fruto de la planta, el pseudotallo comienza a salir por sí solo, en la que puede ser usado como abono por cierto tiempo para luego pasar a degradarse. El proceso para sacar dicha fibra es la siguiente:

- 1. Cortar el tallo:** Luego de obtener los frutos de la planta de banano, se procede a cortar el pseudotallo.
- 2. Desfibrado:** Se procede a quitarle todas las capas internas que existe en el tallo.
- 3. Secado:** Las capas contienen cierta cantidad de humedad en donde se deberá secar, para luego clasificar los tipos de fibras que se obtuvo de las capas y dependiendo de la condición climática el proceso se dará con mayor rapidez.

2.2 Marco Legal.

2.2.1 Normativa Nacional.

2.2.2 Constitución de la República del Ecuador, Registro Oficial 449 de 20-oct.-2008.

Capítulo segundo: Derechos del buen vivir.

Sección segunda: Ambiente sano.

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

Comentario: Este artículo menciona la importancia que la población debe tener en cuanto a derechos de vivir en un lugar sano y ecológico, en donde se pueda brindar un ambiente en donde sea sustentable y apto para convivir, además de nombrar la protección medioambiental como prioridad. Por otra parte, indica que es de interés público la preservación del ambiente, mantener los ecosistemas, la biodiversidad e incluso la plenitud del país, es decir que esto es de suma importancia para la población y no de ciertos sectores. Se tiene como objetivos evitar a toda costa el daño del medio ambiente y recuperando ciertos sectores naturales que están destruidos. (Constitución de la República del Ecuador, 2008)

Capítulo segundo: Derechos del buen vivir.

Sección segunda: Ambiente sano.

Art. 15.- El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua.

Comentario: El artículo 15, habla sobre la protección del medio ambiente y también del cuidado de la energía en donde El Estado incentiva el uso de tecnologías de buena calidad cuyo uso ayude al medio ambiente, generando beneficio para la población y que no provoque algo negativo al mismo. También se busca el cuidado energético, es decir, que no pueda afectar de cierto modo al acceso o entrada de agua potable. Por otro lado, este artículo restringe actividades que pueden llegar a ser peligroso tanto para los humanos como el ambiente, tales como; armas químicas o nucleares, agentes biológicos, contaminantes muy tóxicos, etc. (Constitución de la República del Ecuador, 2008)

Capítulo segundo: Derechos del buen vivir.

Sección sexta: Hábitat y vivienda.

Art. 30.- Las personas tienen derecho a un hábitat seguro y saludable, y a una vivienda adecuada y digna, con independencia de su situación social y económica.

Comentario: Se basa en los derechos de los habitantes con sus casas o viviendas, habla sobre un lugar saludable, lo que quiere decir que el Estado junto con otros directivos o autoridades pertinentes deben garantizar que el entorno en la que esté la población sea una zona segura, digna y no genere riesgo en la salud.

Asimismo, que cada casa cuente con cierto nivel de calidad como; servicios básicos, cumpla con una estructura segura. Por otra parte, dichos derechos no se rigen según la situación económica de cada persona, por lo que todos deben obtener y disfrutar de un lugar seguro y sano. (Constitución de la República del Ecuador, 2008)

Título VII: Régimen del Buen Vivir.

Sección Octava: Ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales.

Art. 385.- Sección octava Ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales Art. 385.- El sistema nacional de ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales, en el marco del respeto al ambiente, la naturaleza, la vida, las culturas y la soberanía, tendrá como finalidad:

1. Generar, adaptar y difundir conocimientos científicos y tecnológicos.
2. Recuperar, fortalecer y potenciar los saberes ancestrales.
3. Desarrollar tecnologías e innovaciones que impulsen la producción nacional, eleven la eficiencia y productividad, mejoren la calidad de vida y contribuyan a la realización del buen vivir.

Comentario: En este artículo explica sobre la integración de diferentes maneras, una de ellas la tecnología, ciencia y estudios pasados, priorizando al medio ambiente como principal autor. Habla sobre la necesidad de adaptar a la tecnología o avances científicos junto con tradiciones y atención al ambiente.

Esta disposición incita a generar o brindar conocimientos científicos creando cierto interés en el progreso de diferentes zonas de la población, incluso a fortalecer los conocimientos pasados cuya finalidad es tomar en cuenta su gran importancia. (Constitución de la República del Ecuador, 2008)

Capítulo Segundo: Biodiversidad y recursos naturales.

Sección primera: Naturaleza y ambiente.

Art. 396.- El Estado adoptará las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño. En caso de duda sobre el impacto ambiental de alguna acción u omisión, aunque no exista evidencia científica del daño, el Estado adoptará medidas protectoras eficaces y oportunas.

Comentario: Este artículo se refiere ante la posible situación de daño ambiental, se podrá prevenir o si es necesario reducir el riesgo que puede generar algún daño al medio ambiente. El Estado optó reglas o políticas en donde indica que se eviten los riesgos de impacto ambiental, por lo que genera cierta preocupación referente a los daños ecológicos que son provocados por los seres humanos.

Lo importante e interesante de este artículo es que el Estado está obligado a tomar cartas en el asunto y solucionar el problema, reflejando una actitud favorable ante la gestión ambiental, sabiendo que, ante un daño de tal magnitud, no se lo debe pasar por alto. (Constitución de la República del Ecuador, 2008)

2.2.3 Ley De Gestión Ambiental, Codificación Registro Oficial Suplemento 418 de 10-sep-2004.

Ley de Gestión Ambiental, Codificación.

Título I: Ámbito y principios de la gestión ambiental.

Art. 2.- La gestión ambiental se sujeta a los principios de solidaridad, corresponsabilidad, cooperación, coordinación, reciclaje y reutilización de desechos, utilización de tecnologías alternativas ambientalmente sustentables y respecto a las culturas y prácticas tradicionales.

Comentario: En el artículo 2, indica la responsabilidad que conlleva cada persona para proteger al medio ambiente, en el trabajo conjunto para los temas ambientales. Señala la importancia de la ayuda de las distintas sociedades que existen como las nacionales e internacionales para solucionar los problemas ambientales, promueve al reciclaje, a reducir desechos. (Ley de Gestión Ambiental, 2004)

Título III: Instrumentos de gestión ambiental.

Capítulo segundo: Evaluación de impacto ambiental y control ambiental.

Art. 23.- La evaluación del impacto ambiental comprenderá:

a) La estimación de los efectos causados a la población humana, la biodiversidad, el suelo, el aire, el agua, el paisaje y la estructura y función de los ecosistemas presentes en el área previsiblemente afectada

b) Las condiciones de tranquilidad públicas, tales como: ruido, vibraciones, olores, emisiones luminosas, cambios térmicos y cualquier otro perjuicio ambiental derivado de su ejecución

c) La incidencia que el proyecto, obra o actividad tendrá en los elementos que componen el patrimonio histórico, escénico y cultural.

Comentario: Este artículo menciona los efectos en base a los elementos del ambiente, entre ellos; los seres humanos, agua, aire, clima, etc. También, se incluyen ciertos aspectos que pueden arruinar la tranquilidad de las personas que estén alrededor de este, es por eso que se debe tomar en cuenta la reducción de un posible caos que genere molestia.

2.2.4 Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021 Toda Una Vida.

Incentivar la producción y consumo ambientalmente responsable, con base en los principios de la economía circular y bio-economía, fomentando el reciclaje y combatiendo la obsolescencia programada. Promover la investigación, la formación, la capacitación, el desarrollo y la transferencia tecnológica, la innovación y el emprendimiento, la protección de la propiedad intelectual, para impulsar el cambio de la matriz productiva mediante la vinculación entre el sector público, productivo y las universidades. Implementar sistemas constructivos seguros y energéticamente eficientes en zonas de alta exposición a amenazas de origen natural y antrópico.

Comentario: Este plan explica la importancia de aplicar actividades que reduzcan el impacto ambiental, en base a la economía, por lo que incluye a no simplemente generar bienes que sean defendibles, más bien a producir un cambio en cuanto a los consumos que respeten el medioambiente. Incluye el reciclaje y un llamado a la preocupación para mantener un ambiente sano y tener mayor vida útil en algún producto o servicio.

Se tiene como algo importante la investigación y la necesidad de ideas innovadoras para futuros modelos que lleguen a ser sostenibles, abarcando la urgencia de preparar a profesionales que tienen que ver en estos tipos de casos, además de intercambiar conocimientos y nuevas tecnologías, incluso en las universidades. (Plan Nacional de Desarrollo, 2017)

Norma Técnica Ecuatoriana
NTE INEN 1763:1990

Hormigón fresco muestreo

Norma Técnica Ecuatoriana
NTE INEN 1573:1990

Hormigones. Determinación de la resistencia a la compresión

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Enfoque de la Investigación.

Cuando nos referimos al enfoque de la investigación se hablar de la naturaleza u origen de la investigación, y para esto se tiene presente los siguientes tipos; el cualitativo, cuantitativo y mixto, cada uno de estos exige el proceso del estudio, en donde se tomará en cuenta desde el tema, planteamiento del problema, metodología, hasta el análisis o presentación de datos obtenidos en el siguiente proyecto investigativo. Además, al momento de seleccionar el tipo de enfoque que tendrá, la persona quien investiga tomará decisiones dependiendo del problema presentado y objetivos de dicho estudio. (Mata Solís, 2019)

El enfoque del presente proyecto de investigación es cuantitativo, debido a que se tendrá que elaborar distintas recolecciones, muestras, ensayos y obtención de datos ya que se realizará una experimentación a la resistencia, en donde cada muestra obtendrá una cantidad de agregado distinta de la fibra de hoja de banano. Por otro lado, al momento de obtener los resultados se procederá al análisis de dichas cifras que se consigue mediante las pruebas mecánicas que se realizarán.

3.2 Alcance de la Investigación.

La finalidad de este proyecto es evaluar cómo la fibra de hoja de banano afecta o mejora las propiedades del hormigón de forma mecánica en cuanto a la resistencia a compresión. Se obtendrá la fibra de hoja de banano para procesarla y agregarla para luego elaborar varias muestras con porcentajes diferentes de este nuevo material, además de realizar pruebas en el laboratorio, comprobar su resistencia y por último comparar los resultados obtenidos del hormigón con el agregado y el hormigón tradicional.

3.3 Técnica e Instrumentos para Obtener los Datos.

La técnica usada es el ensayo a compresión del hormigón en la cual se realizarán muestras con varios cilindros, junto con ellos los diferentes porcentajes de la fibra de hoja de banano y con los resultados obtenidos se midió la resistencia.

Entre los instrumentos usados están: moldes para probetas de hormigón de 4 plg, balanzas de precisión usada en el laboratorio de hormigón, pala, máquina de ensayo a compresión cuyas pruebas se realizarán durante 7, 14 y 28 días contados desde la realización de la mezcla de hormigón con el agregado, la fibra de hoja de banana y por último materiales de protección personal, como guantes y gafas, para poder manipular de mejor manera la mezcla.

3.4 Población y Muestra.

En este estudio se considera a la población con los distintos porcentajes de fibra, en donde podría incluirse el hormigón tradicional como un control sin ningún tipo de adición, hormigón con el porcentaje de fibra propuesto, la longitud de la fibra. En cuanto a la muestra, sería con el hormigón convencional, cada probeta con el 5%, 10% y 15% de fibra de hoja de banana, control de variables, como el cemento, forma de mezcla, cantidad y tamaño de la fibra.

CAPÍTULO IV

PROPUESTA O INFORME

4.1 Preparación de la Fibra de Hoja de Banano.

La planta se la consiguió en la hacienda “MARGARA COMARGARA SA” en Tres Postes, para la obtención de esta fibra se dio desde el pseudotallo de la planta, en donde este proceso puede ser aprovechado una vez se cosechen sus frutos, el pseudotallo como tal se basa en una cantidad de capas fibrosas cuyos fines industriales pueden ser diversos, e incluso se lo podría usar en la construcción, como en este caso que se lo usará para comprobar la mejorara de la resistencia del hormigón a la compresión.

El proceso inicia con la obtención de la planta de banano una vez estén sacados sus frutos, al pseudotallo se le va desprendiendo las capas que contienen la fibra, y esperar un tiempo mínimo de 6 meses para que se encuentre en estado de descomposición, ya que así las fibras son más resistentes y no contiene ningún tipo de líquido natural proveniente de la planta debido al tiempo que ha transcurrido, una duración corta para que su secado sea completamente natural, éste material es de un tamaño largo, y color amarillento, como podemos observar en la Figura 11.

Figura 11: Plantas de banano.



Elaborado por: Torres (2024)

Para la obtención de la fibra se realizó varios procedimientos, como la separación de las capas provenientes del tallo, como se puede ver en las siguientes Figuras.

Figura 12: Separación de capas del tallo.



Elaborado por: Torres (2024)

Figura 13: Capas.



Elaborado por: Torres (2024)

Figura 14: Separación de las fibras.



Elaborado por: Torres (2024)

Para poder usar las fibras en la mezcla de hormigón, deberán estar totalmente secas, por lo cual se las colocó en una base para que pueda quedar sin ningún tipo de líquido proveniente naturalmente de la planta, como las Figuras 15 y 16.

Figura 15: Secado de las fibras de banano al sol.



Elaborado por: Torres (2024)

Figura 16: Fibras de banano secas.



Elaborado por: Torres (2024)

4.2 Preparación de Cilindros

Con el objetivo de presentar una comparación con la dosificación añadiendo la fibra de hoja de banana, se elaboró un diseño de hormigón de 210 kg/cm², a continuación en la Tabla 6 muestra la dosificación aplicada:

Tabla 6: Dosificación del hormigón de 210 kg/cm² sin fibra

Materiales	Gramos
Cemento	1,794 gr
Agua	1,077 gr
Piedra	4,818 gr
Arena	3,400 gr
Fibra de hoja de banano	0 gr

Elaborado por: Torres (2024)

A continuación se procede a pesar todos los materiales a usar con los porcentajes establecidos, como se ve en las siguientes figuras.

Figura 17: Peso del Cemento según el diseño.



Elaborado por: Torres (2024)

Figura 18: Peso del agregado fino.



Elaborado por: Torres (2024)

Figura 19: Peso del agregado grueso.



Elaborado por: Torres (2024)

Figura 20: Cantidad de agua según el diseño.



Elaborado por: Torres (2024)

Figura 21: Peso total de la fibra de hoja de banano.



Elaborado por: Torres (2024)

Para poder agregar la fibra de hoja de banano en la mezcla de hormigón se procedió a recortar en pequeñas tiras para que se pueda incorporar correctamente como se ve en la Figura 22.

Figura 22: Recorte de fibra en pequeñas tiras.



Elaborado por: Torres (2024)

Tabla 7: Dosificación del hormigón de 210 kg/cm² con el 5% de fibra

Materiales	Gramos
Cemento	1,794 gr
Agua	1,077 gr
Piedra	4,818 gr
Arena	3,230 gr
Fibra de hoja de banano	170 gr

Nota: En la Tabla 7 se puede observar la dosificación del hormigón con el 5% del agregado de fibra de hoja de banano

Elaborado por: Torres (2024)

Para la elaboración de la mezcla con el agregado, se colocó todos los materiales como se muestra en las Figuras 23 y 24

Figura 23: Agua agregada



Elaborado por: Torres (2024)

Figura 24: Mezcla de hormigón



Elaborado por: Torres (2024)

Una vez que se tiene la mezcla con el agregado del 5% se lo deberá colocar en los moldes cilíndricos como se muestra en las Figuras 25 y 26.

Figura 25: Colocación del hormigón a los cilindros



Elaborado por: Torres (2024)

Figura 26: Cilindros de hormigón con el 5% de fibra de hoja de banano



Elaborado por: Torres (2024)

Tabla 8: Dosificación del hormigón de 210 kg/cm² con el 10% de fibra

Materiales	Gramos
Cemento	1,794 gr
Agua	1,077 gr
Piedra	4,818 gr
Arena	3,060 gr
Fibra de hoja de banana	340 gr

Nota: Podemos ver en la Tabla 8 la dosificación del hormigón con un agregado del 10% de fibra de hoja de banano.

Elaborado por: Torres (2024)

En las Figuras 27 y 28, se tiene el peso de lo que es el 10% de la fibra de hoja de banano y los cilindros de hormigón.

Figura 27: Peso de la fibra de banano al 10%



Elaborado por: Torres (2024)

Figura 28: Cilindros con el 10% del agregado



Elaborado por: Torres (2024)

Tabla 9: Dosificación del hormigón de 210 kg/cm² con el 15 % de fibra

Materiales	Gramos
Cemento	1,794 gr
Agua	1,077 gr
Piedra	4,818 gr
Arena	2,890 gr
Fibra de hoja de banana	510 gr

Nota: En la Tabla 9 se tiene la dosificación del hormigón con un agregado del 15% de la fibra de hoja de banano.

Elaborado por: Torres (2024)

En las Figuras 29 y 30, se tiene la mezcla de hormigón con el agregado de la fibra de hoja de banano y los cilindros de hormigón previamente elaborados.

Figura 29: Mezcla sobrante del hormigón con 15% del agregado



Elaborado por: Torres (2024)

Figura 30: Cilindros con el 15% del agregado

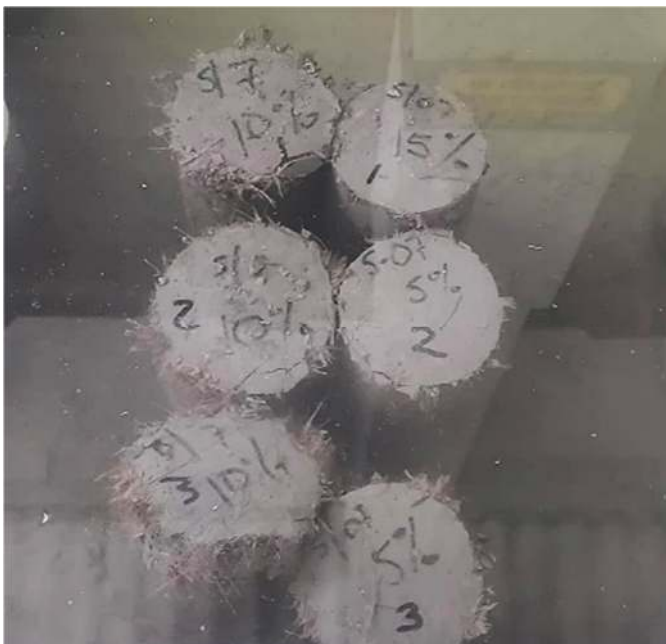


Elaborado por: Torres (2024)

Colocación de probetas en tanque de curado y rotura de cilindros

Este proceso sirve para el desarrollo de curado de un hormigón recién elaborado o fresco, es de mucha importancia realizar este proceso para que el hormigón tenga mayor resistencia y durabilidad para que cumpla con el diseño a largo plazo, como se muestra en la Figura 31.

Figura 31: Cilindros colocados en piscina de curado



Elaborado por: Torres (2024)

4.3 Pesos y Roturas de los Cilindros

Una vez transcurrido el tiempo de curado de cada cilindro, se procede a pesar el cilindro para luego llevarlo a una máquina de compresión y ver si su resistencia es la requerida según, se repetirá este proceso con todos los cilindros realizados, como se puede ver en las Figuras 32 y 33.

Figura 32: Peso del cilindro de hormigón sin fibra



Elaborado por: Torres (2024)

Figura 33: Rotura del cilindro de hormigón sin fibra a los 7 días



Elaborado por: Torres (2024)

Figura 34: Peso del cilindro de hormigón con 5% de fibra



Elaborado por: Torres (2024)

Figura 35: Rotura del cilindro con 5% de fibra a los 7 días



Elaborado por: Torres (2024)

Figura 36: Peso del cilindro de hormigón con 10% de fibra



Elaborado por: Torres (2024)

Figura 37: Rotura del cilindro con 10% de fibra a los 7 días



Elaborado por: Torres (2024)

Figura 38: Peso del cilindro de hormigón con el 15% de fibra



Elaborado por: Torres (2024)

Figura 39: Rotura del cilindro con 15% de fibra a los 7 días



Elaborado por: Torres (2024)

Figura 40: Peso del cilindro de hormigón sin fibra



Elaborado por: Torres (2024)

Figura 41: Rotura del cilindro sin fibra a los 14 días



Elaborado por: Torres (2024)

Figura 42: Peso del cilindro de hormigón con el 5% de fibra



Elaborado por: Torres (2024)

Figura 43: Rotura de cilindro con 5% de fibra a los 14 días



Elaborado por: Torres (2024)

Figura 44: Peso del cilindro de hormigón con 10% de fibra



Elaborado por: Torres (2024)

Figura 45: Rotura de cilindro con 10% de fibra a los 14 días



Elaborado por: Torres (2024)

Figura 46: Peso del cilindro de hormigón con 15% de fibra



Elaborado por: Torres (2024)

Figura 47: Rotura del cilindro con 15% de fibra a los 14 días



Elaborado por: Torres (2024)

Figura 48: Peso del cilindro de hormigón sin fibra



Elaborado por: Torres (2024)

Figura 49: Rotura de cilindro de hormigón sin fibra



Elaborado por: Torres (2024)

Figura 50: Peso del cilindro de hormigón con 5% de fibra



Elaborado por: Torres (2024)

Figura 51: Rotura de cilindro con 5% de fibra a los 28 días



Elaborado por: Torres (2024)

Figura 52: Peso del cilindro de hormigón con 10% de fibra



Elaborado por: Torres (2024)

Figura 53: Rotura de cilindro con 10% de fibra a los 28 días



Elaborado por: Torres (2024)

Figura 54: Peso del cilindro de hormigón con 15% de fibra



Elaborado por: Torres (2024)

Figura 55: Rotura de cilindro con 15% de fibra a los 28 días



Elaborado por: Torres (2024)

4.4 Presentación y análisis de resultados

Con el diseño del hormigón con la fibra de hoja de banana, se obtuvo varios resultados de las pruebas a compresión, ayudando a comparar con mayor facilidad la resistencia entre el hormigón con materiales tradicionales y la mezcla de hormigón con la fibra de hoja de banana como una posible solución ante la problemática planteada.

Tabla 10: Datos de los ensayos a compresión los primeros 7 días.

Fecha de elaboración	Cantidad de fibra	Fecha de rotura	Peso	Carga máxima (kg)	Área	Resistencia kg/cm ²
5 de Julio del 2023	0%	12 de julio del 2024	39501 gr	17500	81	216,05
5 de Julio del 2023	5%	12 de julio del 2024	3459 gr	1050	81	12,96
5 de Julio del 2023	10%	12 de julio del 2024	2942 gr	280	81	3,46
5 de Julio del 2023	15%	12 de julio del 2024	25724 gr	170	81	2,10

Nota: En la Tabla 10, se muestran los resultados obtenidos de las roturas de cilindro de hormigón con el 5%, 10%, 15% y uno de control, a los 7 días de elaborada la mezcla.

Elaborado por: Torres (2024)

Tabla 11: Datos de los ensayos a compresión a los 14 días.

Fecha de elaboración	Cantidad de fibra	Fecha de rotura	Peso	Carga máxima (kg)	Área	Resistencia kg/cm2
5 de Julio del 2023	0%	19 de julio del 2024	3981 gr	18200	81	224,69
5 de Julio del 2023	5%	19 de julio del 2024	3357 gr	1350	81	16,67
5 de Julio del 2023	10%	19 de julio del 2024	2914 gr	350	81	4,32
5 de Julio del 2023	15%	19 de julio del 2024	2624 gr	170	81	2,10

Nota: En la Tabla 11, se muestran los resultados obtenidos de las roturas de cilindro de hormigón con el 5%, 10%, 15% y uno de control, a los 14 días de elaborada la mezcla.

Elaborado por: Torres (2024)

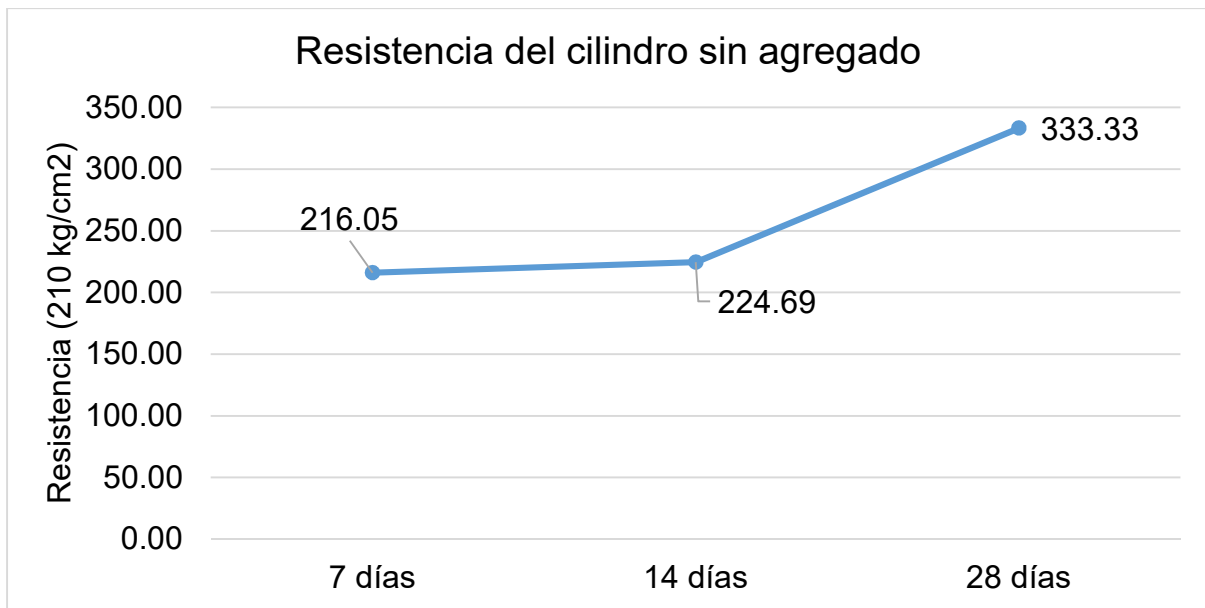
Tabla 12: Datos de los ensayos a compresión a los 28 días.

Fecha de elaboración	Cantidad de fibra	Edad	Peso	Carga máxima (kg)	Área	Resistencia kg/cm2
5 de Julio del 2023	0%	2 de julio del 2024	3977 gr	27000	81	333,33
5 de Julio del 2023	5%	2 de julio del 2024	3367 gr	1550	81	19,14
5 de Julio del 2023	10%	2 de julio del 2024	3293 gr	390	81	4,81
5 de Julio del 2023	15%	2 de julio del 2024	2780 gr	230	81	2,84

Nota: En la Tabla 12, se muestran los resultados obtenidos de las roturas de cilindro de hormigón con el 5%, 10%, 15% y uno de control, a los 28 días de elaborada la mezcla.

Elaborado por: Torres (2024)

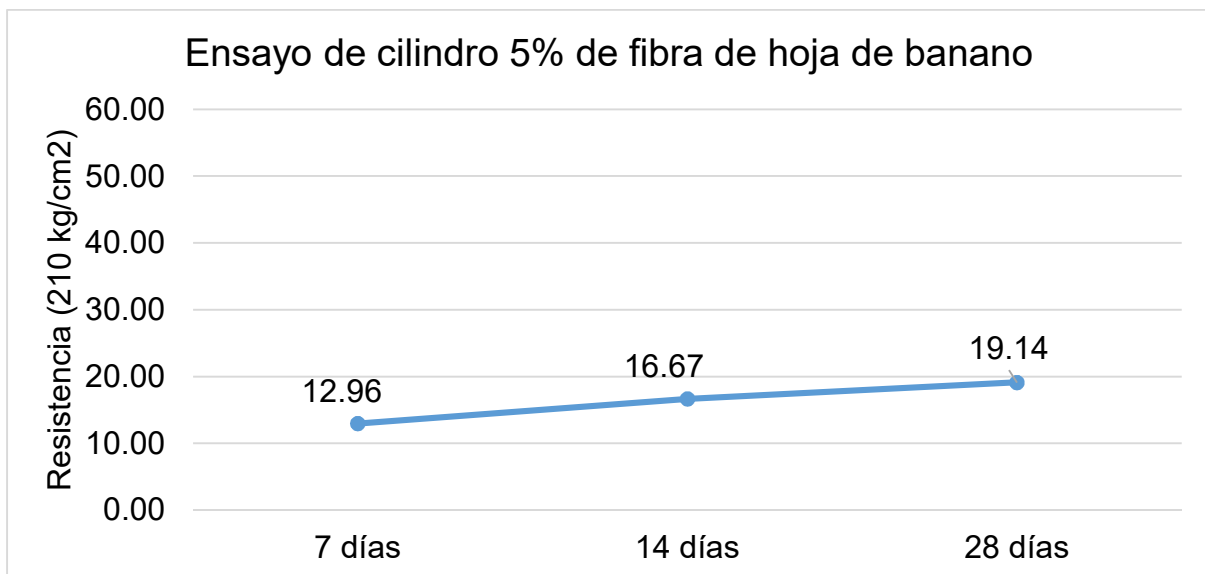
Figura 56: Ensayo a compresión sin fibra.



Nota: En la Figura 56 tenemos los resultados obtenidos de los ensayos a compresión sin fibra a los 7, 14 y 28 días de elaborada la mezcla.

Elaborado por: Torres (2024)

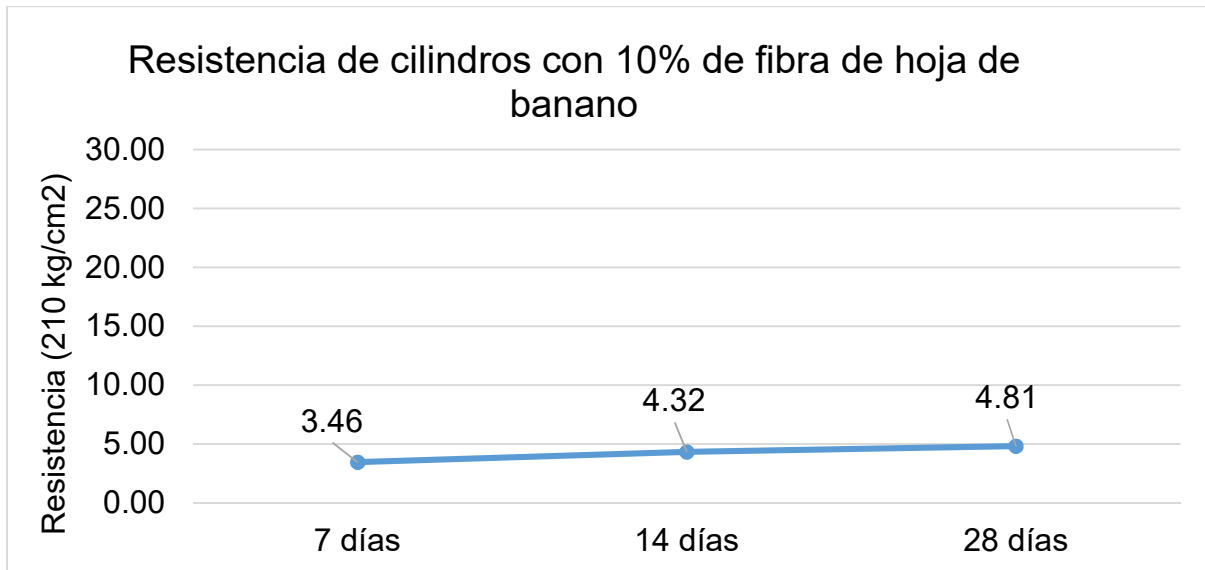
Figura 57: Ensayo a compresión con 5% de fibra.



Nota: En la Figura 57 tenemos los resultados obtenidos de los ensayos a compresión con el 5% de fibra a los 7, 14 y 28 días de elaborada la mezcla.

Elaborado por: Torres (2024)

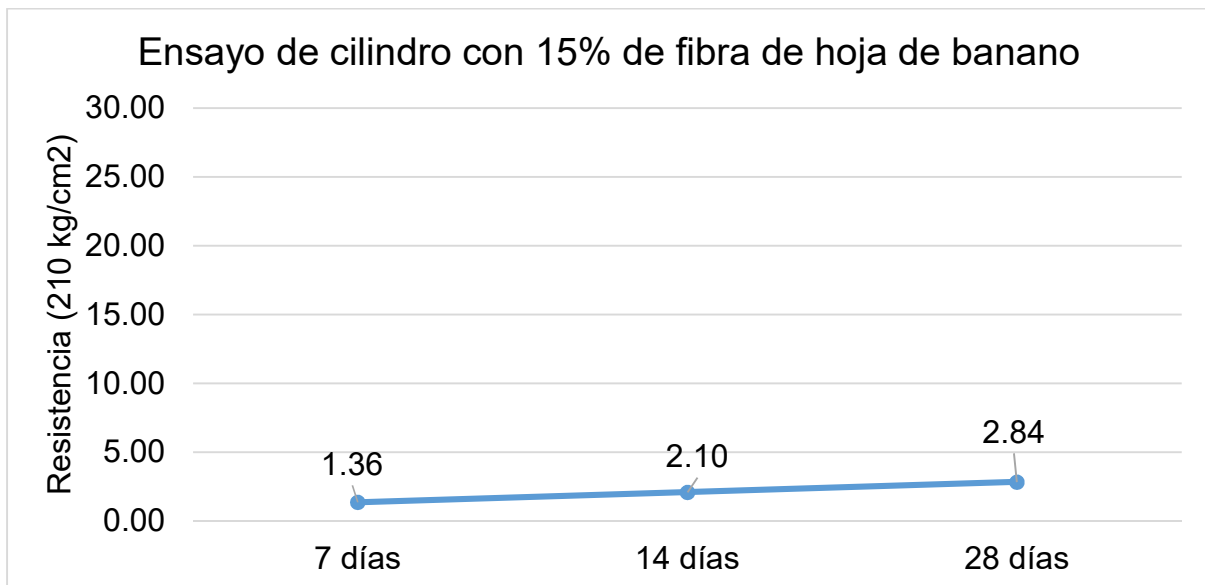
Figura 58: Ensayo a compresión con 10% de fibra.



Nota: En la Figura 58 tenemos los resultados obtenidos de los ensayos a compresión con el 10% de fibra a los 7, 14 y 28 días de elaborada la mezcla.

Elaborado por: Torres (2024)

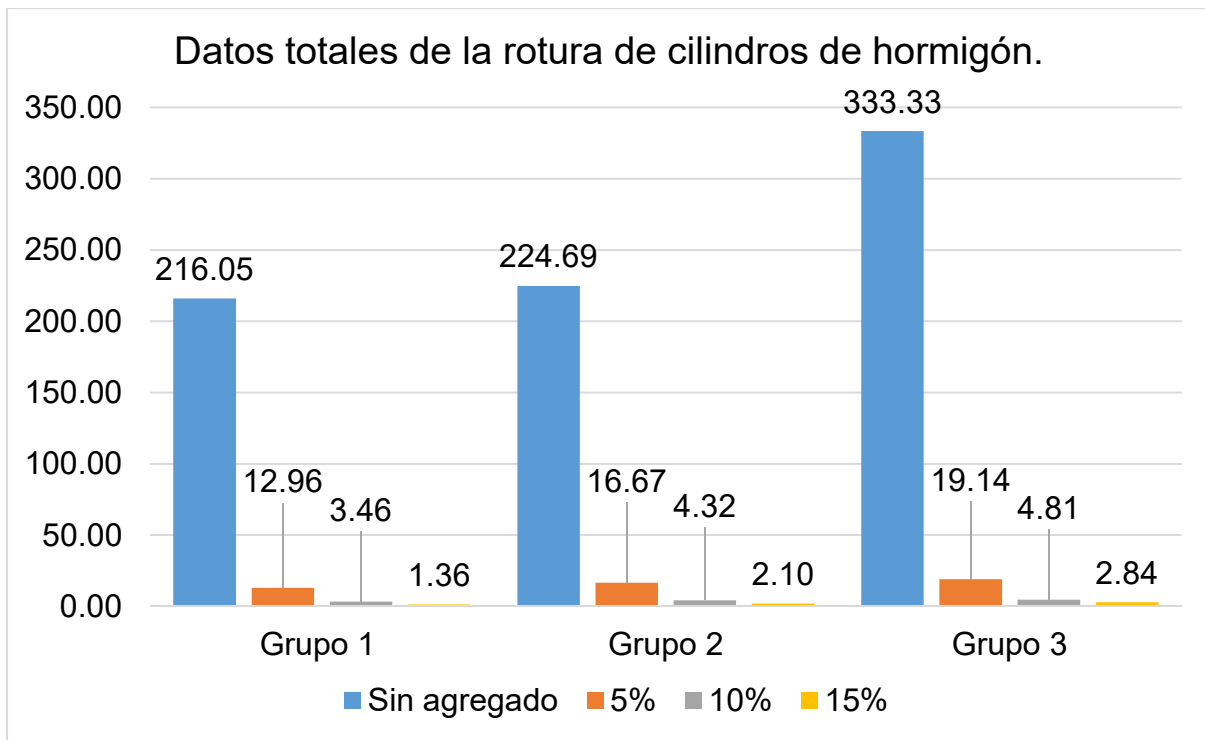
Figura 59: Ensayo a compresión con 15% de fibra.



Nota: En la Figura 59 tenemos los resultados obtenidos de los ensayos a compresión con el 15% de fibra a los 7, 14 y 28 días de elaborada la mezcla.

Elaborado por: Torres (2024)

Figura 60: Datos totales de la rotura de cilindros de hormigón.



Nota: En la Figura 60 tenemos todos los resultados obtenidos de los ensayos a compresión a los 7, 14 y 28 días de elaborada la mezcla.

Elaborado por: Torres (2024)

CONCLUSIONES

En este estudio se han realizado los objetivos propuestos, brindando una rigurosa comprensión en cuanto al impacto de las propiedades mecánicas a compresión que genera la adición de fibra de hoja de banana en la mezcla de hormigón.

Conocer a detalle la información de estos materiales, no solo podría ayudar a las propiedades mecánicas del hormigón, sino que también incentiva a la búsqueda de nuevos materiales que son más eficientes y amigables con el medio ambiente.

Los ensayos con el 5%, 10% y 15% de la fibra de hoja de banana y la comprobación de la resistencia a compresión, ayudaron a verificar el impacto que ésta genera en el hormigón, en donde se muestra cómo afecta su resistencia y durabilidad. Mediante estos ensayos sabemos que la adición de fibra de hoja de banana no mejora las propiedades mecánicas en la mezcla de hormigón, haciendo que este material no sea óptimo para ser usado en las construcciones civiles.

La comparación del hormigón tradicional con el hormigón con fibra de hoja de banana, brinda una mejor visión en cuanto al impacto que genera usar materiales naturales en la mezcla, sin embargo gracias a los ensayos realizados comprobamos que el hormigón con la fibra a pesar de tener distintos porcentajes agregados, no ofrece una buena resistencia a la compresión, a diferencia del hormigón tradicional, que si cumple con la resistencia del diseño aplicado $f'c$ 210 kg/cm² y que incluso ha dado un resultado óptimo de $f'c$ 333,33 kg/cm² a los 28 días de haberse elaborado la mezcla.

RECOMENDACIONES

Para poder obtener mayor información sobre los materiales innovadores es importante evaluar de manera absoluta cada elemento, como considerar la sostenibilidad y elaborar un análisis detallado de cada componente. Se recomienda que estos materiales sean materia prima, con el fin de reducir la contaminación ambiental.

Para realizar de manera íntegra el desarrollo de estos ensayos con agregados, se recomienda hacer ensayos pilotos, es decir que, al momento de hacer estas prácticas se identifique el comportamiento que obtiene al principio para luego poder ajustar los porcentajes de fibra, ayudando a que el rango de los porcentajes mejore.

Se recomienda a próximos investigadores realizar 2 ensayos, uno con fibra natural, es decir, provenientes a plantas y el otro con un material sintético para luego realizar una comparación y verificar el comportamiento de ambas pruebas y analizar si alguna de las dos es más conveniente en cuanto a la resistencia a la compresión.

BIBLIOGRAFÍA

- Abad Barahona, K. D., Mogrovejo Guerrero, X. D., & Rojas Zapata, F. (2012). Experimentación y posibles aplicaciones de la fibra de banano al campo textil. *[Tesis]*, 125. Cuenca. Obtenido de <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/288>
- Alcazar, M. (24 de ago de 2021). *¿Qué es la grava?* Obtenido de <https://www.materialesalcazar.mx/que-es-la-grava.html>
- Apolinario Quiroz, A. P., & Macías Quinde, T. Y. (2022). Diseño de hormigón de alta resistencia con la adición de la fibra de coco y los materiales pétreos de la mina La Viña. *[Tesis]*, 117. ULVR. Recuperado el 12 de dic de 2023, de <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/5191>
- Aquae Fundación. (28 de dic de 2021). *Datos interesantes de la distribución del agua en la Tierra*. Recuperado el may de 2024, de La distribución del agua en la Tierra: <https://www.fundacionaquae.org/principales-datos-del-agua-en-el-mundo/#:~:text=El%2080%25%20del%20agua%20que,0.01%25%20en%20r%C3%ADos%20y%20lagos>
- Arqhys. (abr de 2017). *Definición de Arena*. Obtenido de <https://www.arqhys.com/decoracion/arenas.html>
- Asociación Nacional de Empresarios Fabricantes de Áridos [ANEFA]. (2024). *Los Áridos*. Obtenido de <https://www.aridos.org/explicacion-de-los-aridos/>
- Briones Fernández , D. D., & Tomalá Fegán, C. L. (2023). Elaboración de un Panel de hormigón hidráulico para mampostería en pared adicionando fibra de hoja de maíz. *[Tesis Pregrado]*, 57. Guayaquil: ULVR. Recuperado el 17 de nov de 2024, de <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/6052>
- Byond. (3 de ene de 2013). *¿Qué tipos de hormigón hay y cómo seleccionar el más indicado?* Obtenido de <https://www.byond.es/blog/tipos-de-hormigon/>
- Byond. (12 de feb de 2013). *Tipos de áridos en la construcción*. Obtenido de <https://www.byond.es/blog/tipos-aridos-construccion/>

- Carpio Vilema, C. E., & Villon De la Cruz, L. A. (2023). Diseño de un prototipo de bloque estructural utilizando ceniza de hoja de plátano y fibra del tallo de la planta del plátano. *[Tesis Pregrado]*, 57. ULVR. Recuperado el 17 de nov de 2023, de <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/6053>
- Cayo Toaquiza, R. L., Padilla Guerrero, M. F., Pantoja Santillán, S. G., & Pinto Berrezueta, I. F. (10 de sep de 2021). Dosificación de un hormigón para una resistencia de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, con la inclusión de ceniza volcánica sin el uso de aditivos. 198. Obtenido de <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/26080/1/T-ESPE-044826.pdf>
- Cemix. (2024). *¿Qué es y para qué sirve la arena para la construcción?* Obtenido de <https://www.cemix.com/arena-para-construccion-que-es/>
- Choez Garabi , L. A., & Yáñez Muñoz, K. A. (2024). Prototipo de paneles con hormigón modificado a base de caucho granulado para vivienda de 1 piso de conformidad con la norma (NEC-15). *[Tesis Pregrado]*, 49. Guayaquil: ULVR. Recuperado el 17 de nov de 2023, de <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/6137>
- Cifuentes Rivera, E., & Cifuentes Sánchez, W. G. (2019). *[Tesis Pregrado]*. 75. Medellín. Recuperado el 20 de dic de 2023, de <http://hdl.handle.net/20.500.11912/4925>
- Comunidad Textil. (12 de jul de 2022). *El tejido de fibra de banana se abre paso en la industria textil con un nuevo producto*. Obtenido de <http://comunidadtextil.com/wpnews/2022/07/el-tejido-de-fibra-de-banana-se-abre-paso-en-la-industria-textil-con-un-nuevo-producto/>
- Constitución de la República del Ecuador*. (20 de oct de 2008). Obtenido de https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/02/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador_act_ene-2021.pdf
- Delgado Loor, N. A. (2019). Comportamiento mecánico de una teja tipo elaborada con mortera hidráulico y prototipo con adición de fibra de tallo de banano.

[*Tesis Pregrado*], 117. Guayaquil: ULVR. Recuperado el 17 de nov de 2023, de <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/2777>

Delgado Moreira, M. I., & Vidal Zambrano, D. B. (oct de 2021). Aprovechamiento del residuo del cultivo de banano (*Musa paradisiaca*, *Musa sapientum* y *Musa acuminata*) en la producción artesanal de fibra textil. [*Tesis de Grado*], 78. Calceta: Calceta: ESPAM MFL. Recuperado el 25 de jul de 2023, de <http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/1642>

Ferrovial. (2024). *¿Qué es el hormigón?* Obtenido de <https://www.ferrovial.com/es/recursos/hormigon/>

Flores Manrique, N. M. (2011). Efectos del tratamiento químico en las propiedades físicas y mecánicas de las fibras de la *musa paradisiaca* para refuerzo en composites. [*Tesis de Grado*], 127. Guayaquil, Ecuador. Obtenido de <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/44489>

Grupo Grasa. (13 de feb de 2023). *Tipos de áridos: la arena y la grava*. Obtenido de <https://excavacionesgrasa.com/tipos-de-aridos-la-arena-y-la-grava/#:~:text=Hay%20diferentes%20tipos%20de%20arena,construcci%C3%B3n%20de%20caminos%20y%20puentes.>

Holcim Ecuador. (2024). *Soluciones en cemento*. Obtenido de Cemento Holcim Fuerte Ecoplanet : <https://www.holcim.com.ec/cemento-holcim-fuerte>

Info Agrónomo. (10 de dic de 2020). *Guía de manejo de banano orgánico*. Obtenido de <https://infoagronomo.net/guia-de-manejo-de-banano-organico/>

Instituto Colombiano Agropecuario. (14 de oct de 2014). [*ICA*]. Obtenido de [https://www.ica.gov.co/noticias/agricola/2013-\(1\)/el-ica-capacita-a-trabajadores-de-la-industria-ban.aspx](https://www.ica.gov.co/noticias/agricola/2013-(1)/el-ica-capacita-a-trabajadores-de-la-industria-ban.aspx)

Jové, F. (02 de nov de 2018). *Escuela técnica superior de arquitectura universidad de Valladolid*. Obtenido de [https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/32423/C3T03_EI%20Hormig%C3%B3n_Jove,F\(2018\).pdf?sequence=1](https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/32423/C3T03_EI%20Hormig%C3%B3n_Jove,F(2018).pdf?sequence=1)

- La Colina Agrotecnología. (11 de nov de 2022). *Sector Bananero en Ecuador*.
Obtenido de <https://lacolina.com.ec/sector-bananero-en-ecuador/#:~:text=A%20partir%20de%20los%20a%C3%B1os,el%20fruto%20proveniente%20de%20Centroam%C3%A9rica>
- La República. (15 de may de 2022). *Ecuador presenta plan para el sector bananero, afectado por guerra en Ucrania*. Obtenido de
<https://www.larepublica.ec/blog/2022/05/15/ecuador-presenta-plan-para-el-sector-bananero-afectado-por-guerra-en-ucrania/>
- Lainez Lino, W. J., & Vaillacis Apolinario, S. A. (2015). Hormigón liviano con desecho de coco como sustituto parcial de agregado grueso. [*Tesis Pregrado*], 218. UPSE. Recuperado el 10 de dic de 2023, de
<http://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/2266>
- Ley de Gestión Ambiental*. (10 de sep de 2004). Obtenido de
<https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEY-DE-GESTION-AMBIENTAL.pdf>
- Madruñero Astudillo, K. G., & Salazar Alvarez, D. P. (2021). Piedras de enchape a partir de sacos de cemento y fibra de banano reciclados para edificaciones. [*Tesis Pregrado*], 112. Guayaquil: ULVR. Recuperado el 17 de nov de 2023, de
<http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/4286>
- Mata Solís, L. D. (7 de may de 2019). *Investigalia*. Obtenido de
<https://investigaliacr.com/investigacion/el-enfoque-de-investigacion-la-naturaleza-del-estudio/>
- Medina Vera, K. A. (2021). Diseño de hormigón no tradicional. [*Tesis Pregrado*], 94. Guayaquil: ULVR. Recuperado el 02 de dic de 2023, de
<http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/4544>
- Ministerio de Comercio Exterior. (dic de 2017). *Informe Sector Bananero Ecuatoriano*. Obtenido de <https://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/2019/06/Informe-sector-bananero-esp%C3%B1ol-04dic17.pdf>

Plan Nacional de Desarrollo. (2017). Obtenido de <https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/11/PLAN-NACIONAL-DE-DESARROLLO-2017-2021.compressed.pdf>

Timperley, J. (13 de sep de 2018). *Carbon Brief Clear on Climate*. Obtenido de Why cement emissions matter for climate change: <https://www.carbonbrief.org/qa-why-cement-emissions-matter-for-climate-change/>

Torres Rico, A. (2021). Pasivos ambientales producto de la explotación de canteras en la localidad de Usaquén de Bogotá D.C. [*Tesis Maestría*], 58. Bogotá: Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Recuperado el 17 de nov de 2023, de <http://hdl.handle.net/20.500.12010/16967>

ULVR. (2023). *Línea de Investigación ULVR / FIIC*. Obtenido de Portal Académico: <https://www.ulvr.edu.ec/academico/unidad-de-titulacion/proyecto-de-investigacion>

ANEXOS

Anexo 1: Elaboración de la mezcla de hormigón con la fibra de hoja de banana.



Elaborado por: Torres (2024)

Anexo 2: Colocación del hormigón en el molde cilíndrico.



Elaborado por: Torres (2024)

Anexo 3: Colocación de los cilindros en la piscina de curado.



Elaborado por: Torres (2024)

Anexo 4: Peso de los cilindros.



Elaborado por: Torres (2024)

Anexo 5: Rotura de los cilindros.



Elaborado por: Torres (2024)