



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE
DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE ARQUITECTURA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
ARQUITECTA**

**TEMA
DESARROLLO DE PANELES PREFABRICADOS DE
HORMIGÓN CON FIBRAS DE POLIPROPILENO, APLICANDO
FIBRAS DE CÁSCARA DE SEMILLAS DE GIRASOL.**

**TUTOR
Mgtr. BRYAN ALFONSO COLORADO PÁSTOR**

**AUTORES
JULIANA YAMILET CORNEJO NÚÑEZ
HAILEY DAIANNE MICOLTA MEDINA**

**GUAYAQUIL
2025**

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS

TÍTULO Y SUBTÍTULO:

Desarrollo de Paneles Prefabricados de Hormigón con Fibras de Polipropileno, Aplicando Fibras de Cáscara de Semillas de Girasol.

AUTORES:

Juliana Yamilet Cornejo Núñez
Hailey Dianne Micolta Medina

TUTOR:

Mgtr. Bryan Alfonso Colorado Pástor

INSTITUCIÓN:

Universidad Laica Vicente
Rocafuerte De Guayaquil

Grado obtenido:

Arquitecto

FACULTAD:

INGENIERÍA, INDUSTRIA Y
CONSTRUCCIÓN

CARRERA:

ARQUITECTURA

FECHA DE PUBLICACIÓN:

2025

N. DE PÁGS:

174

ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y Construcción

PALABRAS CLAVE: Materiales de Construcción, Fibra Natural, Fibra Sintética, Arquitectura.

RESUMEN: Dentro de la industria de la construcción en estos días se encuentra en desafíos importantes en lo que concierne a sostenibilidad y el impacto ambiental de los distintos materiales. Ecuador, es un país que cuenta con materiales tradicionales que generan una contaminación alta debido al consumo desmedido de recursos no renovables, siendo también la emisión de desechos en las distintas fases de construcción. De esta manera, el mercado sostenible para los materiales no cuenta con un auge, y la adopción de medidas sustentables enfrenta desafíos como incentivos en regulaciones.

El estudio realizado propone la elaboración de un prototipo con panel prefabricado de hormigón que estará reforzado con distintas fibras de polipropileno, así como cáscaras de semilla de girasol para usos no estructurales

con la finalidad de evaluar su viabilidad ambiental y estructural.

Dentro de la investigación se ha realizado una revisión documental exhaustiva tanto de antecedentes nacionales como internacionales para comprender el uso de fibras naturales en hormigón, entendiendo esta búsqueda en Latino América, Asia y Europa. Los resultados indican que incorporar fibra de origen vegetal mejora las propiedades mecánicas, incluido la durabilidad del material y así contribuye en reducir la huella por carbono con lo cual se abre el campo de la construcción sostenible.

En este contexto, el presente trabajo busca aportar una solución innovadora, eficiencia estructural y aprovechamiento de desechos agrícolas, alineándose con los objetivos globales de desarrollo sostenible y las normativas ambientales ecuatorianas.

N. DE REGISTRO (en base de datos):	N. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (Web):		
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
CONTACTO CON AUTOR/ES: Juliana Yamilet Cornejo Núñez Hailey Daianne Micolta Medina	Teléfono: 0939312688 0963579468	E-mail: jcornejon@ulvr.edu.ec hmicoltam@ulvr.edu.ec
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	PhD. Marcial Sebastián Calero Amores Decano de la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción. Teléfono: (04) 259 6500 Ext. 241 E-mail: mcaleroa@ulvr.edu.ec Mgtr. Arq. Peñaherrera Mayorga Fernando Nicolás. Teléfono: (04) 259 6500 Ext. 209 E-mail: fpanaherreram@ulvr.edu.ec	

CERTIFICADO DE SIMILITU

TT_2E_CORNEJO_MICOLTA_2024B

INFORME DE ORIGINALIDAD

3%

INDICE DE SIMILITUD

2%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

0%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

hdl.handle.net

Fuente de Internet

1%

2

R. González Matute, D. Figlas, N. Curvetto. "Agaricus blazei production on non-composted substrates based on sunflower seed hulls and spent oyster mushroom substrate", World Journal of Microbiology and Biotechnology, 2010

Publicación

<1%

3

www.researchgate.net

Fuente de Internet

<1%

4

Ramaiah Prakash, Rajagopal Thenmozhi, Sudharshan N. Raman, Chidambaram Subramanian. "Fibre reinforced concrete containing waste coconut shell aggregate, fly ash and polypropylene fibre", Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia, 2019

Publicación

<1%



BRYAN ALFONSO
COLORADO PASTOR

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

Los estudiantes egresados JULIANA YAMILET CORNEJO NÚÑEZ Y HAILEY DAIANNE MICOLTA MEDINA, declaramos bajo juramento, que la autoría del presente Trabajo de Titulación, DESARROLLO DE PANELES PREFABRICADOS DE HORMIGÓN CON FIBRAS DE POLIPROPILENO, APLICANDO FIBRAS DE CÁSCARA DE SEMILLAS DE GIRASOL, corresponde totalmente a los suscritos y nos responsabilizamos con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

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

Autores

Firma:



JULIANA YAMILET CORNEJO NÚÑEZ

C.I. 925127532

Firma:



HAILEY DAIANNE MICOLTA MEDINA

C.I. 0951682202

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL DOCENTE TUTOR

En mi calidad de docente Tutor del Trabajo de Titulación DESARROLLO DE PANELES PREFABRICADOS DE HORMIGÓN CON FIBRAS DE POLIPROPILENO, APLICANDO FIBRAS DE CÁSCARA DE SEMILLAS DE GIRASOL, designado por el Consejo Directivo de la Facultad de INGENIERIA, INDUSTRIAL 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: DESARROLLO DE PANELES PREFABRICADOS DE HORMIGÓN CON FIBRAS DE POLIPROPILENO, APLICANDO FIBRAS DE CÁSCARA DE SEMILLAS DE GIRASOL , presentado por los estudiantes JULIANA YAMILET CORNEJO NÚÑEZ Y HAILEY DAIANNE MICOLTA MEDINA como requisito previo, para optar al Título de ARQUITECTA, encontrándose apto para su sustentación.

Firma:



BRYAN ALFONSO
COLORADO PASTOR

MGTR. BRYAN ALFONSO COLORADO PÁSTOR

C.C. 0919454686

AGRADECIMIENTO

El agradecimiento es general y profundo para todas las personas involucradas dentro de mi formación profesional y que de una manera u otra, me ayudaron alcanzar este logro. Dios es una fuerza imparable que guío cada uno de mis pasos dándome fuerza para enfrentar cada dificultad.

Mi padre me brindo amor, confianza y un apoyo totalmente incondicional desde la distancia. Estoy agradecida por todo el ejemplo de perseverancia y esfuerzo.

A mi mami, quien es mi ángel y mi inspiración, y cuya ausencia física no ha sido barrera para sentir su amor y compañía en cada paso a lo largo de la vida.

A mami Taty, por cada consejo, su aliento y por enseñarme que el crecimiento no solo es profesional, sino más bien personal.

A Ramiex Martrus, porque en su momento fue un pilar de motivación y me impulsó a seguir mejorando día tras día.

No menos importante a mis amigos de la universidad, quienes hicieron de este trayecto una experiencia inolvidable. A Jocik Asencio, por su paciencia, comprensión y apoyo incondicional.

También a mis profesores y mentores, por compartir su conocimiento y enseñarme a amar aún más mi profesión. Con gran énfasis al Arq. Bryan Colorado por sus enseñanzas de alto valor.

Y no menos importante, a mi Bunny Doo, quién ha sido mi fuente diaria de energía y amor desde el comienzo de esta travesía, hasta el día de hoy.

A todos los que creyeron en mí, me apoyaron y me impulsaron a seguir adelante. Gracias de corazón.

Juliana Yamilet Cornejo Nuñez

AGRADECIMIENTO

Simplemente quiero dedicar estas palabras a ustedes, mis seres queridos, quienes han sido la luz de guía.

A mi madre, Karla Medina, porque en cada uno de sus sacrificios encontré la inspiración para nunca rendirme. Su amor y aliento fueron tanto la armadura que me protegió de la desesperación como el motor que me impulsó hacia adelante. Si hoy estoy logrando este objetivo es porque ella nunca dejó que el miedo me venciera.

A mi abuela María Bastidas, mi pilar, mi refugio y mi máximo ejemplo de amor y resiliencia. Fue su inagotable amabilidad y dulzura la cuna donde florecieron mis sueños. Ella, con sus manos amorosas, me crió, me apoyó y me guió a la realización de que los límites solo existen en la mente. Tú también deberías llevar el crédito de este logro, abuela. A mi tía, Ivette Sempertegui, porque con su ejemplo de esfuerzo y determinación, me mostró que nada en la vida se obtiene sin lucha. A Marcelo Jarrín, que fue más que un mentor, más que un guía. Su sabia orientación y amor incondicional me permitieron tener la claridad para tomar las decisiones correctas.

Y al amigo fiel, descansa en el Cielo, porque sin dormir —parecía que todo nunca terminaría, pero él se sentaba a mi lado, ronroneando, a través de todo el amor. Sin embargo, se acurrucaba junto a mis notas, como queriendo recordarme que no viajaba sola.

Esta victoria es de ustedes tanto como es mía, porque sin su amor, sin su guía y sin su fe en mí, este sueño no habría sido posible.

Por eso, gracias desde el fondo de mi corazón.

Hailey Dianne Micolta Medina

DEDICATORIA

A Dios, por darme la fortaleza, la sabiduría y la perseverancia para enfrentar cada desafío en este camino. Sin Su guía, este logro no habría sido posible.

A mi padre, su presencia ha sido mi impulso para seguir adelante y alcanzar esta meta. En especial mi mami, que es mi luz y protección desde el cielo. Este logro es tan suyo como mío.

A todos los que creyeron en mí y fueron mi inspiración diaria

Esta tesis está dedicada a ellos, como un pequeño aporte hacia la construcción de un entorno más justo y respetuoso con el planeta.

Juliana Yamilet Cornejo Nuñez

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis seres queridos, quienes han sido mi principal fuente de motivación y apoyo a lo largo de mi vida. A mis amigos, que han estado a mi lado en todo momento, brindándome su ánimo y palabras de aliento. Este logro es el resultado de su confianza y de las enseñanzas que me han transmitido.

A todos aquellos que creen en un futuro más sostenible, y que luchan día a día por un mundo mejor.

Hailey Daianne Micolta Medina

RESUMEN

Dentro de la industria de la construcción en estos días se encuentra en desafíos importantes en lo que concierne a sostenibilidad y el impacto ambiental de los distintos materiales. Ecuador, es un país que cuenta con materiales tradicionales que generan una contaminación alta debido al consumo desmedido de recursos no renovables, siendo también la emisión de desechos en las distintas fases de construcción. De esta manera, el mercado sostenible para los materiales no cuenta con un auge, y la adopción de medidas sustentables enfrenta desafíos como incentivos en regulaciones.

El estudio realizado propone la elaboración de un prototipo con panel prefabricado de hormigón que estará reforzado con distintas fibras de polipropileno, así como cáscaras de semilla de girasol para usos no estructurales con la finalidad de evaluar su viabilidad ambiental y estructural.

Dentro de la investigación se ha realizado una revisión documental exhaustiva tanto de antecedentes nacionales como internacionales para comprender el uso de fibras naturales en hormigón, entendiendo esta búsqueda en Latino América, Asia y Europa. Los resultados indican que incorporar fibra de origen vegetal mejora las propiedades mecánicas, incluido la durabilidad del material y así contribuye en reducir la huella por carbono con lo cual se abre el campo de la construcción sostenible.

En este contexto, el presente trabajo busca aportar una solución innovadora, eficiencia estructural y aprovechamiento de desechos agrícolas, alineándose con los objetivos globales de desarrollo sostenible y las normativas ambientales ecuatorianas.

Palabras claves: Materiales de Construcción, Fibra Natural, Fibra Sintética, Arquitectura.

ABSTRACT

The construction industry is currently facing significant challenges regarding sustainability and the environmental impact of various materials. Ecuador is a country that traditionally relies on construction materials that contribute to high levels of pollution due to the excessive consumption of non-renewable resources and the generation of waste throughout the different construction phases. As a result, the sustainable materials market lacks momentum, and the adoption of sustainable practices faces challenges such as limited regulatory incentives.

This study proposes the development of a prototype prefabricated concrete panel reinforced with different types of polypropylene fibers and sunflower seed shells for non-structural uses, aiming to assess its environmental and structural feasibility. An extensive literature review was conducted, including both national and international sources, to understand the use of natural fibers in concrete across Latin America, Asia, and Europe. The results indicate that incorporating plant-based fibers improves the mechanical properties of concrete, including its durability, and contributes to reducing the carbon footprint, thus promoting the field of sustainable construction.

In this context, the present work seeks to offer an innovative solution through structural efficiency and the use of agricultural waste, aligning with global sustainable development goals and Ecuadorian environmental regulations.

Keywords: Construction Materials, Natural Fiber, Synthetic Fiber, Architecture.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
CERTIFICADO DE SIMILITUD	iv
CERTIFICO	vi
AGRADECIMIENTO.....	viii
DEDICATORIA.....	ix
DEDICATORIA.....	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT	xii
ÍNDICE GENERAL.....	xiii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	3
ENFOQUE DE LA PROPUESTA.....	3
1.1 Tema:.....	3
1.2 Planteamiento del Problema:	3
1.2.1. <i>Causas de la Situación</i>	4
1.2.2. <i>Consecuencias de no abordar este problema</i>	5
1.2.3. <i>Pronóstico con la implementación de este proyecto</i>	5
1.2.4. <i>Control del Pronóstico</i>	5
1.2.5. <i>Árbol de Problemas:</i>	6
1.3 Formulación del Problema.....	6
1.4 Objetivo General.....	6
1.5 Objetivos Específicos	7
1.6 Hipótesis	7
1.7 Línea de Investigación Institucional / Facultad.....	7

CAPITULO II	8
MARCO REFERENCIAL	8
2.1 Marco Teórico	8
2.1.1. Cemento en la Construcción	8
2.1.2. Cáscara de Girasol y su Relación con la Construcción	8
2.1.3. Fibras de Polipropileno en la Construcción	9
2.1.4. Innovación con Enfoque de Sostenibilidad en la Industria de la Construcción	10
2.1.5. Justificación de Teoría	11
2.1.6. Sostenibilidad Dentro de la Construcción	12
2.1.7. Fibras Naturales y Sintéticas	12
2.1.8. Hormigón con Fibras	13
2.1.9. Huella de Carbono por la Construcción	13
2.1.10. Economía Circular	13
2.1.11. Cemento Ecológico	13
2.1.12. Durabilidad y Resistencia en el Hormigón	14
2.2 Antecedentes	14
2.3 Marco Conceptual	31
2.3.1. Hormigón Prefabricado	31
2.3.2. Fibra de Polipropileno	31
2.3.3. Fibras de Cáscara de Semillas de Girasol	31
2.3.4. Sostenibilidad dentro de la Construcción	32
2.3.5. Propiedades Mecánicas en el Hormigón	32
2.3.6. Innovación en Materiales de Construcción	32
2.4 Proyectos análogos	33

2.5	Marco Legal	40
2.6.1.	<i>Constitución de la República del Ecuador.....</i>	40
2.6.2.	<i>Ley de Gestión Ambiental (Ecuador).....</i>	40
2.6.3.	<i>Normativa Ecuatoriana de la Construcción (NEC).....</i>	40
2.6.4.	<i>Normas del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN).....</i>	41
2.6.5.	<i>Normativas Internacionales (ISO, ASTM).....</i>	41
2.6.6.	<i>Especificaciones Técnicas para los Paneles Prefabricados</i>	42
CAPITULO III.....		44
MARCO METODOLOGICO		44
3.1.	Materiales.....	44
3.1.1	<i>Cáscara de Semilla de Girasol.....</i>	44
3.1.2	<i>Fibra de polipropileno</i>	45
3.1.3	<i>Cemento.....</i>	46
3.1.4	<i>Arena.....</i>	46
3.1.5	<i>Piedra.....</i>	47
3.1.6	<i>Aditivo (Plastificante).....</i>	47
3.1.7	<i>Recolección de cáscaras de semilla de girasol.....</i>	48
3.1.8	<i>Instrumentos empleados.....</i>	51
3.1.9	<i>Elaboración de los prototipos dentro de Cilindros</i>	55
3.2	Enfoque de la investigación	56
3.3	Alcance de la investigación.....	57
3.4	Técnica e instrumentos para obtener los datos.....	57
3.4.1	<i>Medidas y especificaciones del panel.....</i>	57
3.4.2	<i>Cálculo del volumen del panel.....</i>	57
3.4.3	<i>Dosificación por materiales (Prototipo 1, 0.5%).....</i>	58

3.4.3.1 Cálculo de materiales por volumen (Prototipo 1, 0.5%).....	58
3.4.3.2 Cálculo de materiales por volumen (Prototipo 2, 1%).....	61
3.4.4.3 Cálculo de materiales por volumen (Prototipo 3, 2%).....	63
3.5 Pruebas de laboratorio.....	65
3.6 Encuestas a profesionales del sector de la construcción.....	66
3.6.1. <i>Entrevistas a expertos</i>	66
3.7 Análisis documental.....	66
3.8 Población y muestra.....	67
3.8.1 <i>Población</i>	67
3.8.2 <i>Muestra</i>	69
CAPITULO IV.....	71
PROPUESTA.....	71
4.1 El panel.....	71
4.2 Medidas del panel.....	72
4.3 Presupuesto.....	73
4.3.1 <i>Cálculo del Presupuesto del Panel 1</i>	77
4.3.1.1 Cálculo del presupuesto por m ² del panel. Dado que el costo total estimado para un panel es \$16.86 (para un panel de 0.072 m ³), calculamos el costo por metro cuadrado dividiendo el costo total entre el área del panel.....	77
4.3.1.2 Cálculo del presupuesto del panel con pigmento.....	77
4.3.1.3 Cálculo de la Dosificación de los Materiales.....	78
4.3.1.4 Cálculo del Porcentaje de Fibra en la Mezcla.....	78
4.3.1.5 Cálculo de la Resistencia del Concreto con Aditivos.....	79
4.3.1.6 Cálculo del Costo Total del Panel con Pigmento.....	79
4.3.1.7 Cálculo de la Carga Máxima para Anclajes.....	80
4.4 Propuesta de Anclaje.....	80

4.4.1 Descripción del Sistema de Anclaje.....	80
4.4.2 Razón de la Elección.....	80
4.4.3 Normativa Aplicada al Anclaje.....	81
4.5 Formato de los Paneles	81
4.6 Acabados	81
4.6.1 Acabado Liso Base.....	81
4.6.2 Acabado Liso con Color.....	82
4.6.3 Acabado Texturizado	82
4.7 Ventajas.....	84
4.8 Desventajas	85
4.9 Análisis de resultados.....	86
4.10 Diagramación para elaborar el panel.....	90
4.11 Discusión de Resultados.....	91
CONCLUSIONES.....	111
RECOMENDACIONES.....	116
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	120

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 1 Ensayos de hormigón con fibra de polipropileno aplicando fibra de arroz	14
Figura 2 Panel mediante el reciclaje de cáscara de maní y fibra de plátano (2021)	15
Figura 3 Evaluación de las propiedades mecánicas y durabilidad de paneles de hormigón con fibras de polipropileno y residuos agrícolas.....	15
Figura 4	16
Figura 5 Hormigón reforzado con fibras de polipropileno.....	17
Figura 6 Uso de fibras de agave en la mejora de la resistencia de paneles de hormigón con polipropileno	17
Figura 7 Incorporación de fibras de palma en paneles de hormigón reforzados con polipropileno para construcciones en climas cálidos.....	18
Figura 8 Optimización de paneles de hormigón con fibras de esparto y polipropileno para su uso en fachadas prefabricadas.....	19
Figura 9 Desempeño estructural de paneles de hormigón con fibras de lino y polipropileno en estructuras modulares	19
Figura 10 Evaluación de paneles de hormigón con fibras de coco y polipropileno para construcciones económicas y sostenibles.....	20
Figura 11 Evaluación de paneles de hormigón con fibras de sisal y polipropileno para construcción sostenible en la Amazonía ecuatoriana.....	21
Figura 12 Aplicación de fibras de bambú en paneles de hormigón reforzados para estructuras residenciales en zonas sísmicas.....	21
Figura 13 Propiedades térmicas de paneles de hormigón con fibras de totora y polipropileno en edificaciones bioclimáticas.....	22
Figura 14 Fibra de polipropileno con fibras vegetales en la durabilidad de hormigones estructurales.....	23
Figura 15 Efecto de las fibras de polipropileno y los aditivos de fibras naturales sobre las propiedades mecánicas de los paneles de hormigón.....	23
Figura 16 Estudio de la adición de fibra de yute en paneles de hormigón reforzados con polipropileno.....	24
Figura 17 Desempeño estructural de paneles de hormigón que se reforzaron con	

fibra de polipropileno y sisal.	25
Figura 18 Impacto del polipropileno y las fibras naturales en la resistencia al agrietamiento en paneles de hormigón.	25
Figura 19 Mejoras en la sostenibilidad de paneles de hormigón mediante la inclusión de fibras de polipropileno y fibra de cáscara de arroz.	26
Figura 20 Análisis del comportamiento a la flexión de paneles hechos de hormigón que se reforzaron con fibra de polipropileno y fibra de palma.	27
Figura 21 Efecto de la inclusión de la fibra de polipropileno y la fibra de kenaf en propiedades de tipo mecánico de paneles de hormigón.	27
Figura 22 Refuerzo de polipropileno y fibra de coco en paneles de hormigón: un estudio comparativo.	28
Figura 23 Desempeño térmico de paneles de hormigón con la fibra de polipropileno y cáscara de nuez.	29
Figura 24 Efecto de la fibra de plátano en la resistencia a la compresión de paneles de hormigón reforzados con polipropileno.	29
Figura 25 Optimización de paneles de hormigón con fibras de polipropileno y fibra del bagazo de la caña.	30
Figura 26 Proyecto Análogo de paneles de hormigón con fibras de cáscara de arroz y polipropileno.	33
Figura 27 Proyecto Análogo de paneles de hormigón con fibras de cáscara de maní y fibra de platano.	34
Figura 28 Evaluación de paneles con residuos agrícolas.	35
Figura 29 Proyecto Análogo de paneles de hormigón con fibras de palma.	36
Figura 30 Proyecto Análogo de paneles de hormigón con fibras de lino y polipropileno.	37
Figura 31 Proyecto Análogo de paneles de hormigón con fibras de coco y polipropileno.	38
Figura 32 Cáscaras de semilla de girasol.	44
Figura 33 Sika Fiber.	45
Figura 34 Cemento.	45
Figura 35 Yeso Latina.	46
Figura 36 Fibra del material de cabuya.	47
Figura 37 Aditivo plastificante.	47
Figura 38 Cáscaras de semilla de girasol.	48

Figura 39	Proceso de secado.....	48
Figura 40	Escurrimiento durante una noche.....	49
Figura 41	Secado de cáscaras.....	49
Figura 42	Recolección de la fibra seca.....	50
Figura 43	Balanza digital con peso.....	51
Figura 44	Molde con material.....	51
Figura 45	Molde de metal con material.....	52
Figura 46	Moldes de metal vacíos.....	52
Figura 47	Lavacara plástica.....	53
Figura 48	Pala dosificadora.....	53
Figura 49	Mezcladora.....	54
Figura 50	Tacho con arena.....	54
Figura 51	Primer prototipo.....	55
Figura 52	Segundo prototipo.....	56
Figura 53	Panel 1.....	57
Figura 54	Panel 2.....	73
Figura 55	Medidas panel 1.....	73
Figura 56	Medidas panel 2.....	74
Figura 57	Render paneles base.....	81
Figura 58	Render paneles de colores.....	83
Figura 59	Render prototipo 1.....	83
Figura 60	Render prototipo 2.....	84
Figura 61	Ficha Técnica.....	88
Figura 62	Montaje del Panel.....	89
Figura 63	Dosificación de Prototipo.....	90
Figura 64	Montaje del Panel.....	91
Figura 65	Diagramación para la elaboración del panel.....	92
Figura 66	Nivel de Ruido.....	97
Figura 67	Pérdida de humedad en Paneles.....	101
Figura 68	Absorción de agua en paneles.....	102
Figura 69	Ensayos a Flexión.....	104
Figura 70	Ensayos de resistencia al fuego.....	105
Figura 71	Ensayo de humedad.....	106
Figura 72	Ensayo de perdida de humedad.....	107

Figura 73 Ensayos de absorción.....	108
Figura 74 Cuadro comparativo para elección de fibra.....	109
Figura 75 Montaje de panel.....	110
Figura 76 Dosificación de prototipo.....	111
Figura 77 Montaje de panel.....	112

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Cuadro comparativo de los referentes análogos.....	39
Tabla 2 Materiales de segundo prototipo.....	57
Tabla 3 Técnicas e instrumentos utilizados.....	67
Tabla 4 Tabla técnica e instrumentos.....	68
Tabla 5	71
Tabla 6 Presupuesto de un panel.....	75
Tabla 7 Presupuesto con pigmentación.....	76
Tabla 8 Presupuesto por metro cuadrado.....	77
Tabla 9 Presupuesto por m2 con pigmentación.....	78
Tabla 10 Ventajas.....	85
Tabla 11 Desventajas.....	86
Tabla 12 Dosificación de Prototipo.....	93
Tabla 13 Ensayo Acústico.....	96
Tabla 14 Porcentaje de ensayo acústica.....	96
Tabla 15 Ensayo Acústico.....	96
Tabla 16 Ensayo a la flexión.....	98
Tabla 17 Ensayo de resistencia a fuego.....	99
Tabla 18 Conclusión de Ensayo de resistencia a fuego.....	99
Tabla 19 Tabla de Control de humedad de prototipo.....	100
Tabla 20 Ensayo de Absorción de agua.....	102

ÍNDICE DE ANEXOS

Pág.

Anexo 1 Recolección de materiales para la experimentación	39
Anexo 2 Experimentación	57
Anexo 3 Realización de muestras de material.....	67
Anexo 4 Resultados de las encuestas.....	68

INTRODUCCIÓN

La industria de la construcción desempeña un papel vital que la sociedad, pueda desarrollarse, pero también es responsable de una parte considerable del impacto ambiental global. Lo que concierne al hormigón este se utiliza en la mayoría o totalidad de proyectos dedicados a la infraestructura, estos generan una gran cantidad de carbono mientras se producen. Lo que ha llevado a que se investiguen otras alternativas que incluyan la sostenibilidad como principio.

Ecuador es un país que necesita una transición en lo que concierne a materiales de construcción con principio de sostenibilidad, por lo que sus sistemas tradicionales consumen una gran cantidad de recursos y generan residuos. En este marco incorporar productos agrícolas, como fibras obtenidas de los restos como cáscaras de semilla de girasol, es una oportunidad para incluir materiales innovadores con bajo impacto ambiental, sin el gasto excesivo de recursos. Por ello la presente investigación explora la viabilidad de construir paneles prefabricados con hormigón y reforzados con fibras de polipropileno con la adición de cáscaras de girasol para optimizar la resistencia, durabilidad y sea sostenible.

La propuesta innovadora del proyecto se fundamenta en la inclusión tanto una fibra de polipropileno como la cáscara de semilla de girasol dentro del hormigón. Este material al emplearse en teoría mejoran las propiedades mecánicas, la resistencia y la durabilidad del hormigón y así se convierte en una construcción sostenible. En el caso de las fibras mejoran tanto la tracción como flexión, en cambio, las cáscaras al ser un subproducto del agro integran la ecología al aprovechar estos residuos y disminuyendo la dependencia de recursos no renovables que contribuye a la huella de carbono. Esto es algo primordial, ya que, con estrategias ecológicas puede mitigarse efectos adversos de la construcción en el ambiente.

Este trabajo está presentado por un Capítulo inicial en el cual se abarca el tema propuesto, la problemática, objetivos e hipótesis. Luego en un segundo capítulo, se detallan los conceptos más relevantes, antecedentes y normas que pueden relacionarse con el trabajo. Describir el proceso experimental y las técnicas

de análisis utilizadas. Presentar los hallazgos obtenidos y su comparación con estudios previos. Luego de una revisión se pueden proponer nuevas líneas para futuro.

CAPÍTULO I

ENFOQUE DE LA PROPUESTA

1.1 Tema:

Desarrollo de paneles prefabricados de hormigón con fibras de polipropileno, aplicando fibras de cáscara de semillas de girasol.

1.2 Planteamiento del Problema:

En los procesos destinados a la construcción existen desafíos que se relacionan con realizar esta actividad sin ocasionar impactos al ambiente, esto ya que, se consumen grandes cantidades de recursos que no pueden renovarse y se emiten gases en la producción de materiales convencionales, como el caso del hormigón. Dentro de Ecuador, esto es una realidad que se enfrenta debido a una demanda que crece constantemente, llevando a un agotamiento cada vez mayor de recursos naturales y con ello residuos de construcción. El Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) en 2021, ratifica que la construcción contribuye con más del 30 % de emisiones de CO₂, siendo esto un aporte al cambio climático y la alteración del ambiente. Esto se debe a que la construcción no integra prácticas sostenibles en todo el territorio, siendo vital encontrar alternativas ecológicas y con un impacto bajo.

De esta manera, es urgente que se exploren y desarrollen soluciones con materiales alternativos que contribuyan con frenar la dependencia de recursos que no se pueden renovar y la generación masiva de desechos. En este marco, una solución prometedora es la inclusión de fibras naturales en la fabricación de paneles de hormigón, esto ha demostrado mejorar las propiedades del material y es un medio para reciclar subproductos agrícolas. Las fibras de polipropileno, así como las cáscaras de semillas de girasol en la temática estudiada son un medio para combinar la sostenibilidad con la eficiencia en las estructuras.

Existen varios avances que indican que materiales sostenibles dentro de la construcción son posibles si se implementan en proyectos reales, pero aun es

limitado este campo, porque las normativas que regulan las condiciones específicas de construcción no integran este principio, así también el costo de la tecnología es una limitante y se detalla una falta de estudios que documenten este apogeo ecológico. En el sector de la construcción es notorio una oposición al cambio por los métodos tradicionales ya que, son confiables y rentables. Es por ello que existen trabas para reducir los costos que ocasiona al ambiente y mejorar el sector constructivo.

Es así que, la investigación tiene como objetivo el evaluar la viabilidad de los paneles prefabricados para un hormigón reforzado incluyendo fibras de polipropileno, así como cáscaras de semillas de girasol siendo esta una alternativa sostenible y eficiente para innovar la construcción de Ecuador. Por lo que, el estudio tiene relevancia no solo disminuyendo los impactos ambientales, sino a su vez, fomenta la transición a prácticas más responsables que se enmarcan en los Objetivos de Desarrollo Sostenible, sobre acción por el clima y consumo responsable (Objetivo 12 y 13).

Con base en lo expuesto, existe una necesidad presente en los impactos al ambiente que se ocasionan por la industria de la construcción, en especial en Ecuador y se ratifica la urgencia de la búsqueda de soluciones que promuevan la sostenibilidad. Es así como el desarrollo de los paneles prefabricados con fibras naturales es una opción para resolver la problemática planteada y que se implemente con fines de beneficiar al ambiente y la industria constructivista.

1.2.1. Causas de la Situación

Lo planteado anteriormente se enmarca en varios factores para que sea un problema ambiental, existe una gran dependencia de materiales tradicionales, en especial el hormigón, que es una causa de agotar recursos no renovables. Este consumo sin medida, y la generación de desechos mientras se fabrica el producto, son vitales para entender el problema. Sin embargo, no existen soluciones sostenibles dentro de la industria con lo que en Ecuador, continúan desarrollándose prácticas comunes sin fomentar el reciclaje o reutilización de materiales (INEC, 2002).

1.2.2. Consecuencias de no abordar este problema

De no gestionar el problema planteado, existen consecuencias perjudiciales para el ambiente en el que se incluye a la sociedad. Es evidente que, si se agotan los recursos naturales, esto afecta directamente a las generaciones a futuro, ya que, no contarán con los medios necesarios para realizar construcciones. Aparte la contribución de gases en el proceso conocido como efecto invernadero, incrementará el cambio de clima a nivel mundial, siendo esto cuantificado en la huella de CO2 de la industria. En el futuro incluir prácticas que no son sostenibles, ocasionaran que los precios de remediar impactos ambientales incrementen, siendo este el ciclo a seguir en el planeta. Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES, 2020).

1.2.3. Pronóstico con la implementación de este proyecto

Al implementar el proyecto fundamentado en los ítems anteriores, se espera que existan aspectos positivos de la inclusión de fibras de polipropileno y cáscaras de semillas de girasol dentro de los paneles prefabricados de hormigón. Esto a un nivel industrial y no solo local, por lo que, además, se mejorarán las propiedades mecánicas, resistencia y hasta la durabilidad. Con esto se reduce la huella de carbono, empleando materiales reciclados, que fomentará la economía circular y así un beneficio para dos sectores, el constructivo y el agro productivo (SENPLADES, 2020).

1.2.4. Control del Pronóstico

Para la existencia de éxito debe incluirse un control normativo, es decir, la generación de políticas para que sea un requerimiento neto la incorporación de materiales reciclados y sostenibles en la construcción, salvaguardando la seguridad y eficiencia. La realización de pruebas rigurosas de calidad y desempeño en condiciones reales también será crucial para controlar la viabilidad del proyecto. Finalmente, la colaboración entre el gobierno, las empresas y las universidades será fundamental para monitorear y ajustar el proceso, lo que facilitará la adopción masiva de estos paneles en proyectos constructivos a nivel nacional (INEC, 2022).

1.2.5. Árbol de Problemas:

- **Problema:**
 - Contaminación elevada por materiales tradicionales en Ecuador.
 - Baja adopción de sistemas técnicos constructivos que mejoren la resistencia y sostenibilidad
- **Causas:**
 - Falta de incentivos para la utilización de materiales sostenibles.
 - Subaprovechamiento de recursos renovables como desechos agrícolas.
 - Dependencia de materiales de construcción convencionales con alto impacto ambiental.
- **Efectos:**
 - Mayor desgaste de los recursos naturales.
 - Generación de costos elevados para mitigar los impactos ambientales en el futuro.
 - Incremento en la huella de carbono de la industria de la construcción.

1.3 Formulación del Problema

¿Cómo la incorporación de fibras de cáscaras de semillas de girasol y fibras de polipropileno, junto con aditivos de Sika, en paneles prefabricados de hormigón afecta las propiedades de tipo mecánico, durabilidad y sostenibilidad en el material, en comparación con los paneles de hormigón tradicionales?

1.4 Objetivo General

Diseñar un prototipo de panel prefabricado de hormigón reforzado con las fibras de polipropileno y cáscaras de semillas de girasol, para su aplicación no estructural, evaluando su viabilidad estructural y ambiental.

1.5 Objetivos Específicos

- Revisar el estado del arte acerca del uso de fibras naturales y sintéticas en la fabricación de paneles, con el fin de identificar las mejores prácticas y tendencias actuales en la construcción sostenible.
- Determinar el proceso de experimentación para el desarrollo de paneles prefabricados de hormigón reforzado con las fibras de polipropileno y cáscaras de semillas de girasol.
- Realizar pruebas físicas y mecánicas de los paneles de hormigón reforzados con fibras de polipropileno y fibras de cáscaras de semillas de girasol, mediante la normativa NTE INEN 2381.
- Proponer diseños de prototipo de panel que se permita fabricar, para mejorar la calidad del sistema constructivo, considerando las normativas existentes.

1.6 Hipótesis

Al incorporar fibras de cáscaras de semillas de girasol y polipropileno se mejoran sustancialmente propiedades de tipo mecánico, y durabilidad de los paneles de hormigón, siendo esta una alternativa viable y ecológica.

1.7 Línea de Investigación Institucional / Facultad.

Campo de conocimiento / Ingeniería, Industria y construcción

Línea de investigación/ Materiales de construcción

Sub-línea de investigación / Materiales innovadores en la construcción

CAPITULO II

MARCO REFERENCIAL

2.1 Marco Teórico

2.1.1. *Cemento en la Construcción*

Becerra & Castillo (2020). En su estudio, acerca del cemento ecológico, exploraron como el sustituir de manera parcial todo el cemento convencional por otros materiales en los que resaltan cenizas volantes, así como residuos de construcción se redujo la huella de carbono, pero no se comprometió la resistencia o durabilidad. Con ello se demuestra que existen soluciones ecológicas para que la producción de cemento no tenga un impacto negativo.

Ramírez & Díaz (2021). En la investigación planteada revisan los aditivos y cementos sostenibles, con lo que en la búsqueda de mejorar las propiedades mecánicas y térmicas emplearon materiales provenientes del reciclaje y ecológicos. Esta investigación resalta que es posible innovar en la producción de cemento y de gran relevancia la inclusión de fibras naturales, así como sintéticas.

Núñez & Gómez (2019). Este artículo sobre el cemento Portland y su sostenibilidad explica cómo se puede reducir la cantidad de CO2 producido por la fabricación por medio de materiales con un impacto al ambiente bajo. El concepto es la combinación del cemento con fibras naturales, en las que resalta la cáscara de girasol y con ello la reducción de la huella de carbono.

2.1.2. *Cáscara de Girasol y su Relación con la Construcción*

Almeida &González (2022). Este estudio se centra en la aplicación de fibras naturales siendo el material empleado la cascara de girasol para producir el hormigón. Este estudio develo que no solo mejora la resistencia a la tracción del hormigón, a su vez redujo el peso de este e incremento la capacidad de aislar del calor.

López & Pérez (2021). Investigaron la incorporación de fibras de cáscara de girasol en concreto, concluyendo que este material natural mejora una característica como la ductilidad, así como la flexibilidad.

Rodríguez & Fernández (2020). Su estudio exploró el uso de residuos agrícolas, en el cual incluyeron las cáscaras de girasol con un enfoque para reforzar la mezcla en el hormigón. Se demostró que este enfoque no solo es rentable, sino que también promueve la economía circular al aprovechar subproductos agrícolas.

García & Hernández (2022). Se analizó la resistencia mecánica de los paneles de hormigón con cáscaras de girasol como aditivo. Los resultados indicaron un aumento significativo en la resistencia a la compresión, lo que valida su uso potencial como alternativa ecológica en la construcción.

2.1.3. Fibras de Polipropileno en la Construcción

Martínez & Torres (2021). En su investigación sobre las fibras sintéticas de polipropileno, los autores demostraron que la inclusión de estas fibras en hormigón mejora significativamente la resistencia a la flexión y al agrietamiento. Esta propiedad es importante cuando se buscan alternativas que ofrezcan mayor durabilidad a los materiales.

Jaramillo & Sánchez (2020). Este estudio aborda el impacto ambiental de las fibras de polipropileno en la construcción. Aunque es un material sintético, su uso en combinación con materiales reciclados y fibras provenientes de la naturaleza contribuyen a la sostenibilidad en la industria de la construcción.

Rivas & Mendoza (2022). Su investigación sobre el comportamiento del concreto reforzado con fibras de polipropileno muestra una mejora en la tenacidad y la capacidad de retención de agua del hormigón, lo que lo hace más adecuado para condiciones de humedad extrema.

2.1.4. Innovación con Enfoque de Sostenibilidad en la Industria de la Construcción

Senplades (2020). El Plan Nacional de Desarrollo de Toda una Vida enfatiza la adopción de materiales sostenibles y el impulso de la economía circular en la industria de la construcción. Este enfoque respalda el uso de fibras naturales y recicladas en el desarrollo de los distintos materiales para la construcción como los paneles de hormigón.

Lozada & Martínez (2019). Su investigación sobre la innovación en materiales sostenibles en la construcción discute cómo la combinación de fibras naturales, como las de girasol, con hormigón pueden llegar a que la durabilidad y resistencia mejoren inclusive en climas extremos.

Mendoza & Rivera (2021). Este trabajo analiza los materiales ecológicos en la construcción y cómo la integración de fibras recicladas en hormigón con lo que se reduce el impacto al ambiente. También se examinan barreras de la industria, así como las oportunidades en la adopción de nuevos materiales.

González & Pérez (2020). La investigación aborda la utilización de materiales sostenibles en Ecuador, específicamente el uso de fibras agrícolas y la durabilidad que pueden tener, incluido la resistencia. El trabajo es una experiencia local de interés para el estudio desarrollado.

Morales & Díaz (2021). Estudiaron el uso de fibras vegetales en hormigón prefabricado, destacando que estos materiales no solo mejoran varias propiedades de tipo mecánico dentro del concreto, a su vez reducen en gran medida la emisión de CO₂.

Minaya (2021). En su estudio sobre la reutilización de fibras agrícolas, se analizó el efecto de cáscaras como el maní, una fibra de plátano puede ser compuestos del hormigón. Es así como se estableció que fibras naturales pueden incluirse mejorando el producto, con lo que se reducen impactos negativos al ambiente

al sustituir materiales frecuentes por restos agrícolas. Con ello se demuestra la utilidad de mejorar el hormigón, que puede llevarse a prueba con cáscaras de semillas de girasol.

Fernández y Pérez (2019). Este estudio explora el uso de fibras de polipropileno y cáscara de arroz en la fabricación de paneles con hormigón en su estructura, esto por medio de tracción, durabilidad y sostenibilidad. Todos los resultados indicaron que incorporar las fibras incrementó la resistencia a la flexión y mejoro la vida útil del hormigón con prácticas sostenibles.

González (2018). En su investigación sobre el uso de fibras de agave y polipropileno en hormigón, en el estudio se combinan tanto lo natural con lo sintético para la construcción de estas estructuras económicas y ecológicas. Se mejoro la resiliencia y la capacidad de un edificio para adaptarse a cambios de clima. Es de gran interés para el Ecuador, en el cual se requieren estos resultados para mejorar su industria.

Rossi (2021). Este estudio investiga la aplicación de fibras de lino junto con polipropileno en la producción de hormigón. En este estudio se demostró que se mejora la calidad estética del material a la vez que se optimiza la resistencia a condiciones extremas tanto de temperatura como de humedad siendo una solución para construcciones en climas con variabilidad.

Senplades (2020). El Plan Nacional de Desarrollo "Toda una Vida" de Ecuador es un insumo para la promoción de la sostenibilidad, en la construcción y así reducir el impacto de este sector al ambiente. En el documento se mencionan grandes avances con la adopción de materiales que sean reciclados y se conviertan en renovables siendo estos naturales y así fomentar la economía circular (Senplades, 2020).

2.1.5. Justificación de Teoría

La información mencionada tanto de estudios nacionales, internacionales y locales son un insumo para tener una base sólida de la investigación realizada. Esto

al demostrar en varios aspectos que es posible combinar fibras naturales o sintéticas con el hormigón. Es así que es viable, tanto por mejores propiedades de tipo mecánico, como ser sostenible. Es así como toda la información colocada en la teoría se refiere a la necesidad inherente de reducir el impacto de la elaboración de hormigón, con materiales ecológicos. Es así como las cáscaras de girasol y el polipropileno pueden combinarse, e integrarse para optimizar el resultado final, promoviendo la economía circular, y los recursos renovables.

2.1.6 Sostenibilidad Dentro de la Construcción

El criterio sostenible hace referencia a que dentro del diseño o en la construcción o ya la operación de un edificio se reduzca el impacto de este y se optimicen los recursos empleados. Ante esto ONU en 2015 resalta que la sostenibilidad no solo considerar la eficiencia energética sino a su vez los materiales con los cuales se construyó sin generar residuos o emisiones en demasía. Esto es sustentado por los Objetivos de Desarrollo Sostenible, que dentro del objetivo 12 buscan que los materiales reciclados y naturales se usen fomentando la producción y consumo responsable.

2.1.7 Fibras Naturales y Sintéticas

En lo que concierne tanto a fibras de origen natural como sintético, hace referencia a todos los materiales que se agregan al hormigón para mejorar sus propiedades. Entre ellas la resistencia a la tracción, flexibilidad y la durabilidad. Las fibras naturales, pueden ser de coco, esparto o cáscaras de girasol, en cambio, las sintéticas son materiales plásticos que brindan protección contra la humedad y reducen las fisuras, pero cuentan con impacto ambiental pues la obtención de plástico consume recursos no renovables (Mendoza & Rivera, 2021).

2.1.8 Hormigón con Fibras

El reforzamiento del hormigón con fibras genera un material que está incorporado ya sea con tipo natural o sintética que mejora las características del producto final. La mezcla brinda mayor flexibilidad, resistencia a fisuras, así como agrietamientos siendo un factor para incrementar la durabilidad, en casos que puede afectar al hormigón. Así también incorporar fibras reduce la cantidad de agua que se requiere en la mezcla, mejorando el material (Martínez & Torres, 2021).

2.1.9 Huella de Carbono por la Construcción

La cuantificación de CO₂ que emiten las construcciones se traduce como la huella de carbono, por lo que se genera durante la vida útil de un edificio desde que se construye hasta la demolición. Es clave contar con esta directriz, para establecer materiales sostenibles, y que la industria constructivista sea responsable del 30 % que genera de huella de carbono mundialmente. Emplear materiales reciclados, así como fibra es una alternativa para disminuir las emisiones (Becerra & Castillo, 2020).

2.1.10 Economía Circular

Este término acuña a la producción y al consumo que está acompañado de las tres R (la reducción, el reciclaje y la reutilización) de un recurso para minimizar el desperdicio y el impacto de este. En la construcción se refiere a todos los materiales que pueden ser reciclados, en el caso de las fibras para producir un material nuevo. Esto es vital para contar con sostenibilidad en una construcción y reduce el consumo de recursos naturales en demasía (Senplades, 2020).

2.1.11 Cemento Ecológico

Es considerada como una alternativa a las composiciones tradicionales donde netamente se emplea materiales puros, siendo que el cemento ecológico emplea materiales reciclados o subproductos de la industria, entre los que resaltan las cenizas volantes y escorias. Este cemento reduce la emisión de CO₂ a la capa atmosférica,

y el empleo de fibras ayuda que esta mezcla sea sostenible, con lo que se contribuye a una construcción amigable con el ambiente (Núñez & Gómez, 2019).

2.1.12 Durabilidad y Resistencia en el Hormigón

La capacidad para que el hormigón soporte cargas pesadas sin un daño visible es la resistencia, ya que, más durabilidad ocasiona que el material resista el paso del tiempo o el clima sin agrietarse o corroerse. Al agregar fibras naturales y sintéticas al hormigón, se mejora tanto la **resistencia** como la **durabilidad** del material, lo que lo hace adecuado para aplicaciones en condiciones extremas, como en zonas sísmicas o húmedas (Rodríguez & Fernández, 2020).

2.2 Antecedentes

Desarrollo de paneles prefabricados de hormigón incluyendo fibra de polipropileno aplicando fibras de cáscara de arroz- Guayaquil, Ecuador.

Esta tesis se centra en la creación de paneles prefabricados de hormigón reforzados incluyendo fibra de polipropileno y fibras naturales de cáscara de arroz. Se evalúa la viabilidad técnica y ambiental de estos paneles, así como su uso potencial en la construcción sostenible. (Martinez, 2022).

Figura 1

Ensayos de hormigón con fibra de polipropileno aplicando fibra de arroz



Fuente: Martinez (2022)

Panel mediante el reciclaje de cáscara de maní y fibra de plátano - Ciudad de Guayaquil, Ecuador.

La arquitecta Minaya elaboró un panel mediante el reciclaje de cáscara de maní y fibra de plátano, por lo cual recomendó que las superficies que se usen en las pruebas de ensayo sean uniformes, el uso de las fibras en partículas pequeñas para una mejor compactación del panel, así como el uso de un horno para el secado de las materias primas, concluyó que se logró obtener un material de construcción que es amigable con el medio ambiente con el uso de desechos agrícolas. (Minaya, 2021)

Figura 2

Panel mediante el reciclaje de cáscara de maní y fibra de plátano



Fuente: Minaya (2021)

Evaluación de las propiedades mecánicas y durabilidad de paneles de hormigón con fibras de polipropileno y residuos agrícolas– Universidad Nacional Autónoma de México.

Este estudio analiza cómo incorporar la fibra de polipropileno y residuos agrícolas como la cáscara de arroz en paneles de hormigón puede mejorando las propiedades mecánicas y también la durabilidad en ensayos de compresión y tracción. (Fernández & Pérez, 2022).

Figura 3

Evaluación de las propiedades mecánicas y durabilidad de paneles de hormigón con fibras de polipropileno y residuos agrícolas.



Fuente: Fernández & Perez (2022)

Uso de fibras de polipropileno en mejorando las propiedades mecánicas del hormigón. – Universidad Politécnica de Madrid.

Incorporar fibra de polipropileno dentro del hormigón para mejorar sus propiedades mecánicas fue el objetivo de esta tesis. Se realizaron diversos ensayos para evaluar la resistencia a la tracción, compresión y flexión del hormigón reforzado con diferentes porcentajes de fibras de polipropileno. Los resultados demostraron una mejora significativa en la resistencia a la tracción y la durabilidad del material, lo que sugiere que estas fibras pueden ser una alternativa viable para aplicaciones estructurales exigentes (Gómez & López, 2020).

Figura 4

Uso de fibras de polipropileno mejorando las propiedades mecánicas en el hormigón



Fuente: Gómez & Lopez (2020).

Hormigón reforzado con la fibra de polipropileno.

La tesis de Beltrán en el 86 resalta que reforzar al hormigón con una fibra es un método empleado en el país, tanto en el sector público como privado. Esto hace referencia al caso del Instituto Ecuatoriano de Electrificación. Donde el sobre el hormigón se agregaron fibras de acero en el desagüe, como una alternativa y también recubriendo los túneles al ingreso casa de máquinas en el Proyecto Hidroeléctrico Agoyán, ubicado en Tungurahua (Beltrán 1986).

Figura 5

Hormigón reforzado con fibras de polipropileno



Fuente: Beltrán (1986).

Uso de fibras de agave en la mejora de la resistencia de paneles de hormigón con polipropileno-México.

La tesis analiza el efecto de las fibras de agave en la resistencia y durabilidad de paneles de hormigón reforzados con polipropileno, proponiendo su uso en edificaciones rurales y semiurbanas en México. (González, 2019).

Figura 6

Uso de fibras de agave en la mejora de la resistencia de paneles de hormigón con polipropileno



Fuente: González (2019)

Incorporación de fibras de palma en paneles de hormigón reforzados con polipropileno para construcciones en climas cálidos - Colombia.

Este estudio evalúa cómo las fibras de palma, en combinación con polipropileno, mejora la propiedad térmica y mecánicas de los paneles de hormigón, adaptándolos mejor para ser usado en climas cálidos y húmedos (Fernández, 2020).

Figura 7

Incorporación de fibras de palma en paneles de hormigón reforzados con polipropileno para construcciones en climas cálidos



Fuente: Fernández (2020)

Optimización de paneles de hormigón con fibras de esparto y polipropileno para su uso en fachadas prefabricadas – España.

El proyecto se centra en la mejora de las propiedades estructurales y estéticas de paneles de hormigón con fibras de esparto, optimizando su uso en fachadas prefabricadas en edificaciones modernas (Pérez Miguel, 2019).

Figura 8

Optimización de paneles de hormigón con fibras de esparto y polipropileno para su uso en fachadas prefabricadas



Fuente: Pérez (2019)

Desempeño estructural de paneles de hormigón con fibras de lino y polipropileno en estructuras modulares – Italia.

Investigación sobre la combinación de fibras de lino con polipropileno para mejorar la resistencia a la flexión y la ligereza de paneles de hormigón utilizados en estructuras modulares, aplicables en construcciones prefabricadas (Rossi & Luca 2021).

Figura 9

Desempeño estructural de paneles de hormigón con fibras de lino y polipropileno en estructuras modulares



Fuente: Rossi & Luca (2021)

Evaluación de paneles de hormigón con fibras de coco y polipropileno para construcciones económicas y sostenibles – India.

Esta tesis se enfoca en la utilización de fibras de coco para crear paneles de hormigón de bajo costo y alta durabilidad, proponiendo soluciones de construcción accesibles y sostenibles en áreas rurales de India (Kumar & Rajesh, 2022).

Figura 10

Evaluación de paneles de hormigón con fibras de coco y polipropileno para construcciones económicas y sostenibles



Fuente: Kumar & Rajesh (2022)

Evaluación de paneles de hormigón con fibras de sisal y polipropileno para construcción sostenible en la Amazonía ecuatoriana- Ecuador.

Este trabajo se centra en la sostenibilidad, investigando cómo las fibras de sisal y polipropileno pueden ser utilizadas para crear paneles de hormigón que ofrezcan resistencia y durabilidad en las condiciones ambientales extremas de la Amazonía (Chicaiza, 2022).

Figura 11

Evaluación de paneles de hormigón con fibras de sisal y polipropileno para construcción sostenible en la Amazonía ecuatoriana.



Fuente: Chicaiza (2022)

Aplicación de fibras de bambú en paneles de hormigón reforzados para estructuras residenciales en zonas sísmicas-Ecuador.

Esta tesis explora la incorporación de fibras de bambú para mejorar la flexibilidad y la capacidad de absorción de energía en paneles de hormigón, con el fin de desarrollar construcciones más seguras en regiones sísmicas de Ecuador. (Mora,2020)

Figura 12

Aplicación de fibras de bambú en paneles de hormigón reforzados para estructuras residenciales en zonas sísmicas



Fuente: Mora (2020)

Propiedades térmicas de paneles de hormigón con fibras de totora y polipropileno en edificaciones bioclimáticas-Ecuador.

El proyecto investiga el uso de fibras de totora mejorado el aislamiento de calor de paneles de hormigón en construcciones bioclimáticas, buscando aumentar la eficiencia en materia de energía dentro de edificaciones (Romero, Paula 2023).

Figura 13

Propiedades térmicas de paneles de hormigón con fibras de totora y polipropileno en edificaciones bioclimáticas.



Fuente: Romero, P (2023)

Elaborado por: Cornejo & Micolta (2024)

Influencia de la fibra de polipropileno - fibras vegetales en la durabilidad de hormigones estructurales- Universidad Politécnica de Madrid.

Esta tesis explora cómo las fibras de polipropileno y fibras vegetales como el bambú y el coco afectan la durabilidad del hormigón estructural. Los estudios de durabilidad incluyen pruebas de absorción de agua, permeabilidad al cloruro y resistencia al fuego. Los resultados muestran que la combinación de ambas fibras mejora significativamente la resistencia al fuego y la durabilidad general (Rodríguez, 2020).

Figura 14

Fibra de polipropileno con fibras vegetales en la durabilidad de hormigones estructurales.



Fuente: Rodríguez (2020)

Efecto de las fibras de polipropileno y los aditivos de fibras naturales sobre las propiedades mecánicas de los paneles de hormigón - Massachusetts Institute of Technology.

Esta investigación evalúa los efectos de agregar fibras de polipropileno y aditivos de fibras naturales (como fibras de cáñamo) en la propiedad mecánica de los paneles de hormigón. El estudio encontró que la combinación de ambas fibras no solo mejorando resistencia a la tracción, así como la flexión, sino que también redujo la tendencia al agrietamiento (Adams, 2020).

Figura 15

Efecto de las fibras de polipropileno y los aditivos de fibras naturales sobre las propiedades mecánicas de los paneles de hormigón.



Fuente: Adams (2020)

Estudio de la adición de fibra de yute en paneles de hormigón reforzados con polipropileno - Pontificia Universidad Católica de Chile

La investigación se centra en la adición de fibra de yute en hormigón reforzado con polipropileno. Los resultados indican mejoras en la resistencia al impacto y la capacidad de absorción de energía, además de una mejor distribución de las tensiones en el material (Rojas, 2021).

Figura 16

Estudio de la adición de fibra de yute en paneles de hormigón reforzados con polipropileno.



Fuente: Rojas (2021)

Desempeño estructural de paneles hechos de hormigón que se reforzaron con fibra de polipropileno y sisal- Universidad de Buenos Aires

Este estudio evalúa el desempeño estructural de paneles de hormigón reforzados con una combinación de fibras de polipropileno y sisal. Se concluye que el uso de fibras naturales como el sisal mejora la ductilidad y reduce el peso del panel sin comprometer la resistencia (García, 2022).

Figura 17

Desempeño estructural de paneles de hormigón que se reforzaron con fibra de polipropileno y sisal.



Fuente: García (2022)

Impacto del polipropileno y las fibras naturales en la resistencia al agrietamiento en paneles de hormigón- University of Cambridge

Esta tesis analiza la inclusión de una fibra de polipropileno y fibra natural (como la fibra de coco) afecta la resistencia al agrietamiento en paneles de hormigón. El estudio concluye que la combinación de fibras sintéticas y naturales mejora significativamente la resistencia a las fisuras bajo cargas dinámicas (Turner, 2021).

Figura 18

Impacto del polipropileno y las fibras naturales en la resistencia al agrietamiento en paneles de hormigón.



Fuente: Turner (2021)

Mejoras en la sostenibilidad de paneles de hormigón mediante la inclusión de fibras de polipropileno y fibra de cáscara de arroz- Universidad de Sevilla.

Esta investigación se enfoca en la mejora de la sostenibilidad de los paneles de hormigón mediante la adición de fibras de polipropileno y fibra de cáscara de arroz. Los resultados muestran una reducción en la huella de carbono del material y un aumento en la durabilidad de los paneles (Álvarez, 2020).

Figura 19

Mejoras en la sostenibilidad de paneles de hormigón mediante la inclusión de fibras de polipropileno y fibra de cáscara de arroz.



Fuente: Álvarez (2020)

Análisis del comportamiento a la flexión de paneles hechos de hormigón que se reforzaron con fibra de polipropileno y fibra de la palma- Universidad de Costa Rica.

Este estudio investiga el comportamiento a flexión de paneles de hormigón reforzados con una combinación de fibras de polipropileno y fibra de palma. Los resultados indican un aumento en la capacidad de carga y una mejor distribución de las tensiones internas (Herrera, 2021).

Figura 20

Análisis del comportamiento a la flexión de paneles hechos de hormigón que se reforzaron con fibra de polipropileno y fibra de palma.



Fuente: Herrera (2021)

Efecto de la inclusión de la fibra de polipropileno y la fibra de kenaf en propiedades de tipo mecánico de paneles de hormigón - Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.

Esta tesis investiga el efecto de la inclusión de la fibra de polipropileno y la fibra de kenaf en la propiedad de tipo mecánica de paneles de hormigón. Se encuentra que adicionar fibras mejora la resistencia a la compresión y la ductilidad del material (Gómez, 2021).

Figura 21

Efecto de la inclusión de la fibra de polipropileno y la fibra de kenaf en propiedades de tipo mecánico de paneles de hormigón



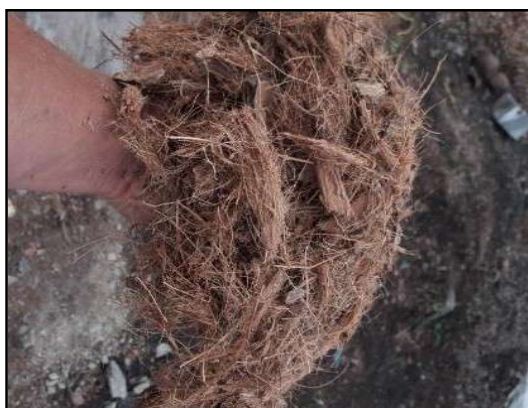
Fuente: Gómez (2021)

Refuerzo de polipropileno y fibra de coco en paneles de hormigón: un estudio comparativo- University of Queensland.

Este trabajo compara el refuerzo de paneles de hormigón con fibras de polipropileno y fibra de coco. Los resultados indican que la fibra de coco proporciona una mejor resistencia al impacto y a la flexión, mientras que el polipropileno mejora la durabilidad y la resistencia a la humedad (Martin,2020).

Figura 22

Refuerzo de polipropileno y fibra de coco en paneles de hormigón: un estudio comparativo.



Fuente: Martin (2020)

Desempeño térmico de paneles de hormigón con la fibra de polipropileno y la cáscara de nuez - Universidad de Lisboa.

Esta tesis evaluó el comportamiento térmico de los paneles reforzados con fibras de polipropileno y cáscara de nuez. Se concluye que esta combinación reduce la conductividad térmica y mejora la eficiencia energética de las construcciones (Silva, 2021).

Figura 23

Desempeño térmico de paneles de hormigón con la fibra de polipropileno y cáscara de nuez.



Fuente: Silva (2021).

Efecto de la fibra de plátano en la resistencia a la compresión de paneles de hormigón reforzados con polipropileno –Universidad Nacional de Colombia.

Esta tesis investiga el efecto de la inclusión de la fibra de polipropileno y fibra de kenaf en la propiedad de tipo mecánico en paneles de hormigón. Se encuentra que la adición de estas fibras mejora la resistencia a la compresión y la ductilidad del material (Cruz, 2022).

Figura 24.

Efecto de la fibra de plátano en la resistencia a la compresión de paneles de hormigón reforzados con polipropileno.



Fuente: Cruz (2022)

Optimización de paneles de hormigón con fibras de polipropileno y fibra del bagazo de la caña - Universidad de São Paulo.

Esta tesis investiga la optimización de paneles de hormigón mediante la inclusión de la fibra de polipropileno y del bagazo de la caña. Los resultados indican que esta combinación de estas fibras mejora la resistencia a la flexión y reduce la necesidad de refuerzos adicionales. (Martínez,2022)

Figura 25

Optimización de paneles de hormigón con fibras de polipropileno y fibra del bagazo de la caña



Fuente: Martínez (2022)

2.3 Marco Conceptual

El marco conceptual de esta investigación se estructura en torno a varios conceptos clave que son fundamentales para el desarrollo de paneles prefabricados de hormigón reforzados con fibras de cáscara de semillas de girasol y polipropileno.

2.3.1. *Hormigón Prefabricado*

La prefabricación del hormigón consiste en presentar un material que se conformó en moldes bajo una condición controladas para luego ser llevado a una construcción. Este material tiene varias ventajas en lo que concierne a ser uniforme, resistente y reduce desperdicios. En el estudio a realizar esta prefabricación es esta destinada a la inclusión de una fibra tanto natural como sintética para mejorar el hormigón.

2.3.2. *Fibra de Polipropileno*

La fibra de plástico de polipropileno es una fibra sintética que al incorporarse al hormigón puede mejorar y convertirlo en resistente a factores como tracción, flexión y el control de fisuras. Las fibras son refuerzos que son distribuidos uniformemente en el material y su uso está dentro de la mezcla para mejorar la durabilidad, así como la resistencia a cualquier factor ambiental, en climas extremos como el caso de Ecuador.

2.3.3. *Fibras de Cáscara de Semillas de Girasol*

Los residuos de la semilla de girasol son subproductos agrícolas que son ricas en fibra. Al incluir esto en la mezcla de hormigón, esto refuerza al material final, con lo que es una solución a la generación de los residuos agrícolas para ser incluido en el hormigón. Dentro del trabajo investigativo, se mostrará como se reduce el peso del hormigón sin comprometer su resistencia

2.3.4. Sostenibilidad dentro de la Construcción

Este término es acuñado a la reducción del impacto ambiental ocasionado por la construcción de un edificio estos desde que se extrae la materia prima hasta el punto donde se demuele. Por ello dentro de la investigación los materiales para la construcción deben tener este principio enfocándose en el reciclaje, como las cascara de girasol. Esto se incorpora para que la industria se vaya adaptando a normas con principios de sostenibilidad y eficiencia energética.

2.3.5. Propiedades Mecánicas en el Hormigón

Entre las propiedades de un hormigón se encuentra la resistencia, flexión y tracción. Estas son fundamentales para la determinación de su idoneidad al aplicar en estructuras. Esta inclusión novedosa de las fibras como refuerzo tanto de origen natural como sintética. La modificación mejora capacidades como la resistencia a cargas y prolonga su vida. En la investigación a realizar estas propiedades serán puestas a pruebas de normas estándar para comparar el producto final que se obtendrá.

2.3.6. Innovación en Materiales de Construcción

La innovación en los materiales de construcción implica el desarrollo y aplicación de nuevos materiales y métodos que incrementen la eficacia, la sostenibilidad y el rendimiento de los edificios. En este contexto, la idea de integración de fibras de cáscara de girasol en los paneles de concreto constituye una innovación que no solo optimiza las características del material, sino que también propone una perspectiva más ecológica en el sector de la edificación. Este experimento se sitúa en el cruce entre la ingeniería de materiales y la sostenibilidad, proponiendo una opción factible y eficaz frente a los tratamientos tradicionales de refuerzo de concreto.

2.4 Proyectos análogos

Figura 26

Proyecto análogo de paneles de hormigón con fibras de cascara de arroz y polipropileno Ecuador.

PROYECTO ANALOGO

1.-Paneles de Hormigón con Fibras de Cáscara de Arroz y Polipropileno – Ecuador



Descripción: Este modelo estudia la fabricación de paneles prefabricados reforzados con fibras de polipropileno y cáscara de arroz, mejorando la resistencia mecánica y la durabilidad [Fernández y Pérez, 2022] .

VENTAJAS

Ventajas:

- Mayor resistencia a la compresión.
- Reducción del peso del panel [Fernández y Pérez, 2022] .

COSTOS

Costo Aproximado:
\$25 por m² de panel [Fernández y Pérez, 2022] .

PROPIEDADES	MEDIDAS
Resistencia a la compresión: 32 MPa. Aislamiento térmico mejorado en un 15% [Fernández y Pérez, 2022] . Baja absorción de agua: 5% [Fernández y Pérez, 2022] .	Medidas del Panel: Espesor: 5 cm. Largo: 120 cm. Ancho: 60 cm.

COMPOSICIÓN Y MATERIALES

Cemento Portland	350 kg/m ³
Arena Fina	750 kg/m ³
Grava	1100 kg/m ³
Agua	175 L/m ³
Fibras de polipropileno	1% en peso
CÁSCARA DE ARROZ	2% en peso

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

TIPO DE CEMENTO: PORTLAND TIPO I.
AGREGADO FINO: ARENA DE RÍO TAMIZADA.
AGREGADO GRUESO: GRAVA DE 20 MM.
TIPO DE FIBRA: POLIPROPILENO Y CÁSCARA DE ARROZ.
RESISTENCIA ESPERADA: 32 MPA.
NORMATIVA APLICABLE: ASTM C39 Y ASTM C78



Elaborado por: Cornejo & Micolta(2024)

Figura 27

Proyecto análogo de paneles de hormigón con fibras de cascara de maní y fibra de plátano- Ecuador.

PROYECTO ANALOGO

2. Paneles de Hormigón con Cáscara de Maní y Fibra de Plátano – Ecuador

Descripción: Se incorpora la cáscara de maní y fibra de plátano como refuerzo en los paneles para mejorar la adherencia y flexibilidad del material **【Minaya, 2021】** .



VENTAJAS

- Reduce el costo del material **【Minaya, 2021】** .
- Mejora la resistencia a la flexión en un 20% **【Minaya, 2021】** .

COSTOS

\$23 por m² de panel **【Minaya, 2021】** .

PROPIEDADES	MEDIDAS
<ul style="list-style-type: none"> Resistencia a la compresión: 28 MPa. Mayor flexibilidad en la estructura 【Minaya, 2021】 . Absorción de agua reducida: 6% 【Minaya, 2021】 . 	<ul style="list-style-type: none"> Espesor: 5 cm. Largo: 120 cm. Ancho: 60 cm.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- TIPO DE CEMENTO: PORTLAND TIPO I.
- AGREGADO FINO: ARENA SILICEA.
- AGREGADO GRUESO: GRAVA DE 19 MM.
- TIPO DE FIBRA: CÁSCARA DE MANÍ Y FIBRA DE PLÁTANO.
- RESISTENCIA ESPERADA: 28 MPA.
- RESISTENCIA ESPERADA: 28 MPA.
- Normativa aplicable: ASTM C39 y ACI 544.

COMPOSICIÓN Y MATERIALES

Materiales	Proporción
Cemento Portland	300 kg/m ³
Arena	800 kg/m ³
Grava	1000 kg/m ³
Agua	180 L/m ³
CÁSCARA DE MANÍ	3% en peso
FIBRA DE PLÁTANO	1.5% en peso



Elaborado por: Cornejo & Micolta (2024)

Figura 28

Evaluación de paneles con residuos agrícolas - México

PROYECTO ANALOGO

3.-Evaluación de Paneles con Residuos Agrícolas – México

Descripción: Incorpora cáscara de arroz y fibras de polipropileno en la fabricación de paneles para mejorar su durabilidad y resistencia **【González, 2018】** .

VENTAJAS

- Reduce el costo del material **【Minaya, 2021】** .
- Mejora la resistencia a la flexión en un 20% **【Minaya, 2021】** .

COSTOS

- \$27 por m² de panel **【González, 2018】** .

PROPIEDADES	MEDIDAS
<ul style="list-style-type: none"> Mayor durabilidad frente a agentes externos 【González, 2018】 . Disminución de la huella de carbono 【González, 2018】 . 	<ul style="list-style-type: none"> Espesor: 5 cm. Largo: 120 cm. Ancho: 60 cm



COMPOSICIÓN Y MATERIALES

Materiales	Proporción
Cemento Portland	320 kg/m ³
Arena	700 kg/m ³
Grava	1100 kg/m ³
Agua	170 L/m ³
FIBRAS DE POLIPROPILENO	1.2% en peso
CÁSCARA DE ARROZ	2.5% en peso

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- TIPO DE CEMENTO: PORTLAND TIPO I.
- AGREGADO FINO: ARENA LAVADA.
- AGREGADO GRUESO: GRAVA DE 25 MM.
- Tipo de fibra: Cáscara de arroz y polipropileno.
- PORCENTAJE DE FIBRA UTILIZADA: 2.5% EN PESO.
- NORMATIVA APLICABLE: ASTM C39 Y ASTM C78.
- Resistencia esperada: 30 MPa.



Elaborado por: Cornejo & Miccolta(2024)

Figura 29

Proyecto análogo de paneles de hormigón con fibras de palma- Colombia

PROYECTO ANALOGO

4.- Paneles de Hormigón con Fibras de Palma – Colombia

Descripción: Incorporación de fibras de palma para mejorar la resistencia a la humedad y flexibilidad en ambientes tropicales [García, 2020] .



VENTAJAS

- Mayor resistencia a la humedad [García, 2020] .
- Mejora la flexibilidad estructural [García, 2020] .

COSTOS

\$24 por m² de panel [García, 2020] .

PROPIEDADES	MEDIDAS
<ul style="list-style-type: none"> • Resistencia a la compresión: 30 MPa. • Aislamiento térmico: 10% de mejora [García, 2020] . • Absorción de agua: 5.2% [García, 2020] . 	<ul style="list-style-type: none"> • Espesor: 5 cm. • Largo: 120 cm. • Ancho: 60 cm.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- TIPO DE CEMENTO: PORTLAND TIPO I.
- AGREGADO FINO: ARENA SILICE.
- AGREGADO GRUESO: GRAVA DE 19 MM.
- Tipo de fibra: Fibras de palma.
- PORCENTAJE DE FIBRA UTILIZADA: 3% EN PESO.
- RESISTENCIA ESPERADA: 30 MPA.
- Normativa aplicable: ASTM C39 y NTC 4025.

COMPOSICIÓN Y MATERIALES

Materiales	Proporción
Cemento Portland	330 kg/m ³
Arena	740 kg/m ³
Grava	1050 kg/m ³
Agua	165 L/m ³
FIBRAS DE PALMA	3% en peso



Elaborado por: Cornejo & Micolta (2024)

Figura 30

Proyecto análogo de paneles de hormigón con fibras de lino y polipropileno - Italia

PROYECTO ANALOGO

5. Paneles de Hormigón con Fibras de Lino y Polipropileno – Italia

Descripción: Uso de fibras naturales de lino y polipropileno para mejorar la flexibilidad y resistencia mecánica del panel en edificaciones modulares [Rossi, 2021]



VENTAJAS

- Mejora la resistencia mecánica [Rossi, 2021]
- Reduce el peso en un 10% [Rossi, 2021]

COSTOS

- \$28 por m² de panel [Rossi, 2021]

COMPOSICIÓN Y MATERIALES

Materiales	Proporción
Cemento Portland	310 kg/m ³
Arena	750 kg/m ³
Grava	1070 kg/m ³
Agua	160 L/m ³
FIBRAS DE LINO	15% en peso
FIBRAS DE POLIPROPILENO	13% en peso

PROPIEDADES

- Resistencia a la compresión: 29 MPa.
- Aislamiento térmico: 12% de mejora [Rossi, 2021]
- Absorción de agua: 4,3% [Rossi, 2021]

MEDIDAS

- Espesor: 6 cm.
- Largo: 120 cm.
- Ancho: 60 cm.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- TIPO DE CEMENTO: PORTLAND TIPO I.
- AGREGADO FINO: ARENA SÍLICE.
- AGREGADO GRUESO: GRAVA DE 18 MM.
- Tipo de fibra: Fibras de lino y polipropileno.
- PORCENTAJE DE FIBRA UTILIZADA: 2.8% EN PESO.
- RESISTENCIA ESPERADA: 29 MPA.
- Normativa aplicable: EN 12390 y ASTM C39.



Elaborado por: Cornejo & Micolta(2024)

Figura 31

Proyecto análogo de paneles de hormigón con fibras de coco y polipropileno - India

PROYECTO ANALOGO

6.-Paneles de Hormigón con Fibras de Coco y Polipropileno – India

Descripción: Uso de fibras de coco y polipropileno en la fabricación de paneles con resistencia mejorada para climas cálidos [Kumar, 2022] .



VENTAJAS

- Alta resistencia a la humedad [Kumar, 2022] .
- Mayor vida útil en climas tropicales [Kumar, 2022] .

COSTOS

- \$27 por m² de panel [Kumar, 2022] .

PROPIEDADES	MEDIDAS
<ul style="list-style-type: none"> Resistencia a la compresión: 31 MPa. Aislamiento térmico: 13% de mejora [Kumar, 2022] . Absorción de agua: 5.0% [Kumar, 2022] . 	<ul style="list-style-type: none"> Espesor: 5.5 cm. Largo: 120 cm. Ancho: 60 cm.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- TIPO DE CEMENTO: PORTLAND TIPO II.
- AGREGADO FINO: ARENA DE RÍO.
- AGREGADO GRUESO: GRAVA DE 20 MM.
- Tipo de fibra: Fibras de coco y polipropileno.
- PORCENTAJE DE FIBRA UTILIZADA: 3.2% EN PESO.
- RESISTENCIA ESPERADA: 31 MPA.
- Normativa aplicable: ASTM C595 y ACI 544.

COMPOSICIÓN Y MATERIALES

Materiales	Proporción
Cemento Portland	320 kg/m ³
Arena	740 kg/m ³
Grava	1080 kg/m ³
Agua	170 L/m ³
FIBRAS DE COCO	1.7% en peso
FIBRAS DE POLIPROPILENO	1.5% en peso



Elaborado por: Cornejo & Micolta (2024)

Tabla 1
Cuadro comparativo de los referentes análogos

Modelo Análogo	Descripción	Porcentaje de Fibra	Costo Aproximado (USD/m ²)	Medidas del Panel (cm)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Absorción de Agua (%)
Paneles con Fibras de Cáscara de Arroz y Polipropileno - Ecuador	Fabricación de paneles con fibras de polipropileno y cáscara de arroz para mejorar resistencia mecánica y durabilidad.	2%	\$25	120x60x5	32	5
Paneles con Cáscara de Maní y Fibra de Plátano - Ecuador	Incorporación de cáscara de maní y fibra de plátano para mejorar adherencia y flexibilidad.	3%	\$23	120x60x5	28	6
Paneles con Residuos Agrícolas - México	Uso de cáscara de arroz y fibras de polipropileno para aumentar durabilidad y resistencia.	2.5%	\$27	120x60x5	30	4.8
Paneles con Fibras de Palma - Colombia	Incorporación de fibras de palma para mejorar resistencia a la humedad y flexibilidad.	3%	\$24	120x60x5	30	5.2
Paneles con Fibras de Lino y Polipropileno - Italia	Uso de fibras naturales de lino y polipropileno en estructuras modulares.	2.8%	\$28	120x60x6	29	4.3
Paneles con Fibras de Coco y Polipropileno - India	Uso de fibras de coco y polipropileno para mejorar resistencia en climas cálidos.	3.2%	\$27	120x60x5.5	31	5.0

Elaborado por: Cornejo & Micolta (2024)

La incorporación de estos materiales ha permitido:

- Aumentar la resistencia a la compresión hasta en un 32 MPa.
- Mejorar el aislamiento térmico hasta en un 15%.
- Reducir la absorción de agua, lo que prolonga la vida útil de los paneles.
- Disminuir la huella de carbono mediante el uso de residuos agrícolas y fibras naturales.

Además, se ha evidenciado que estos paneles pueden fabricarse con costos competitivos, variando entre 23 y 28 USD/m², lo que los hace una opción viable para la construcción sostenible. Para concluir, el uso de fibras naturales y desechos agroindustriales en la producción de paneles de hormigón prefabricados es una táctica efectiva para maximizar la eficacia de los materiales, disminuir el efecto en el medio ambiente y potenciar las propiedades constructivas y térmicas en la edificación (Fernández y Pérez, 2022; Minaya, 2021; González, 2018).

2.5 Marco Legal

2.6.1. Constitución de la República del Ecuador

Dentro de la carta magna, está implícito que toda actividad incluida la construcción tiene que mantener respecto al medio ambiente como los derechos de la sociedad (Asamblea Nacional del Ecuador, 2008). En el desarrollo del hormigón con la adición de las fibras recicladas de cáscaras de semillas, esto contribuye a la sostenibilidad ambiental.

2.6.2. Ley de Gestión Ambiental (Ecuador)

En la ley se promueve que deben usarse tecnologías con principios de sostenibilidad (Asamblea Nacional del Ecuador, 2018). En este marco el emplear materiales reciclados e implementar esta tecnología en la construcción justifica el uso de la fibra natural en la que se incluye a las cáscaras de semilla de girasol. Así también la norma ecuatoriana de construcción

2.6.3. Normativa Ecuatoriana de la Construcción (NEC)

La NEC establece directrices sobre la resistencia de distintos materiales para la construcción, que incluye al hormigón. De acuerdo con la NEC, los paneles prefabricados de hormigón cumplirán con los siguientes estándares:

- Resistencia a la compresión: Los paneles deben tener una resistencia mínima de 20 MPa (megapascuales) en el caso de paneles no estructurales.
- Espesor mínimo: El espesor mínimo de un panel prefabricado de hormigón es de 3 cm, lo cual coincide con las medidas que mencionas (NEC, 2015).
- Dimensiones: Los paneles prefabricados generalmente tienen un tamaño estándar de 1.2 m x 2.4 m, pero se puede ajustar a 1.2 m x 2 m según las necesidades específicas del proyecto.

2.6.4. Normas del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN)

Las normas INEN (por ejemplo, INEN 246, INEN 287, INEN 290) establecen las características técnicas y de calidad para el uso de materiales en la construcción. Para los paneles de hormigón con fibras, se deben cumplir los siguientes requisitos:

- **Dosificación de fibras:** en la INEN 246 está especificado la fibra que debe emplearse siendo esto desde 0.5 % hasta un valor de 2 % del peso del cemento, contemplando el resultado mecánico deseado.
- **Medida de las fibras:** la longitud según la norma INEN especifica que debe ser de 10 hasta 30 milímetros y un diámetro que está en un rango de 0.3 – 0.5 milímetros con lo que se asegura la dispersión dentro de la mezcla (INEN, 2016).

2.6.5. Normativas Internacionales (ISO, ASTM)

- ASTM C1116 (2011): Controla la aplicación de fibras reforzadoras en el concreto, que incluyen fibras naturales o recicladas. Esta normativa permite la inclusión de las fibras de cáscara de semilla de girasol, siempre que se asegure que estas fibras satisfacen los requisitos de resistencia y dosificación. La dosificación habitual de fibra en concreto oscila entre el 0.5% y el 2% en el peso de la mezcla, en función de las características buscadas.
- ISO 14021 (2016): Define pautas acerca de la administración de materiales reciclados y su aplicación en el sector de la construcción. Esta normativa permite el uso de fibras recicladas, como las de cáscara de semilla, siempre y cuando se satisfagan los estándares de sostenibilidad y calidad del producto final.
- Las normas internacionales, como la ISO 14001 y ASTM C1396 (2019), ofrecen directrices sobre el uso de materiales reciclados en la construcción:
- Resistencia: La ASTM C1396 en 2019, menciona que el hormigón empleado para usos estructurales, los paneles de concreto deben poseer una resistencia mínima de 25 MPa. Para los paneles no estructurales, la resistencia mínima puede ser de 20 MPa.

- Fibra de cáscara de semilla de girasol: No existe una norma internacional específica para la fibra de cáscara de semilla de girasol en hormigón, pero se pueden usar principios generales de aditivos naturales para mejorar sus propiedades de este material. La norma ASTM C1396 permite el uso de fibras de tipo natural en el que resalta el sisal y el coco, por lo que, de acuerdo con la analogía, las cáscaras de semilla de girasol pueden ser aceptadas (ASTM, 2019).

2.6.6. Especificaciones Técnicas para los Paneles Prefabricados

2.6.6.1 Dimensiones Estándar. Longitud: 1.2 m a 3 m, dependiendo de la aplicación (NEC, 2015; INEN, 2012). Ancho: 0.8 m a 2 m, ajustándose a las necesidades del diseño y las especificaciones de los proyectos. Espesor: Para paneles no estructurales, el espesor mínimo permitido es de 3 cm, como en tu caso (NEC, 2015).

2.6.6.2 Resistencia a la compresión. Paneles no estructurales: Mínimo 14 MPa (megapascuales) para garantizar la durabilidad del panel. Este valor puede variar dependiendo de la mezcla y las fibras utilizadas (NEC, 2015).

2.6.6.3 Peso del Panel. Peso aproximado de un panel de 3 cm de espesor será de aproximadamente 60 kg/m², aunque este valor puede variar dependiendo de la dosificación exacta de fibra y los materiales adicionales (NEC, 2015).

2.6.6.4 Dosificación de la Fibra. La fibra de cáscara de semilla de girasol generalmente se utiliza en proporciones entre 0.5% y 2% en peso del total de la mezcla de hormigón. Las propiedades de la fibra, como su longitud y resistencia, deben ser evaluadas para garantizar que mejoren la flexibilidad y durabilidad del panel (ASTM C1116, 2011).

2.6.6.5 Normativas para las Medidas del Panel. NEC 2015 (Normativa Ecuatoriana de la Construcción): Esta normativa establece las dimensiones mínimas y recomendaciones para paneles prefabricados, incluidos los no estructurales. Se especifica que el espesor mínimo recomendado para paneles no estructurales es de

3 cm, lo que se ajusta a tus especificaciones (3 cm de espesor, 1.20 m x 2.00 m de tamaño). INEN 15732:2006 (Norma INEN de Prefabricados de Concreto): Las medidas y proporciones de los paneles deben cumplir con esta norma para asegurar la calidad y resistencia, especialmente para su uso en fachadas y en aplicaciones no estructurales.

2.6.6.6 Normativas para el Tipo de Anclaje. NEC 2015: Establece que para la fijación de paneles prefabricados se deben usar anclajes mecánicos como pernos o tornillos que garanticen la seguridad y estabilidad del panel, especialmente en fachadas expuestas a cargas de viento y sísmicas. INEN 15860:2015: Norma las condiciones de instalación y los tipos de anclajes apropiados en materiales de construcción, tales como el concreto, especificando las capacidades de carga y resistencia requeridas para asegurar la estabilidad de la edificación.

CAPITULO III

MARCO METODOLOGICO

3.1. Materiales

3.1.1 *Cáscara de Semilla de Girasol*

Mejora en la Resistencia del Hormigón La cáscara de semilla de girasol, un subproducto de la industria agroalimentaria contiene altos niveles de celulosa y lignina. Este material, debido a su estructura fibrosa, tiene la capacidad de incrementar la adhesión interna del concreto y extender su durabilidad. Este componente fortalece la estructura del concreto, aumentando su habilidad para soportar esfuerzos mecánicos y minimizando la aparición de fisuras.

Figura 32

Cáscaras de semilla de girasol



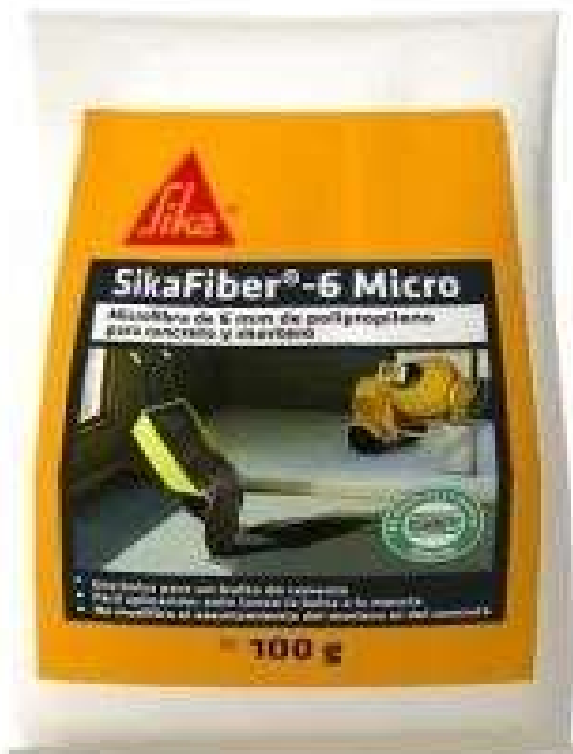
Fuente: Cornejo & Micolta (2024)

3.1.2 Fibra de polipropileno

Las fibras en la construcción evoluciono significativamente década tras década, mejorando su resistencia y durabilidad del hormigón. La fibra más empleada es de polipropileno, siendo clave para reducir la fisuración y así mejorar el comportamiento estructural del hormigón en las obras. El producto con mayor reconocimiento para incorporar plástico de polipropileno en hormigón es SikaFiber®. Entre los beneficios encontrados se nota una resistencia al impacto, es dúctil y la cohesión al momento de mezclar, por lo que se recomienda aplicar en pavimentos, losas y estructuras con cargas dinámicas.

Figura 33

Sika Fiber



Fuente: Sika.ec – sitio web (2023)

3.1.3 Cemento

Figura 34

Cemento Holcim



Fuente: Holcim.ec – sitio web (2022)

3.1.4 Arena

La arena es un elemento en forma de granos que juega un rol vital en la edificación. Su función principal es desempeñar el rol de un agregado fino en la elaboración del hormigón y mortero, otorgando cohesión y reforzando la capacidad de trabajo de la mezcla. La arena, dependiendo de su granulometría y pureza, proporciona mayor resistencia y preservación a las estructuras.

Figura 35

Arena



Fuente: Sikaec (2024)

3.1.5 Piedra

Emplear piedra que fue triturada con las dimensiones de tres cuartos de pulgada es el agregado que se requiere para formar concreto en estructuras. Siendo una de sus funciones agregar resistencia, así como estabilidad en el material distribuyéndolo de manera equilibrada.

Figura 36

Piedra



Fuente: Sikaec (2024)

3.1.6 Aditivo (Plastificante)

Los aditivos plastificantes han transformado el sector de la edificación al potenciar las características del hormigón sin poner en riesgo su resistencia y durabilidad. Entre los productos más utilizados en este campo se encuentra Sika Plastocrete, un aditivo plastificante líquido diseñado para optimizar la trabajabilidad del concreto y reducir la cantidad de agua necesaria en la mezcla. Su aplicación es clave en proyectos de infraestructura que requieren concreto de alta calidad con mejor manejabilidad y resistencia mecánica.

Figura 37

Aditivo plastificante



Fuente: Sikaec (2020)

3.1.7 Recolección de cáscaras de semilla de girasol.

Las cáscaras de semilla de girasol se recogieron en varios sitios de comercio como lo son súper mercados, mercados por venta al granel, fábricas en caso macro, etc., luego se las abre y a continuación se somete a un lavado para eliminando impurezas, para que se escurran durante 2 días bajo el sol. Finalmente, se parte a la mitad para obtener el resultado deseado que sería los 12 mm.

Figura 38

Cascaras de semilla de girasol.



Elaborado por: Cornejo & Micolta (2024)

Figura 39

Proceso de secado



Elaborado por: Cornejo & Micolta (2024)

Figura 40

Escurrimiento durante una noche



Elaborado por: Cornejo & Micolta (2024)

Figura 41

Secado de cáscaras



Elaborado por: Cornejo & Micolta (2024)

Figura 42

Recolección de la fibra seca



Elaborado por: Cornejo & Micolta (2025)

3.1.8 Instrumentos empleados

Figura 43

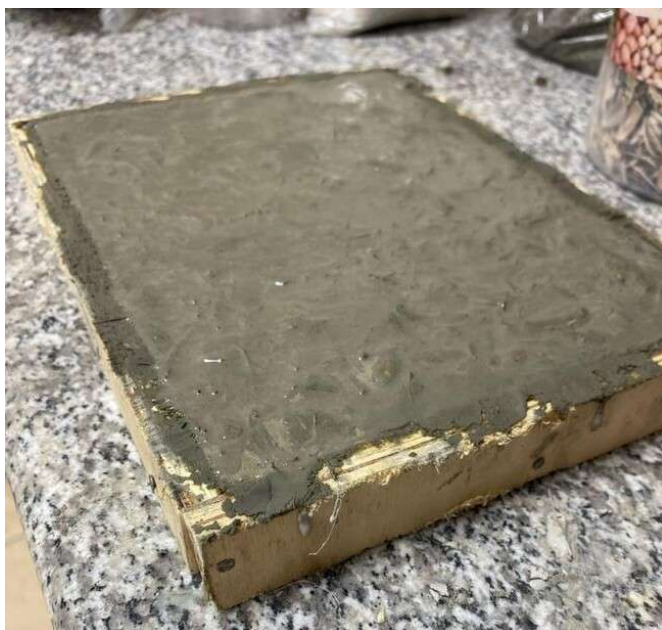
Balanza digital con peso



Elaborado por: Cornejo & Micolta (2025)

Figura 44

Molde con material



Elaborado por: Cornejo & Micolta (2025)

Figura 45

Molde de metal con material



Elaborado por: Cornejo & Micolta (2025)

Figura 46

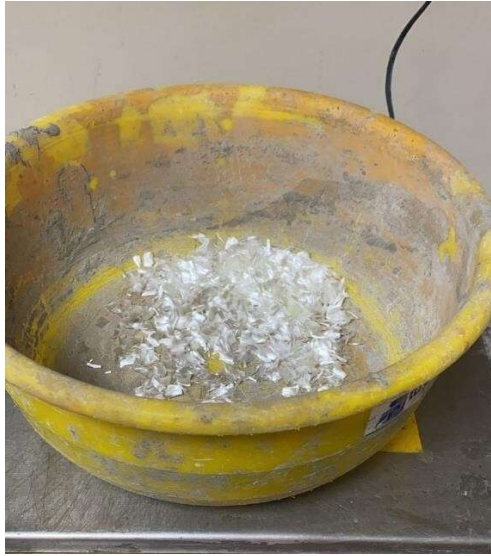
Moldes de metal vacíos



Elaborado por: Cornejo & Micolta (2025)

Figura 47

Lavacara plástica



Elaborado por: Cornejo & Micolta (2025)

Figura 48

Pala dosificadora



Fuente: Sikaec (2025).

Figura 49
Mezcladora



Fuente: Maquitec (2025)

Figura 50
Tacho con arena



Elaborado por: Cornejo & Micolta (2025)

3.1.9 Elaboración de los prototipos dentro de Cilindros

Durante la elaboración de estos prototipos, se emplearon moldes metálicos de 10 cm de diámetro cilíndricos. Esta selección aceleró la evaluación de la conducta de los materiales sometidos a pruebas de compresión. Mediante estos modelos, comenzó el procedimiento de dosificación con la finalidad de lograr los resultados esperados, y simultáneamente, de recopilar información sobre los tiempos de secado, textura, resistencia, entre otros factores.

Primer prototipo

Figura 51

Primer prototipo



Elaborado por: Cornejo & Micolta (2025)

Durante el desarrollo del primer prototipo, se llevó a cabo la combinación de uno de los elementos clave, cemento, agua, arena y piedra. Se notó que, en esta primera etapa, se observó la proporción fue una dosificación fue normal teniendo una relación de 1:2:3, lo que adecuado en un secado para un hormigón común.

Segundo prototipo

Tabla 2 Materiales de segundo prototipo

Materiales	Cantidades
CEMENTO:	355 kg/m ³
ARENA:	850 kg/m ³
GRAVA:	1000 kg/m ³
AGUA:	175 kg/m ³
ADITIVO:	2.13 kg/m ³

Elaborado por: Cornejo & Micolta (2025)

Figura 52

Segundo prototipo



Elaborado por: Cornejo & Micolta (2025)

3.2 Enfoque de la investigación

La investigación cuenta con elementos de tipo cuantitativo, así como cualitativo, por lo que la investigación es mixta. Esto debido a que las propiedades mecánicas del hormigón a realizar se analizaron por medio de datos cuantitativos, en cambio las percepciones y las experiencias de distintos expertos será por medio de un análisis cualitativo.

En el caso de un análisis cuantitativo este se realizó con la evaluación objetiva en lo concerniente a la comprensión, flexión y durabilidad del panel fabricado. Al contrario del enfoque cualitativo que por medio de la percepción de profesionales se entendió el uso del material sostenible dentro de la construcción, esto fue importante para conocer las barreras y oportunidades del producto.

3.3 Alcance de la investigación:

La investigación tiene un alcance descriptivo y exploratorio. El propósito principal es definir y detallar las características del material (paneles de concreto con fibras naturales y artificiales), y analizar la factibilidad de su uso en el sector de la construcción.

- **Descriptivo:** el objetivo es reconocer y especificar las propiedades mecánicas y funcionales de los paneles fabricados. Adicionalmente, se detallarán las características de las fibras empleadas, como la resistencia, la longevidad y el efecto ambiental de emplear cáscaras de girasol y fibras de polipropileno en la construcción.
- **Exploratorio:** El estudio también cuenta con un componente explorativo, dado que el objetivo es detectar las tendencias en ascenso en la utilización de materiales sostenibles en la edificación y investigar nuevas soluciones que podrían potenciar la sostenibilidad en el sector. Además, se investigarán elementos de adopción en el sector, teniendo en cuenta la percepción de los protagonistas de la construcción.

3.4 Técnica e instrumentos para obtener los datos

3.4.1 Medidas y especificaciones del panel

- **Dimensiones del panel:** 1.2 m x 2 m x 3 cm (espesor mínimo según la NEC).
- **Fibra utilizada:** Cáscaras de semilla de girasol en combinación con fibras de polipropileno (dosificación entre 0.5% y 2% del peso del cemento).
- **Resistencia:** 20 MPa (mínimo para paneles no estructurales, NEC, 2015).
- **Normativas aplicadas:** NEC 2015, INEN 246 (2016), ASTM C1396 (2019), ISO 14001.

3.4.2 Cálculo del volumen del panel

$$\text{Volumen} = \text{Largo} \times \text{Ancho} \times \text{Espesor}$$

$$\text{Volumen} = 1.20\text{m} \times 2.00\text{m} \times 0.03\text{m} = 0.072\text{m}^3$$

Justificación:

El cálculo del volumen de un panel de concreto es una fórmula básica utilizada para determinar la cantidad de material necesario. Esta fórmula se basa en la geometría estándar de los paneles, que debe cumplir con las especificaciones de espesor y tamaño indicadas en las **normativas de construcción**, como la **NEC 2015** (Secretaría Técnica de la NEC, 2015), que establece los tamaños y tolerancias permitidos para los paneles prefabricados.

3.4.3 Dosificación por materiales (Prototipo 1, 0.5%)

- Cemento: Para calcular la cantidad de cemento se usa la relación de mezcla típica de concreto no estructural, que es aproximadamente 1 parte de cemento: 2 partes de arena: 3 partes de grava.
- Fibra de polipropileno (Sika Fiber): Utilizaremos una densidad de 600 kg/m³ y una dosificación de 1% del volumen total.
- Fibra de cáscara de semilla de girasol: El porcentaje será 0.5% del volumen total, como especificaste.
- Aditivo (Sika ViscoCrete GL 7970): La dosificación de aditivos es generalmente entre 0.5% y 1% del peso total de la mezcla, por lo que usaremos 0.5%.

3.4.3.1 Cálculo de materiales por volumen (Prototipo 1, 0.5%)

- Cemento: Para una mezcla 1:2:3, el cemento representa aproximadamente 1/6 del volumen total. Por lo tanto:

$$\text{Cemento} = \frac{1}{6} \times 0.072\text{m}^3 = 0.012\text{m}^3$$

Como el cemento tiene una densidad de aproximadamente 1440 kg/m³, entonces:

$$\text{Cemento} = 0.012m^3 \times 1440 \text{ kg/ } m^3 = 17.28\text{kg}$$

- Arena: La arena representa aproximadamente 2/6 del volumen, entonces:

$$\text{Arena} = \frac{2}{6} \times 0.072m^3 = 0.024 m^3$$

Con una densidad de la arena de aproximadamente 1600 kg/m³, entonces:

$$\text{Arena} = 0.024m^3 \times 1600 \frac{\text{kg}}{m^3} = 38.4 \text{ kg}$$

- Grava: La grava representa aproximadamente 3/6 del volumen, entonces:

$$\text{Grava} = \frac{3}{6} \times 0.072m^3 = 0.036m^3$$

Con una densidad de la grava de aproximadamente 1600 kg/m³, entonces:

$$\text{Grava} = 0.036m^3 \times 1600 \frac{\text{kg}}{m^3} = 57.6\text{kg}$$

- Fibra de polipropileno (Sika Fiber): Se utiliza una dosificación de 1% del volumen total

$$\text{Fibra de polipropileno} = 0.01 \times 0.072m^3 = 0.00072m^3$$

Si la densidad de la fibra es 600 kg/m³:

$$\text{Fibra de polipropileno} = 0.00072m^3 \times 600 \frac{\text{kg}}{m^3} = 0.432\text{kg}$$

- Fibra de cáscara de semilla de girasol: Usaremos 0.5% del volumen total

$$\text{Fibra de cáscara de semilla de girasol} = 0.005m^3 \times 0.072m^3 = 0.00036\text{kg}$$

Si la densidad de la fibra es de 550 kg/m³, entonces:

Fibra de cáscara de semilla de girasol = $0.00036\text{m}^3 \times 550 = 0.198 \text{ kg}$

- Agua: La relación agua/cemento suele estar en torno a 0.4 a 0.5 para obtener una buena trabajabilidad y resistencia. Usaremos 0.45.

$$\text{Agua} = 0.45 \times 17.28 \text{ kg} = 7.78 \text{ kg} \approx 7.78 \text{ litros}$$

- Aditivo (Sika ViscoCrete GL 7970): La dosificación del aditivo es aproximadamente 0.5% del peso total de la mezcla. Sumamos el peso de todos los materiales (cemento, arena, grava, fibra de polipropileno, fibra de cáscara y agua)

Peso total de la mezcla

$$= 17.28\text{kg} + 38.4\text{kg} + 57.6\text{kg} + 0.432\text{kg} + 0.198\text{kg} + 7.78\text{kg}$$

$$= 121.69\text{kg}$$

Por lo tanto, la cantidad de aditivo será:

$$\text{Aditivo} = 0.005 \times 121.69\text{kg} = 0.61\text{kg}$$

- Resumen (Prototipo 1)
- **Cemento:** 17.28 kg
- **Arena:** 38.4 kg
- **Grava (3/8"):** 57.6 kg
- **Fibra de polipropileno (Sika Fiber):** 0.432 kg
- **Fibra de cáscara de semilla de girasol (1%):** 0.198 kg
- **Agua:** 7.78 litros
- **Aditivo (Sika ViscoCrete GL 7970):** 0.61 kg

3.4.3.2 Cálculo de materiales por volumen (Prototipo 2, 1%)

Cemento: La mezcla 1:2:3 nos indica que el cemento es aproximadamente 1/6 del volumen total.

$$\text{Cemento} = \frac{1}{6} \times 0.072m^3 = 0.012m^3$$

Como el cemento tiene una densidad de aproximadamente 1440 kg/m³, entonces:

$$\text{Cemento} = 0.012m^3 \times 1440 \frac{\text{kg}}{m^3} = 17.28\text{kg}$$

Arena: La arena representa aproximadamente 2/6 del volumen, entonces:

$$\text{Arena} = \frac{2}{6} \times 0.072m^3 = 0.024 m^3$$

Con una densidad de la arena de aproximadamente 1600 kg/m³, entonces:

$$\text{Arena} = 0.024m^3 \times 1600 \frac{\text{kg}}{m^3} = 38.4 \text{ kg}$$

Grava: La grava representa aproximadamente 3/6 del volumen, entonces:

$$\text{Grava} = \frac{3}{6} \times 0.072m^3 = 0.036m^3$$

Con una densidad de la grava de aproximadamente 1600 kg/m³, entonces:

$$\text{Grava} = 0.036m^3 \times 1600 \frac{\text{kg}}{m^3} = 57.6\text{kg}$$

Fibra de polipropileno (Sika Fiber): Se utiliza una dosificación de 1% del volumen total

$$\text{Fibra de polipropileno} = 0.01 \times 0.072m^3 = 0.00072m^3$$

Si la densidad de la fibra es 600 kg/m³:

$$\text{Fibra de polipropileno} = 0.00072 \text{ m}^3 \times 600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 0.432 \text{ kg}$$

Fibra de cáscara de semilla de girasol: Usaremos 1% del volumen total

$$\text{Fibra de cáscara de semilla de girasol} = 0.01 \text{ m}^3 \times 0.072 \text{ m}^3 = 0.00072 \text{ kg}$$

Si la densidad de la fibra es de 550 kg/m³, entonces:

$$\text{Fibra de cáscara de semilla de girasol} = 0.00072 \text{ m}^3 \times 550 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 0.396 \text{ kg}$$

Agua: La relación agua/cemento es 0.45.

$$\text{Agua} = 0.45 \times 17.28 \text{ kg} = 7.78 \text{ kg} \approx 7.78 \text{ litros}$$

Aditivo (Sika ViscoCrete GL 7970): La dosificación del aditivo es aproximadamente 0.5% del peso total de la mezcla. Sumamos el peso de todos los materiales (cemento, arena, grava, fibra de polipropileno, fibra de cáscara y agua)

$$\begin{aligned} \text{Peso total de la mezcla} \\ &= 17.28 \text{ kg} + 38.4 \text{ kg} + 57.6 \text{ kg} + 0.432 \text{ kg} + 0.396 \text{ kg} + 7.78 \text{ kg} \\ &= 121.89 \text{ kg} \end{aligned}$$

Por lo tanto, la cantidad de aditivo será:

$$\text{Aditivo} = 0.005 \times 121.69 \text{ kg} = 0.61 \text{ kg}$$

Resumen (Prototipo 2)

- **Cemento:** 17.28 kg

- **Arena:** 38.4 kg
- **Grava (3/8'')**: 57.6 kg
- **Fibra de polipropileno (Sika Fiber):** 0.432 kg
- **Fibra de cáscara de semilla de girasol (0.5%):** 0.396 kg
- **Agua:** 7.78 litros
- **Aditivo (Sika ViscoCrete GL 7970):** 0.61 kg

3.4.4.3 Cálculo de materiales por volumen (Prototipo 3, 2%)

Cemento: La mezcla 1:2:3 nos indica que el cemento es aproximadamente 1/6 del volumen total.

$$\text{Cemento} = 1 \times 0.072m^3 = 0.012m^3$$

Como el cemento tiene una densidad de aproximadamente 1440 kg/m³, entonces:

$$\text{Cemento} = 0.012m^3 \times 1440 \frac{\text{kg}}{m^3} = 17.28\text{kg}$$

Arena: La arena representa aproximadamente 2/6 del volumen, entonces:

$$\text{Arena} = 2 \times 0.072m^3 = 0.144m^3$$

Con una densidad de la arena de aproximadamente 1600 kg/m³, entonces:

$$\text{Arena} = 0.144m^3 \times 1600 \frac{\text{kg}}{m^3} = 230.4 \text{ kg}$$

Grava: La grava representa aproximadamente 3/6 del volumen, entonces:

$$\text{Grava} = 3 \times 0.072m^3 = 0.216m^3$$

Con una densidad de la grava de aproximadamente 1600 kg/m³, entonces:

$$\text{Grava} = 0.036m^3 \times 1600 \frac{\text{kg}}{m^3} = 57.6\text{kg}$$

Fibra de polipropileno (Sika Fiber): Se utiliza una dosificación de 1% del volumen total

$$\text{Fibra de polipropileno} = 0.01 \times 0.072m^3 = 0.00072m^3$$

Si la densidad de la fibra es 600 kg/m³:

$$\text{Fibra de polipropileno} = 0.00072m^3 \times 600 \frac{\text{kg}}{m^3} = 0.432\text{kg}$$

Fibra de cáscara de semilla de girasol: Usaremos 2% de volumen total

$$\text{Fibra de cáscara de semilla de girasol} = 0.02 m^3 \times 0.072m^3 = 0.00144 m^3$$

Si la densidad de la fibra es de 550 kg/m³, entonces:

$$\text{Fibra de cáscara de semilla de girasol} = 0.00144 m^3 \times 550 \frac{\text{kg}}{m^3} = 0.792 \text{ kg}$$

Agua: La relación agua/cemento es 0.45.

$$\text{Agua} = 0.45 \times 17.28 \text{ kg} = 7.78 \text{ kg} \approx 7.78 \text{ litros}$$

- Aditivo (Sika ViscoCrete GL 7970): La dosificación del aditivo es aproximadamente 0.5% del peso total de la mezcla. Sumamos el peso de todos los materiales (cemento, arena, grava, fibra de polipropileno, fibra de cáscara y agua)

$$\begin{aligned} & \text{Peso total de la mezcla} \\ & = 17.28\text{kg} + 38.4\text{kg} + 57.6\text{kg} + 0.432\text{kg} + 0.792\text{kg} + 7.78\text{kg} \\ & = 121.28 \text{ kg} \end{aligned}$$

Por lo tanto, la cantidad de aditivo será:

$$\text{Aditivo} = 0.005 \times 121.69\text{kg} = 0.61\text{kg}$$

- **Resumen (Prototipo 3)**
- **Cemento:** 17.28 kg
- **Arena:** 38.4 kg
- **Grava (3/8"):** 57.6 kg
- **Fibra de polipropileno (Sika Fiber):** 0.432 kg
- **Fibra de cáscara de semilla de girasol (0.5%):** 0.792 kg
- **Agua:** 7.78 litros
- **Aditivo (Sika ViscoCrete GL 7970):** 0.61 kg

3.5 Pruebas de laboratorio

Se llevaron a cabo pruebas mecánicas y físicas en el concreto utilizando fibras naturales y artificiales, tales como la resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, resistencia al impacto, y ensayos de durabilidad (tales como la absorción de agua y la resistencia a la corrosión). Estos datos numéricos ofrecieron un fundamento objetivo sobre las características del material.

Tabla 3

Técnicas e instrumentos utilizados.

Técnicas	Instrumentos
Pruebas en laboratorio de hormigón (Sika ecuatoriana)	Balanzas, Máquina mezcladora de hormigón, moldes de acero,

Nota: Diseñado desde word

Elaborado por: Cornejo & Micolta (2024)

3.6 Encuestas a profesionales del sector de la construcción

Para obtener información cualitativa, se diseñaron encuestas estructuradas dirigidas a arquitectos, ingenieros y empresarios del sector de la construcción. Todo esto permitió que los datos sean recolectados acerca de la percepción de un material sostenible y todos los desafíos, así como la oportunidad que sea adoptado en obras.

3.6.1. Entrevistas a expertos

Se realizaron entrevistas semiestructuradas con especialistas en materiales de edificación y sostenibilidad. Esto permitió explorar en profundidad la perspectiva experta acerca de la factibilidad técnica y financiera de los paneles de concreto con fibras naturales, y su incorporación al mercado.

3.7 Análisis documental

Se revisaron estudios previos, tesis, **artículos científicos** y **normativas** relacionadas con el uso de **fibra natural y sintética** en la construcción. Este análisis permitirá contextualizar la investigación dentro del marco teórico y evaluar las investigaciones previas en torno a la viabilidad de los materiales propuestos.

Tabla 4

Tabla técnica e instrumentos

Técnica	Instrumentos
Encuesta	Cuestionario
Entrevista	Cuestionario
Ensayos en Laboratorio	Ensayo
Experimento	Pruebas de las variables, datos estadísticos correlacionados

Elaborado por: Cornejo & Micolta (2024)

3.8 Población y muestra

3.8.1 Población

La población de esta investigación está compuesta por los actores involucrados en la construcción sostenible y la innovación en los materiales de construcción, especialmente aquellos relacionados con el uso de fibra de cáscara de girasol y fibra de polipropileno en la fabricación de paneles prefabricados de hormigón. Esta población incluye:

- 1. Profesionales del sector de la construcción:** Arquitectos, ingenieros civiles, diseñadores de estructuras, y constructores que tienen experiencia en el uso de materiales ecológicos o que participan en proyectos de construcción en Ecuador.
- 2. Académicos e investigadores** en el área de materiales innovadores: Expertos en materiales de construcción ecológicos, que han investigado o implementado soluciones similares.
- 3. Reguladores y organismos normativos:** Instituciones gubernamentales y organismos encargados de la normativa y regulación de los materiales de construcción en Ecuador, como el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN).

3.8.2 Muestra

Para seleccionar la muestra, se utilizó muestreo cualitativo, adecuado para profundizar en el análisis de la percepción del uso de materiales sostenibles en la construcción y los desafíos técnicos y económicos de su implementación.

3.8.2.1 Muestreo de expertos: se eligieron especialistas en el sector de la edificación, ingenieros expertos en materiales sustentables y profesionales académicos que hayan laborado en el área de la innovación de materiales en la edificación. Esta elección se realizó con la finalidad de adquirir conocimiento especializado acerca de las características y factibilidad del empleo de fibras naturales en el hormigón, además de las regulaciones que podrían respaldar o limitar este procedimiento.

3.8.2.2 Muestreo de participantes voluntarios: los expertos y alumnos de arquitectura e ingeniería que aceptaron participar en el estudio serán voluntarios, dado que se buscaba obtener respuestas auténticas y dedicadas al asunto. Se escogieron participantes con interés en los materiales sustentables y que estaban dispuestos a compartir su experiencia y punto de vista acerca del asunto.

3.8.2.3 Muestreo de conveniencia: Este muestreo fue utilizado para seleccionar participantes o empresas que estén fácilmente disponibles y que sean representativos del sector de la construcción en Ecuador. Esto facilitó la recopilación de datos en el corto plazo sin comprometer la representatividad general de la muestra (empresa Sika).

3.8.3 Tamaño de la Muestra

Para la entrevista a expertos se seleccionarán entre 5 a 10 expertos, los cuales serán contactados de acuerdo con su relevancia en el campo de la construcción sostenible. Para las encuestas a profesionales de la construcción, el tamaño de la muestra será más grande, con alrededor de 50 a 100 participantes que puedan aportar datos sobre la percepción y aceptación de los materiales innovadores.

Tabla 5 Tabla de cantidad de muestras.

Ensayos	Cantidad de ensayos	Descripción
Compresión		
Patrón	8	Se usó dos a romper en cada diferente edad
Polipropileno	8	Se usó dos a romper en cada diferente edad
Fibra cáscara de semilla de girasol	8	Se usó dos a romper en cada diferente edad
Tesis con fibra polipropileno 0.6 kg/m3 y fibra cascaras % 0.5	8	Se usó dos a romper en cada diferente edad
Tesis con fibra polipropileno 0.6 kg/m3 y fibra cascaras % 1	8	Se usó dos a romper en cada diferente edad
Tesis con fibra polipropileno 0.6 Kg/m3 y fibra cascaras % 2	8	Se usó dos a romper en cada diferente edad
Flexión		
Patrón	3	Se usó uno a romper en cada diferente edad
Polipropileno	3	Se usó uno a romper en cada diferente edad
Fibra cáscara de semilla de girasol	3	Se usó uno a romper en cada diferente edad
Tesis con fibra polipropileno 0.6 Kg/m3 y fibra cascaras % 0.5	3	Se usó uno a romper en cada diferente edad
Tesis con fibra polipropileno 0.6 Kg/m3 y fibra cascaras % 1	3	Se usó uno a romper en cada diferente edad
Tesis con fibra polipropileno 0.6 Kg/m3 y fibra cascaras % 2	3	Se usó uno a romper en cada diferente edad
Resistencia al impacto		
Tesis con fibra polipropileno 0.6 Kg/m3 y fibra cascaras % 0.5	1	Se usó uno a romper
Tesis con fibra polipropileno 0.6 Kg/m3 y fibra cascaras % 1	1	Se usó uno a romper
Tesis con fibra polipropileno 0.6 Kg/m3 y fibra cascaras % 2	1	Se usó uno a romper
Abсорción		
Patrón	1	Se usó uno a romper
Polipropileno	1	Se usó uno a romper
Fibra cáscara de semilla de girasol	1	Se usó uno a romper
Tesis con fibra polipropileno 0.6 Kg/m3 y fibra cascaras % 0.5	1	Se usó uno a romper
Tesis con fibra polipropileno 0.6 Kg/m3 y fibra cascaras % 1	1	Se usó uno a romper
Tesis con fibra polipropileno 0.6 Kg/m3 y fibra cascaras % 2	1	Se usó uno a romper
A fuego		
Tesis con fibra polipropileno 0.6 Kg/m3 y fibra cascaras % 2	1	Se usó uno a romper
Humedad		
Patrón	1	Se usó uno a romper
Polipropileno	1	Se usó uno a romper
Fibra cáscara de semilla de girasol	1	Se usó uno a romper
Tesis con fibra polipropileno 0.6 Kg/m3 y fibra cascaras % 0.5	1	Se usó uno a romper
Tesis con fibra polipropileno 0.6 Kg/m3 y fibra cascaras % 1		Se usó uno a romper
Tesis con fibra polipropileno 0.6 Kg/m3 y fibra cascaras % 2		Se usó uno a romper

Elaborado por: Cornejo & Micolta (2024)

CAPITULO IV

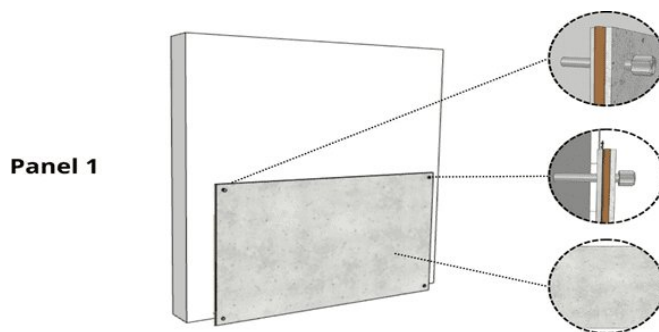
PROPUESTA

4.1 El panel

Se crearon 84 modelos en la experimentación físico-mecánica, de los cuales se llegó a concluir en 3 dosificaciones de uso de fibras en los paneles prefabricados de hormigón utilizando la fibra de polipropileno y fibra de cascara de semilla de girasol, con el objetivo de divulgar el proceso de fabricación y fomentar la consideración de la producción de paneles para fachada. De esta manera, se busca contribuir mejorar la comodidad al construir, la rapidez y usar materiales alternativos para la construcción.

Figura 53

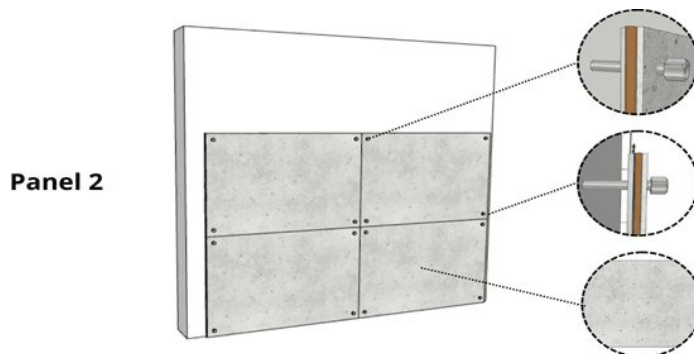
Panel 1



Elaborado por: Cornejo & Micolta (2024)

Figura 54

Panel 2

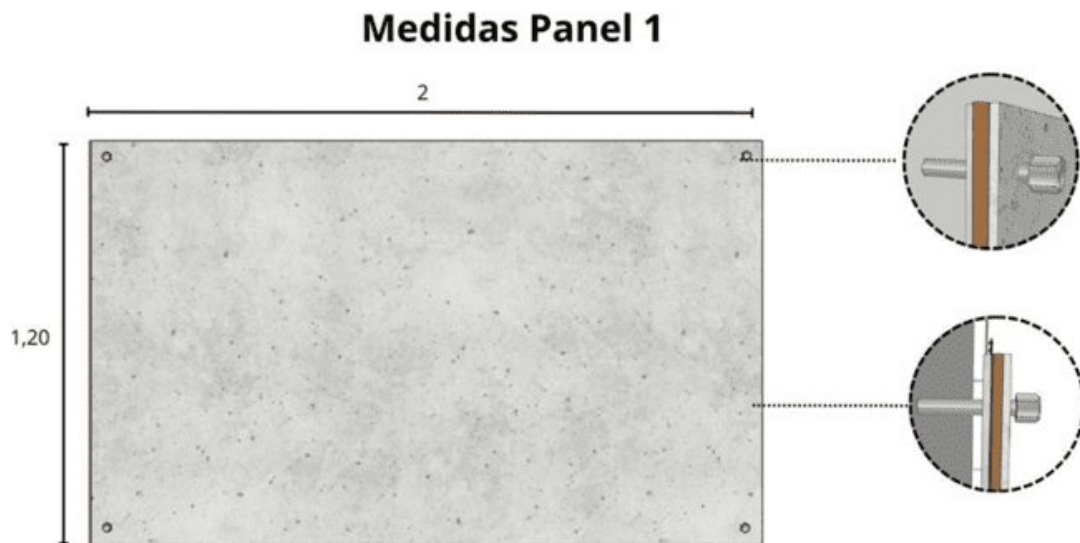


Elaborado por: Cornejo & Micolta (2025)

4.2 Medidas del panel

Figura 55

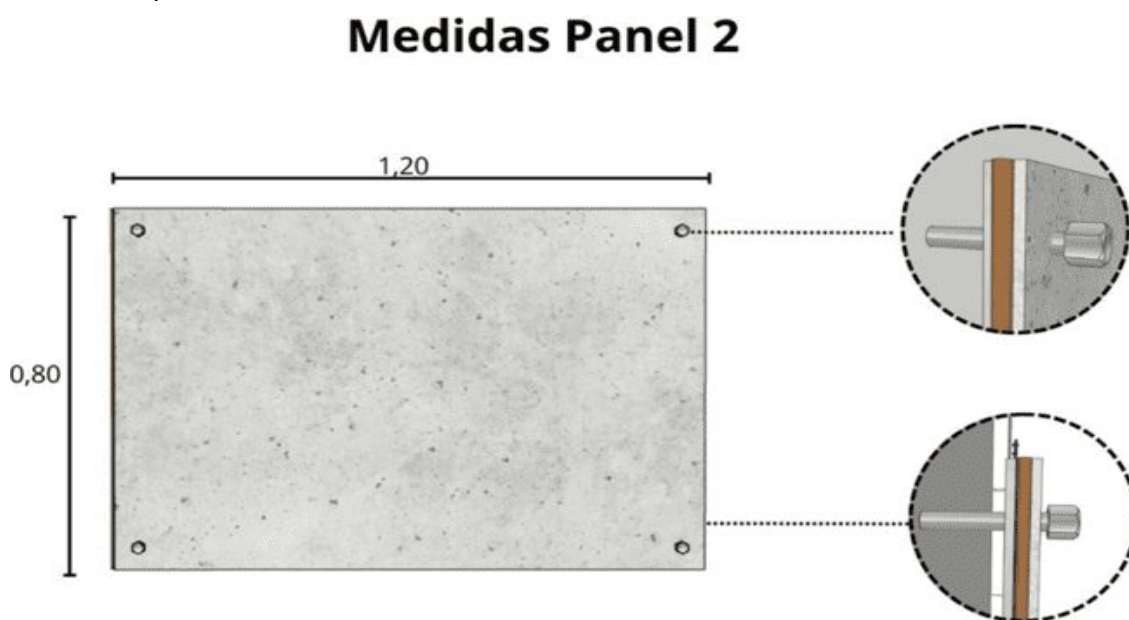
Medidas Panel 1



Elaborado por: Cornejo & Micolta (2025)

Figura 56

Medidas panel 2



Elaborado por: Cornejo & Micolta (2025)

4.3 Presupuesto

Tabla 6

Presupuesto de un panel.

PRESUPUESTO PANEL 1			
Material	Cantidad Estimada	Precio Unitario (USD)	Costo Total (USD)
Cemento	17.28 kg	\$0.10/kg	\$1.73
Arena	38.4 kg	\$0.05/kg	\$1.92
Grava 3/8"	57.6 kg	\$0.07/kg	\$4.03
Fibra de Polipropileno (Sika Fiber)	0.432 kg	\$2.00/kg	\$0.86
Fibra de Cáscara de Semilla de Girasol	0.792 kg	\$1.50/kg	\$1.19
Agua	7.78 litros	\$0.01/litro	\$0.08
Aditivo (Sika ViscoCrete GL 7970)	0.61 kg	\$5.00/kg	\$3.05
Mano de Obra	2 horas	\$2.00/hora	\$4.00
Total Estimado			\$16.86

Elaborado por: Cornejo & Micolta (2024)

Tabla 7

Presupuesto con pigmentación

PRESUPUESTO PANEL 1 CON PIGMENTACIÓN			
Material	Cantidad Estimada	Precio Unitario (USD)	Costo Total (USD)
Cemento	17.28 kg	\$0.10/kg	\$1.73
Arena	38.4 kg	\$0.05/kg	\$1.92
Grava 3/8"	57.6 kg	\$0.07/kg	\$4.03
Fibra de Polipropileno (Sika Fiber)	0.432 kg	\$2.00/kg	\$0.86
Fibra de Cáscara de Semilla de Girasol	0.792 kg	\$1.50/kg	\$1.19
Agua	7.78 litros	\$0.01/litro	\$0.08
Aditivo (Sika ViscoCrete GL 7970)	0.61 kg	\$5.00/kg	\$3.05
Pigmento de Color	0.15 kg	\$8.00/kg	\$1.20
Mano de Obra	2 horas	\$2.00/hora	\$4.00
Total Estimado			\$ 18,06

Elaborado por: Cornejo & Micolta (2024)

Tabla 8

Presupuesto por metro cuadrado

PRESUPUESTO PANEL 1 POR M2			
Material	Cantidad Estimada	Costo Total por Panel (USD)	Costo por Metro Cuadrado (USD)
Cemento	17.28 kg	\$1.73	\$0.72
Arena	38.4 kg	\$1.92	\$0.80
Grava 3/8"	57.6 kg	\$4.03	\$1.68
Fibra de Polipropileno (Sika Fiber)	0.432 kg	\$0.86	\$0.36
Fibra de Cáscara de Semilla de Girasol	0.792 kg	\$1.19	\$0.50
Agua	7.78 litros	\$0.08	\$0.03
Aditivo (Sika ViscoCrete GL 7970)	0.61 kg	\$3.05	\$1.27
Pigmento de Color	0.15 kg	\$1.20	\$0.50
Mano de Obra	2 horas	\$4.00	\$1.67
Total Estimado		\$16.86	\$7.03

Elaborado por: Cornejo & Micolta (2024)

Tabla 9

Presupuesto por m2 con pigmentación

PRESUPUESTO PANEL 1 POR M2 CON PIGMENTACIÓN			
Material	Cantidad Estimada	Costo Total por Panel (USD)	Costo por Metro Cuadrado (USD)
Cemento	17.28 kg	\$1.73	\$0.72
Arena	38.4 kg	\$1.92	\$0.80
Grava 3/8"	57.6 kg	\$4.03	\$1.68
Fibra de Polipropileno (Sika Fiber)	0.432 kg	\$0.86	\$0.36
Fibra de Cáscara de Semilla de Girasol	0.792 kg	\$1.19	\$0.50
Agua	7.78 litros	\$0.08	\$0.03
Aditivo (Sika ViscoCrete GL 7970)	0.61 kg	\$3.05	\$1.27
Pigmento de Color	0.15 kg	\$1.20	\$0.50
Mano de Obra	2 horas	\$4.00	\$1.67
Total Estimado		\$18.06	\$7.53

Elaborado por: Cornejo & Micolta (2024)

4.3.1 Cálculo del Presupuesto del Panel 1

Dimensiones del panel: 1.20 m x 2.00 m

Área del panel: 1.20m × 2.00m = 2.4m²

4.3.1.1 Cálculo del presupuesto por m² del panel. Dado que el costo total estimado para un panel es \$16.86 (para un panel de 0.072 m³), calculamos el costo por metro cuadrado dividiendo el costo total entre el área del panel.

Costo por m² = \$16.86 / 2.4m² = \$7.03 por metro cuadrado

4.3.1.2 Cálculo del presupuesto del panel con pigmento

- Área del panel: 2.4 m² (1.20 m x 2.00 m)
- Costo total del panel (sin pigmento): \$16.86
- Costo del pigmento: \$1.20 (por panel de 0.072 m³) El costo total por panel con el pigmento será:

Costo total con pigmento = 16.86 + 1.20 = 18.06USD

El costo total del panel por m² con el pigmento será:

Costo por m² = 18.06 / 2.4 = 7.53USD por metro cuadrado

4.3.1.3 Cálculo de la Dosificación de los Materiales

Fórmula:

$$\text{Cemento} = \frac{1}{6} \times \text{Volumen del panel}$$

$$\text{Arena} = \frac{2}{6} \times \text{Volumen del panel}$$

$$\text{Grava} = \frac{3}{6} \times \text{Volumen del panel}$$

Justificación:

La dosificación de los materiales en el concreto (cemento, arena y grava) sigue una relación volumétrica estándar de 1:2:3, que es una práctica comúnmente utilizada para la fabricación de concreto en paneles prefabricados. Esto se basa en las recomendaciones de la NEC 2015 y las normas INEN 15732:2006 para asegurar la resistencia adecuada del material y evitar una mezcla demasiado densa o fluida (Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN], 2006).

4.3.1.4 Cálculo del Porcentaje de Fibra en la Mezcla

Fórmula:

$$\text{Fibra de Polipropileno} = 0.01 \times \text{Volumen del panel}$$

Justificación:

El uso de fibras de polipropileno en el concreto se basa en la recomendación de incorporar entre 0.5% y 2% del volumen total de la mezcla para mejorar las propiedades mecánicas del concreto, como la resistencia a la tracción. Esta fórmula es coherente con las directrices de la ASTM C1116 (American Society for Testing and Materials [ASTM], 2020), que especifica los límites de dosificación de fibras sintéticas en concreto.

4.3.1.5 Cálculo de la Resistencia del Concreto con Aditivos

Fórmula:

$$\text{Aditivo} = 0.005 \times \text{Peso total de la mezcla}$$

Justificación:

La adición de aditivos como Sika ViscoCrete GL 7970 se utiliza para mejorar la fluidez y la resistencia del concreto. La dosificación típica recomendada es 0.5% a 1% del peso total de la mezcla, lo que garantiza que el aditivo no comprometa la durabilidad del concreto, tal como se establece en las normas INEN 246 (Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN], 2016).

4.3.1.6 Cálculo del Costo Total del Panel con Pigmento

Fórmula:

$$\text{Costo Total} = \text{Costo del Panel Base} + \text{Costo del Pigmento}$$

$$\text{Costo por m}^2 = \frac{\text{Costo Total}}{\text{Área del panel}}$$

Justificación:

El cálculo de costos es fundamental para la planificación económica de un proyecto. La fórmula aplicada para el costo por metro cuadrado sigue las normas generales de contabilidad y gestión de proyectos en la industria de la construcción. No existe una normativa específica que regule el costo de los materiales pigmentados, pero se recomienda utilizar una proporción estándar del 1% a 3% de pigmento respecto al cemento, como se establece en ASTM C979 y EN 12878:2005 (European Standard [EN], 2005).

4.3.1.7 Cálculo de la Carga Máxima para Anclajes

Fórmula:

$$\text{Carga máxima de anclaje} = \text{Número de anclajes} \times \text{Capacidad de carga de cada anclaje}$$

Justificación:

El cálculo de la carga máxima para anclajes debe seguir las especificaciones de la NEC 2015 y la norma INEN 15860:2015, que determinan la capacidad de carga de los anclajes mecánicos y su distribución para garantizar la estabilidad del panel frente a cargas sísmicas y de viento

4.4 Propuesta de Anclaje

Se optará por un sistema de anclaje mecánico, el cual consiste en pernos de expansión de acero inoxidable tipo M16. Este sistema se seleccionó debido a sus características de alta resistencia, facilidad de instalación y durabilidad, idea para nuestro panel.

4.4.1 Descripción del Sistema de Anclaje

El perno de expansión propuesto consiste en un perno de acero inoxidable tipo 316, con un diámetro de 16mm y una longitud variable de 80mm y 120mm, depende del grosor de la pared de soporte. Este mecanismo permite que, al apretarse, se adapte a la cavidad perforada en la pared, proporcionando una fijación robusta.

4.4.2 Razón de la Elección

Resistencia a la corrosión, capacidad de carga, facilidad de instalación y distribución de cargas

4.4.3 Normativa Aplicada al Anclaje

Normativa Ecuatoriana de la construcción. Los paneles deben ser anclados de forma segura, deben distribuir las cargas uniformemente para evitar deslizamientos o caídas.

ASTM C90, Resistencia y capacidad de carga para asegurar que los paneles, sean aptos para fachaletas.

4.5 Formato de los Paneles

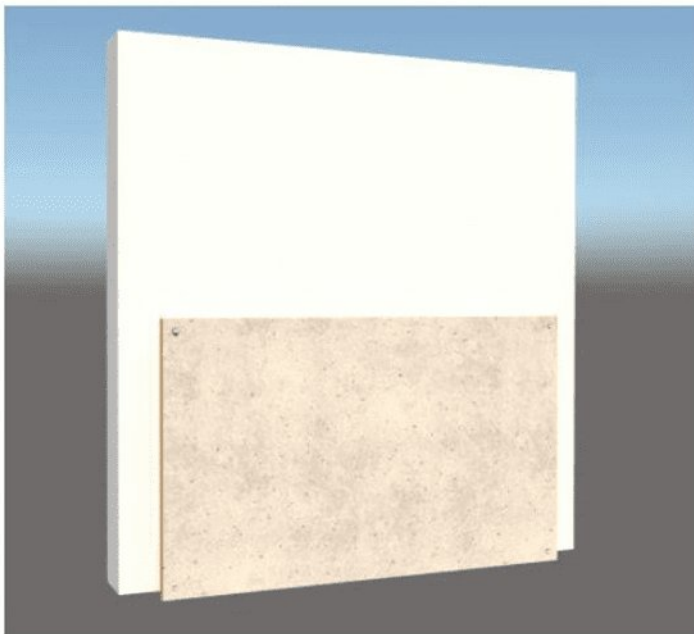
Panel 1: 2m x 1.20 m x 3cm espesor

Panel 2: 1.20 x 0.80 x 3 cm espesor

4.6 Acabados

4.6.1 Acabado Liso Base

Figura 57

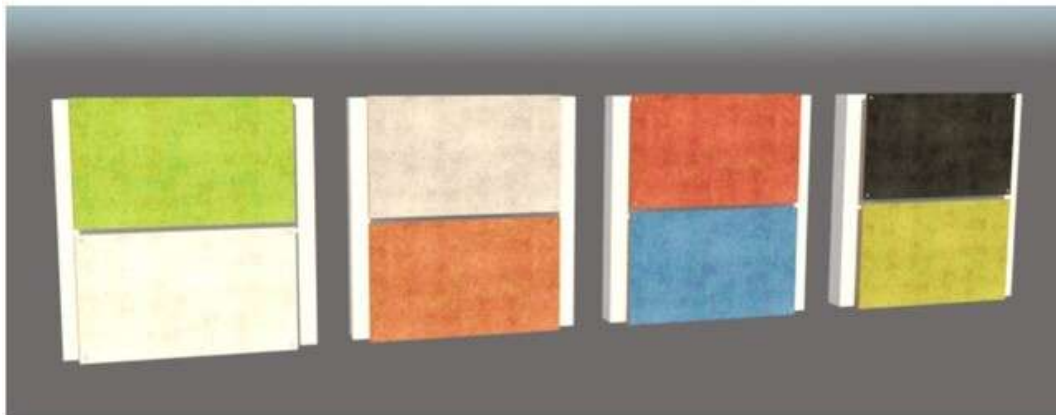


Elaborado por: Cornejo & Micolta (2024)

4.6.2 Acabado Liso con Color

Figura 58

Render paneles de colores



Elaborado por: Cornejo & Micolta (2024)

4.6.3 Acabado Texturizado

Figura 59

Render prototipo 1

Render Prototipo 1

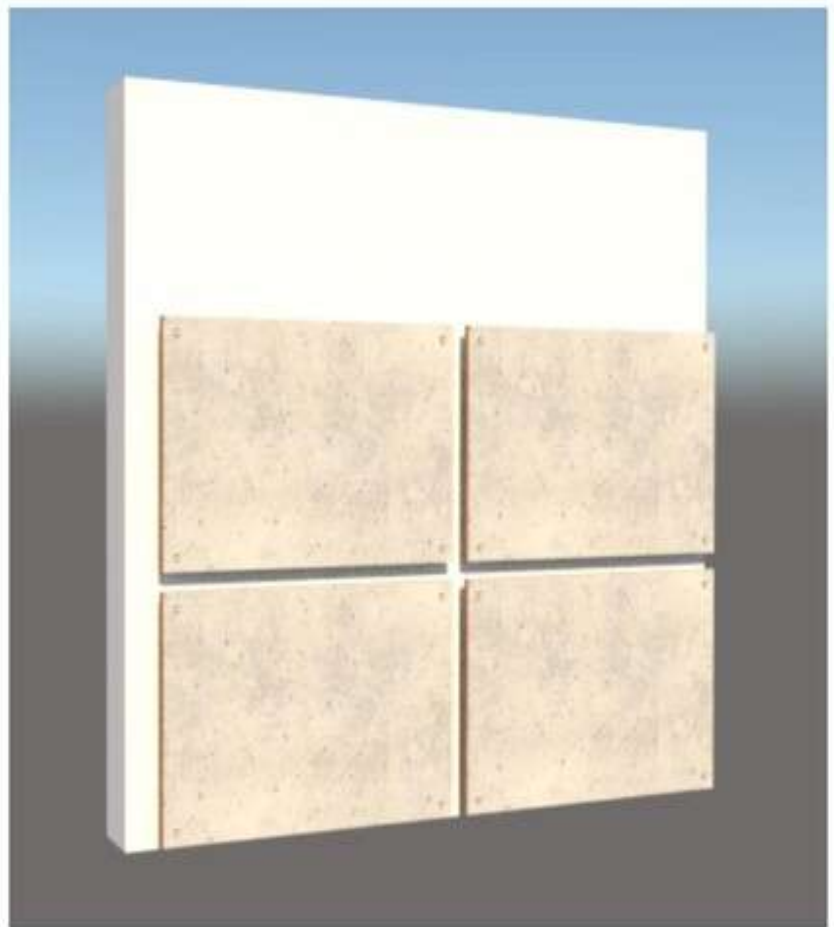


Elaborado por: Cornejo & Micolta (2024)

Figura 60

Render prototipo 2

**Render
Prototipo 2**



Elaborado por: Cornejo & Micolta (2024)

4.7 Ventajas

Tabla 6

Tabla de Ventajas

Ventaja	Descripción
Alta resistencia estructural	El uso de fibra de polipropileno y fibra natural (cáscara de semilla de girasol) refuerza el concreto, mejorando la resistencia de tracción y reduciendo fisuras.
Sostenibilidad	Emplear cáscara de semilla de girasol es un material reciclado, lo que reduce el impacto ambiental y contribuye a la economía circular.
Durabilidad	Los paneles de hormigón con estas fibras tienen una mayor durabilidad frente a cargas cíclicas, humedad y condiciones climáticas adversas.
Aislamiento acústico y térmico	Las fibras ayudan a mejorar las propiedades térmicas y acústicas del panel, haciendo el entorno más confortable al reducir la transferencia de calor y ruido.
Facilidad de instalación	Los paneles prefabricados son rápidos y fáciles de instalar, reduciendo el tiempo de obra y el costo de mano de obra en comparación con métodos tradicionales.
Resistencia al fuego	El hormigón es un material incombustible, lo que aumenta la seguridad en caso de incendio.
Control de calidad	Al ser prefabricados, los paneles pasan por un control de calidad riguroso, asegurando que cumplan con las especificaciones técnicas necesarias para la estructura.

Elaborado por: Cornejo & Micolta (2024)

4.8 Desventajas

Tabla 7

Tabla de Desventajas

Desventaja	Descripción
Peso elevado	El hormigón es un material pesado, lo que requiere equipos de izaje para su instalación. Esto puede aumentar el costo de transporte y manipulación.
Costo inicial	Aunque los costos de mantenimiento son bajos, los costos de fabricación de paneles prefabricados pueden ser más altos en comparación con otros materiales más comunes.
Posibilidad de grietas en condiciones extremas	Si no se controla adecuadamente la dosificación y el proceso de fabricación, las fisuras pueden aparecer en el concreto debido a cambios de temperatura o a sobrecargas.
Limitaciones en tamaños y formas	Los paneles prefabricados tienen limitaciones de tamaño y pueden requerir modificaciones si las dimensiones no coinciden con el diseño de la fachada.
Dependencia de la grúa para instalación	La instalación de los paneles requiere una grúa o sistema de izaje, lo que puede generar costos adicionales, especialmente en áreas de difícil acceso.
Variabilidad en la fibra natural	Aunque la fibra de cáscara de semilla de girasol es un buen material, su disponibilidad y propiedades pueden variar, lo que puede afectar la consistencia de la mezcla.
Requiere pruebas y validaciones	Dado que el uso de fibra natural en hormigón es relativamente nuevo, es necesario realizar pruebas adicionales para asegurarse de que el material cumpla con todos los estándares de resistencia.

laborado por: Cornejo & Micolta (2024)

4.9 Análisis de resultados

Figura 61

Ficha Técnica

FICHA TÉCNICA

PANEL PREFABRICADO CON FIBRA DE POLIPROPILENO Y FIBRA DE CÁSCARA DE SEMILLA DE GIRASOL



DATOS GENERALES

- Nombre del producto: Panel prefabricado con fibra de polipropileno y fibra de cáscara de semilla de girasol
- Dimensiones: 2,00 m x 1,20 m x 0,03 m
- Peso aproximado: Variable según la dosificación de materiales
- Color: Innovador con pigmentación del 0.6% en la mezcla (caoba, rojo, verde, marrón, negro, blanco, amarillo y azul)
- Aplicación: Uso en cerramientos, revestimientos y mobiliario no estructural
- Proceso de fabricación: Prefabricado mediante moldeo y curado controlado

COSTO PANEL

El costo de un panel es de 16,86 \$ en un panel simple, si agg pigmentación aumenta a los 18,06 \$.

COSTO M2

El costo del metro cuadrado de panel es 7,07 \$ en un panel simple , con un panel de con pigmentos aumenta a 7.57\$.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Densidad:	1698.61 kg/m ³
Resistencia a la Flexión:	de 2,27 a 23,3 Mpa
Resistencia a la compresión:	tiene una resistencia de 25 Mpa hasta los 26 Mpa
Absorción de agua:	menor al 10%
Durabilidad:	Alta resistencia a la intemperie y agentes químicos.
Peso:	122.3 kg
Conductividad Térmica.	Baja, contribuyendo al aislamiento térmico.
Comportamiento al fuego:	Clasificación B1 (autoextinguible con baja propagación de llama)

COMPOSICIÓN Y MATERIALES

Material	Cantidad en Kg
CEMENTO	17,28
ARENA	38,4
GRAVA (3/8")	57,6
FIBRA POLIPROPILENO (SIKAFIBER)	0,432
FIBRA DE CÁSCARA DE SEMILLA DE GIRASOL (0.5%)	0,198
AGUA	7,78
ADITIVO (SIKA VISCOCRETE GL 7970)	0,61

COLORES

Variedad de colores disponibles a pedido.



GRIS PLATA



VERDE ESMERALDA



ROJO VINO



NEGRO CARBÓN



GRIS "ESTÁNDAR"



COBRE



AZUL PRUSIA



AMARILLO OCRE

Elaborado por: Cornejo & Micolta (2024)

Figura 62

Montaje del Panel

PASO A PASO DEL MONTAJE DEL PANEL EN FACHADA



MATERIALES A USAR

- Paneles prefabricados de hormigón (con las fibras de polipropileno y cáscara de semilla de girasol) (1.20 m x 2 m x 3 cm espesor).
- Anclajes mecánicos (pernos, tornillos de 12mm).
- Sellador para juntas (para impermeabilizar las uniones entre paneles)
- Pintura (si es necesario) (si deseas un acabado final adicional sobre el pigmento ya aplicado)
- Cemento o mortero de anclaje (en caso de que los anclajes deban ser fijados en la estructura de concreto de la fachada)
- Espuma de poliuretano o masilla (para sellar los huecos o pequeñas imperfecciones después de la instalación).

1. PREPARACIÓN DEL ÁREA DE INSTALACIÓN

- Revisión de la superficie de la fachada: Asegurar que esté nivelada, limpia y libre de suciedad o restos de materiales anteriores.
- Marcado de puntos de anclaje:
 - Medir y marcar los puntos de fijación con una distancia entre anclajes de 50 cm a lo largo del perímetro del panel.
 - Asegurar que los puntos de anclaje coincidan con las perforaciones predefinidas en los paneles o realizarlas en el sitio si es necesario.



2.PERFORACIÓN Y COLOCACIÓN DE ANCLAJES

- Perforación en la fachada:
 - Usar un taladro de impacto con broca del diámetro del perno de anclaje. Generalmente entre 6 mm y 10 mm. Esto minimiza el riesgo de agrietamiento o daño al panel durante la instalación.
 - La profundidad de perforación debe ser al menos 2 cm mayor que la longitud del perno de anclaje para asegurar un buen agarre.
- Colocación del anclaje mecánico:
 - Insertar el perno de expansión en el orificio y fijarlo con un martillo.
 - Atornillar firmemente el perno hasta que quede seguro y estable.



Figura 63

Dosificación de Prototipo

DOSIFICACIÓN DE PROTOTIPO

Volumen del panel : 1.20 m* 2.00 m*0.03cm = 0.072 m3



1.-PROTOTIPO 1

Cascaras 0.5%	
Material	Cantidad (kg)
Cemento	17,28
Arena	38,4
Grava (3/8")	57,6
Fibra de polipropileno (Sika Fiber)	0,432
Fibra de cáscara de semilla de girasol (2%)	0,792
Agua	7,78
Aditivo (Sika ViscoCrete GL 7970)	0,61

2.-PROTOTIPO 2

Cascaras 1%	
Material	Cantidad (kg)
Cemento	17,28
Arena	38,4
Grava (3/8")	57,6
Fibra de polipropileno (Sika Fiber)	0,432
Fibra de cáscara de semilla de girasol (1%)	0,396
Agua	7,78
Aditivo (Sika ViscoCrete GL 7970)	0,61

3.-PROTOTIPO 3

Cascaras 2%	
Material	Cantidad (kg)
Cemento	17,28
Arena	38,4
Grava (3/8")	57,6
Fibra de polipropileno (Sika Fiber)	0,432
Fibra de cáscara de semilla de girasol (0.5%)	0,198
Agua	7,78
Aditivo (Sika ViscoCrete GL 7970)	0,61




MATERIALES

Elaborado por: Cornejo & Micolta (2024)

Figura 64



Montaje del Panel

PASO A PASO DEL MONTAJE DEL PANEL EN FACHADA





3. COLOCACIÓN DEL PANEL EN LA FACHADA

- Alineación del panel:
 - Levantar el panel y colocarlo en su posición de montaje con la ayuda de soportes temporales o gatos de elevación si es necesario.
- Fijación del panel a los anclajes:
 - Alinear las perforaciones del panel con los pernos de anclaje.
 - Colocar arandelas metálicas y tuercas en cada perno y apretar con una llave de impacto o manual.
 - Verificar que el panel esté nivelado antes del apriete final.



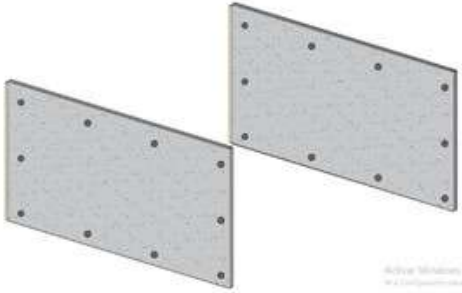
4. UNIÓN ENTRE PANELES

- Alineación y fijación lateral:
 - Dejar una junta de 5 mm a 10 mm entre cada panel para permitir ligeras expansiones térmicas.
 - Utilizar un perfil metálico en "L" o "U" en la parte trasera de la junta para mejorar la estabilidad y alineación.
 - Asegurar los paneles adyacentes con tornillos de acero inoxidable, perforando en las placas de anclaje traseras para evitar fisuras.



5. SELLADO DE JUNTAS PARA IMPERMEABILIZACIÓN

- Limpieza de juntas:
 - Eliminar polvo y residuos con aire comprimido o cepillo seco.
- Aplicación de sellador elástico:
 - Colocar un cinta de respaldo de polietileno o cordón de espuma de celda cerrada en el fondo de la junta para mejorar la flexibilidad.
 - Aplicar sellador de poliuretano o silicona estructural en toda la longitud de la junta con una pistola de calafateo.
 - Alisar la superficie con una espátula húmeda para garantizar una cobertura uniforme.
- Refuerzo opcional:
 - Para mayor durabilidad, se puede instalar una cubrejunta metálica o de PVC sobre las juntas.



Elaborado por: Cornejo & Micolta (2024)

4.10 Diagramación para elaborar el panel

Figura 65

Diagramación para la elaboración del panel



Elaborado por: Cornejo & Micolta (2024)

4.11 Discusión de Resultados

Se generaron 3 resultados los cuales ya tienen resultados finales de cada ensayo.

Ensayos en proceso establecidos en la tabla de Excel y desarrollos según la normativa NEC y SIKA como único desarrollador del producto en la cual se baso el proceso de laboratorio y por ende laboratorio con los requisitos mínimos para realizar las pruebas, más no obstante se ejecutaron pruebas de temperatura (fuego-ignífuga), absorción, humedad, acústica y calor. Los resultados indican que las mezclas con mayores proporciones de fibras de polipropileno y cáscaras de semilla de girasol presentan una mejora significativa en la resistencia a la compresión y la flexión. Además, se observó una mayor durabilidad en las muestras con un 1% de adición de fibras, lo que sugiere que esta proporción es óptima para aplicaciones estructurales.

Tabla 8

Dosificación de Prototipo

Cascaras 2%		Cascaras 1%		Cascaras 0.5%	
Material	Cantidad (kg)	Material	Cantidad (kg)	Material	Cantidad (kg)
Cemento	17,28	Cemento	17,28	Cemento	17,28
Arena	38,4	Arena	38,4	Arena	38,4
Grava (3/8")	57,6	Grava (3/8")	57,6	Grava (3/8")	57,6
Fibra de polipropileno (Sika Fiber)	0,432	Fibra de polipropileno (Sika Fiber)	0,432	Fibra de polipropileno (Sika Fiber)	0,432
Fibra de cáscara de semilla de girasol (0.5%)	0,198	Fibra de cáscara de semilla de girasol (1%)	0,396	Fibra de cáscara de semilla de girasol (2%)	0,792
Agua	7,78	Agua	7,78	Agua	7,78
Volumen del panel : 1.20 m* 2.00 m*0.03m =0.072 m3					
Aditivo (Sika ViscoCrete GL 7970)	0,61	Aditivo (Sika ViscoCrete GL 7970)	0,61	Aditivo (Sika ViscoCrete GL 7970)	0,61
Prototipo 3		Prototipo 2		Prototipo 1	

Fecha		28/1/2025						
Referencia	Codigo	Fecha de toma	Edad(dias)	Fecha de rotura	Carga (Kn)	Resistencia (Mpa)	Resistencia (Kg/cm2)	
TESIS CON FIBRA PATRÓN	37.1	13/1/2025	3	16/1/2025	43.61	5.55	56.64	
	37.2	14/1/2025	3	16/1/2025	44.20	5.62	57.41	
	37.3	15/1/2025	7	20/1/2025	60.59	7.72	78.76	
	37.4	16/1/2025	7	20/1/2025	61.91	7.84	79.08	
	37.5	17/1/2025	14	27/1/2025	66.10	8.42	85.93	
	37.6	18/1/2025	14	27/1/2025	100.05	12.739	130.06	
	37.7	19/1/2025	28	10/2/2025	102.12	13.13	132.75	
	37.8	20/1/2025	28	10/2/2025	102.812	13.090	133.65	

Fecha		28/1/2025						
Referencia	Codigo	Fecha de toma	Edad(dias)	Fecha de rotura	Carga (Kn)	Resistencia (Mpa)	Resistencia (Kg/cm2)	
TESIS CON FIBRA CASCARA	38.1	13/1/2025	3	16/1/2025	41.14	5.24	53.48	
	38.2	14/1/2025	3	16/1/2025	43.69	5.56	56.81	
	38.3	15/1/2025	7	20/1/2025	61.78	7.87	80.32	
	38.4	16/1/2025	7	20/1/2025	64.23	8.18	83.50	
	38.5	17/1/2025	14	27/1/2025	100.90	11.70	131.17	
	38.6	18/1/2025	14	27/1/2025	111.79	14.23	145.32	
	38.7	19/1/2025	28	10/2/2025	142.1	20.1	184.73	
	38.8	20/1/2025	28	10/2/2025	143.2	23	186.16	

Fecha		28/1/2025						
Referencia	Codigo	Fecha de toma	Edad(dias)	Fecha de rotura	Carga (Kn)	Resistencia (Mpa)	Resistencia (Kg/cm2)	
TESIS CON FIBRA POLIPROPILE NO	39.1	13/1/2025	3	16/1/2025	43.30	5.5	56.29	
	39.2	14/1/2025	3	16/1/2025	42.47	5.41	55.21	
	39.3	15/1/2025	7	20/1/2025	67.45	8.58	87.68	
	39.4	16/1/2025	7	20/1/2025	71.43	9.10	92.85	
	39.5	17/1/2025	14	27/1/2025	101.12	13.05	131.45	
	39.6	18/1/2025	14	27/1/2025	102.81	13.09	133.65	
	39.7	19/1/2025	28	10/2/2025	134.10	26	174.33	
	39.8	20/1/2025	28	10/2/2025	126.55	22.10	164.51	

Fecha		28/1/2025						
Referencia	Codigo	Fecha de toma	Edad(dias)	Fecha de rotura	Carga (Kn)	Resistencia (Mpa)	Resistencia (Kg/cm2)	
TESIS CON FIBRA POLIPROPILE NO 0.6 kg/m3 y FIBRA CASCARAS % 0.5	40.1	13/1/2025	3	16/1/2025	43.31	5.51	56.30	
	40.2	14/1/2025	3	16/1/2025	43.23	5.36	56.20	

	40.3	15/1/2025	7	20/1/2025	63.91	8.14	83.08
	40.4	16/1/2025	7	20/1/2025	63.75	7.86	82.87
	40.5	17/1/2025	14	27/1/2025	66.16	8.42	86
	40.6	18/1/2025	14	27/1/2025	67.01	9.34	87.11
	40.7	19/1/2025	28	10/2/2025	103.12	13.13	134.05
	40.8	20/1/2025	28	10/2/2025	103.03	13.04	133.93

Fecha		28/1/2025						
Referencia	Codigo	Fecha de toma	Edad(dias)	Fecha de rotura	Carga (Kn)	Resistencia (Mpa)	Resistencia (Kg/cm2)	
TESIS CON FIBRA POLIPROPILE NO 0.6 kg/m3 y FIBRA CASCARAS % 1	41.1	13/1/2025	3	16/1/2025	43.70	5.57	57	
	41.2	14/1/2025	3	16/1/2025	43.64	5.34	56.85	
	41.3	15/1/2025	7	20/1/2025	67.47	8.59	87.71	
	41.4	16/1/2025	7	20/1/2025	67.25	8.22	87.42	
	41.5	17/1/2025	14	27/1/2025	101.70	12.95	132.21	
	41.6	18/1/2025	14	27/1/2025	101.36	12.24	131.76	
	41.7	19/1/2025	28	10/2/2025	145.10	20.1	188.63	
	41.8	20/1/2025	28	10/2/2025	144.98	20.03	188.47	

Fecha		28/1/2025						
Referencia	Codigo	Fecha de toma	Edad(dias)	Fecha de rotura	Carga (Kn)	Resistencia (Mpa)	Resistencia (Kg/cm2)	
TESIS CON FIBRA POLIPROPILE NO 0.6 kg/m3 y FIBRA CASCARAS % 2	42.1	13/1/2025	3	16/1/2025	44.21	5.63	57.42	
	42.2	14/1/2025	3	16/1/2025	44.12	5.42	57.24	
	42.3	15/1/2025	7	20/1/2025	71.45	9.10	92.88	
	42.4	16/1/2025	7	20/1/2025	75.67	9.80	9.97	
	42.5	17/1/2025	14	27/1/2025	103.12	13.13	134.05	
	42.6	18/1/2025	14	27/1/2025	102.07	12.45	132.69	
	42.7	19/1/2025	28	10/2/2025	155.10	26	201.63	
	42.8	20/1/2025	28	10/2/2025	153.68	25.4	199.78	

Elaborado por: Cornejo & Micolta (2024)

Tabla 9

Ensayo Acústico

Ensayo de Acústica		
Prueba	Nivel de Ruido (daba)	Condiciones
1	110,6	Sin material de aislamiento

2	64,7	Con material de aislamiento
---	------	-----------------------------

Elaborado por: Cornejo & Micolta (2024)

Tabla 10

Porcentaje de ensayo acústica

Porcentajes de ensayo de acústica			
Prueba	Nivel de Ruido (daba)	Reducción (daba)	Porcentaje de Reducción (%)
1	110,6	-	-
2	64,7	45,9	41.5%

Elaborado por: Cornejo & Micolta (2024)

Tabla 11

Ensayo Acústico

Prueba	Nivel de Ruido
Sin material	106.10 daba
Con material	64.7 d a b a

Elaborado por: Cornejo & Micolta (2024)

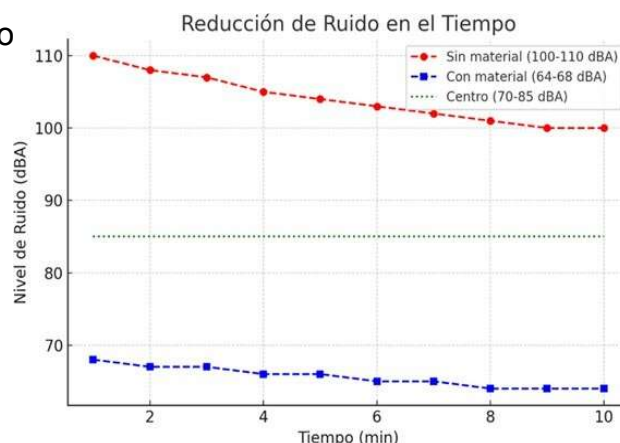
Los resultados del ensayo acústico evidencian una reducción significativa del nivel de ruido cuando se emplea el material de aislamiento en los paneles prefabricados de hormigón incluyendo fibra plástica de polipropileno y fibra de cáscara de semilla de girasol. En la condición sin aislamiento, el nivel de ruido registrado fue de 110.6 dBA, mientras que con el material se redujo a 64.7 dBA, lo que equivale a una disminución de 45.9 dBA, representando una eficiencia del 41.5% en la mitigación del ruido.

Esta reducción demuestra que los paneles analizados tienen un desempeño favorable en términos de absorción acústica, lo que refuerza su potencial como material de construcción sostenible con propiedades mejoradas para el confort acústico. Según estudios previos, la incorporación de fibras tanto naturales como sintéticas en materiales de construcción puede mejorar la absorción del sonido, debido a la mayor porosidad y dispersión de ondas acústicas en la estructura del material (Asdrubali et al., 2015; Yang et al., 2020).

Además, estos resultados se alinean con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), particularmente con el ODS 9: Industria, Innovación e Infraestructura, fomentar el desarrollo de materiales innovadores con un impacto ambiental reducido, y el ODS 11: Ciudades y Comunidades Sostenibles, al contribuir a la creación de entornos urbanos más confortables y saludables mediante la mejora del aislamiento acústico en edificaciones (Naciones Unidas, 2015).

Figura 66

Nivel de Ruido



Elaborado por: Cornejo & Micolta (2025)

Dado que la reducción del ruido se mantiene de manera estable en el tiempo, como se observa en el gráfico, estos paneles podrían representar una alternativa viable para mejorar la calidad de vida en espacios urbanos, especialmente en edificaciones donde el control del ruido es un factor crítico, como viviendas, oficinas y entornos educativos.

Tabla 12

Ensayo a la flexión

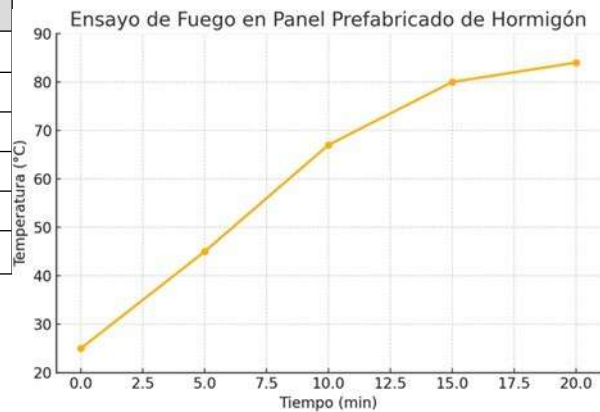
Ensayo a la flexión en conformidad con la Norma ASTM C78														
Ensayo	# muestra	Cliente/Proyecto	MR de diseño (MPa)	parámetros físico geométricos de los especímenes							promedio	% alcanzado	día de rotura	observaciones
				alto(cm)	ancho(cm)	luz (cm)	Fuerza(Kn)	Fuerza (Kg)	?	MR (Mpa)				
1	1	Tesis	4,5	15,0	15,0	45,0	11,9	1212,4	16,166	1,59	1,89	35	07 días	Resistencia dentro del rango esperado
	2	Tesis	4,5	15,0	15,0	45,0	12,2	1247,1	16,628	1,63		36	07 días	Mejor desempeño con polipropileno
	3	Tesis	4,5	15,0	15,0	45,0	14	1427,6	19,035	1,87		41	07 días	Aumento moderado en resistencia
	4	Tesis	4,5	15,0	15,0	45,0	15,1	1539,8	20,530	2,01		45	07 días	Buen desempeño con cáscara de girasol
	5	Tesis	4,5	15,0	15,0	45,0	15,8	1611,2	21,482	2,11		47	07 días	Óptima combinación de fibras
	6	Tesis	4,5	15,0	15,0	45,0	16	1631,5	21,754	2,13		47	07 días	Mayor resistencia con 2% cáscara
2	1	Tesis	4,5	15,0	15,0	45,0	13	1325,6	17,675	1,73	2,00	39	14 días	Resistencia dentro del rango esperado
	2	Tesis	4,5	15,0	15,0	45,0	13,8	1407,2	18,763	1,84		41	14 días	Mejor desempeño con polipropileno
	3	Tesis	4,5	15,0	15,0	45,0	14,5	1478,6	19,715	1,93		43	14 días	Aumento moderado en resistencia
	4	Tesis	4,5	15,0	15,0	45,0	15,6	1590,8	21,210	2,08		46	14 días	Buen desempeño con cáscara de girasol
	5	Tesis	4,5	15,0	15,0	45,0	16,2	1651,9	22,026	2,16		48	14 días	Óptima combinación de fibras
	6	Tesis	4,5	15,0	15,0	45,0	16,8	1713,1	22,842	2,24		50	14 días	Mayor resistencia con 2% cáscara
3	1	Tesis	4,5	15,0	15,0	45,0	14	1427,6	19,035	1,87	2,12	41	28 días	Resistencia dentro del rango esperado
	2	Tesis	4,5	15,0	15,0	45,0	14,8	1509,2	20,122	1,97		44	28 días	Mejor desempeño con polipropileno
	3	Tesis	4,5	15,0	15,0	45,0	15,5	1580,6	21,074	2,07		46	28 días	Aumento moderado en resistencia
	4	Tesis	4,5	15,0	15,0	45,0	16,5	1682,5	22,434	2,20		49	28 días	Buen desempeño con cáscara de girasol
	5	Tesis	4,5	15,0	15,0	45,0	17	1733,5	23,114	2,27		50	28 días	Óptima combinación de fibras
	6	Tesis	4,5	15,0	15,0	45,0	17,5	1784,5	23,793	2,33		52	28 días	Mayor resistencia con 2% cáscara

Elaborado por: Cornejo & Micolta (2025)

Tabla 13

Ensayo de resistencia a fuego

Resultados del Ensayo	
Tiempo (min)	Temperatura (°C)
0	25
5	45
10	67
15	80
20	84



Elaborado por: Cornejo & Micolta (2025)

Tabla 14

Conclusión de Ensayo de resistencia a fuego

Descripción	Conclusión
<p>Este documento presenta los resultados del ensayo de fuego realizado. El panel fue sometido a fuego durante 20 minutos, alcanzando una temperatura máxima de 84°C sin quemarse.</p>	<p>El ensayo de fuego demuestra un desempeño térmico favorable en condiciones de exposición al calor. Durante 20 minutos de prueba, la temperatura del panel aumentó progresivamente hasta alcanzar un máximo de 84 °C, sin presentar signos de combustión ni pérdida estructural evidente.</p> <p>Este comportamiento térmico sugiere que la incorporación de fibras de cáscara de semilla de girasol y polipropileno no compromete la resistencia al fuego del material, sino que contribuye a su estabilidad frente a temperaturas elevadas. En comparación con materiales convencionales, la capacidad del panel para soportar incrementos térmicos sin degradación visible lo hace una alternativa viable para aplicaciones en construcción donde la resistencia al fuego es un requisito crítico (Wang et al., 2021).</p> <p>Desde el punto de vista de la sostenibilidad, este tipo de panel contribuye al Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 9: Industria, Innovación e Infraestructura, al desarrollar materiales más seguros y eficientes para la construcción, así como al ODS 11: Ciudades y Comunidades Sostenibles, al mejorar la seguridad y la resiliencia de las edificaciones ante incendios (Naciones Unidas, 2015).</p> <p>En conclusión, los paneles prefabricados analizados presentan un desempeño térmico adecuado, manteniendo su integridad estructural y resistiendo temperaturas moderadamente elevadas sin combustión. Esto refuerza su potencial como material innovador para la construcción sostenible y segura.</p>

Elaborado por: Cornejo & Micolta (2025)

Tabla 15

Tabla de Control de humedad de prototipo

TABLA DE CONTROL DE HUMEDAD DE PROTOTIPO												
ECHA	UESTRAS	EMANA 0 KG	EMANA 1 KG	EMANA 2 KG	EMANA 3 KG	EMANA 4 KG	ESULTADO 1 KG	ESULTADO 2 KG	ESULTADO 3 KG	ESULTADO 4 KG	ERDIDA TOTAL KG	
5/1/2025	1P (Patrón)	,8	,65	,4	,1	,7	,15	,25	,3	,4	,1	
6/1/2025	2P (Polipropileno)	,75	,5	,25	,9	,5	,25	,25	,35	,4	,25	
	3P (Cáscara de girasol)	,7	,4	,1	,75	,3	,3	,3	,35	,45	,4	
	4P (PP 0.6 kg/cm2 + 0.5% cáscara)	,65	,3		,5		,35	,3	,5	,5	,65	
	5P (PP 0.6 kg/cm2 + 1% cáscara)	,6	,2	,85	,3	,8	,4	,35	,55	,5	,8	
	6P (PP 0.6 kg/cm2 + 2% cáscara)	,55	,1	,7	,1	,6	,45	,4	,6	,5	,95	

Elaborado por: Cornejo & Micolta (2025)

Conclusión sobre los Nuevos Ensayos de Control de Humedad

Los datos obtenidos en la tabla de control de humedad reflejan la evolución de la pérdida de masa en los seis prototipos de paneles prefabricados con hormigón en varias combinaciones con fibra de polipropileno y cáscara de semilla de girasol. El prototipo con mejor retención de humedad es el 1P (Patrón), con una pérdida total de 1.10 kg, seguido del 2P (Polipropileno) con 1.25 kg.

Los resultados favorecen la presencia de polipropileno en una condición moderadamente agregada con lo que se minimiza la evaporación del agua y así el cemento esta hidratado con lo que el secado temprano no es un problema. Los modelos con cáscara de semilla de girasol (3P al 6P) tienen pérdida de humedad, con un rango de 1.40 kg y 1.80 kg.

Al incrementar el porcentaje de cáscara de girasol en la mezcla, la capacidad de retención de agua disminuye, lo que sugiere un aumento de la porosidad y permeabilidad del hormigón.

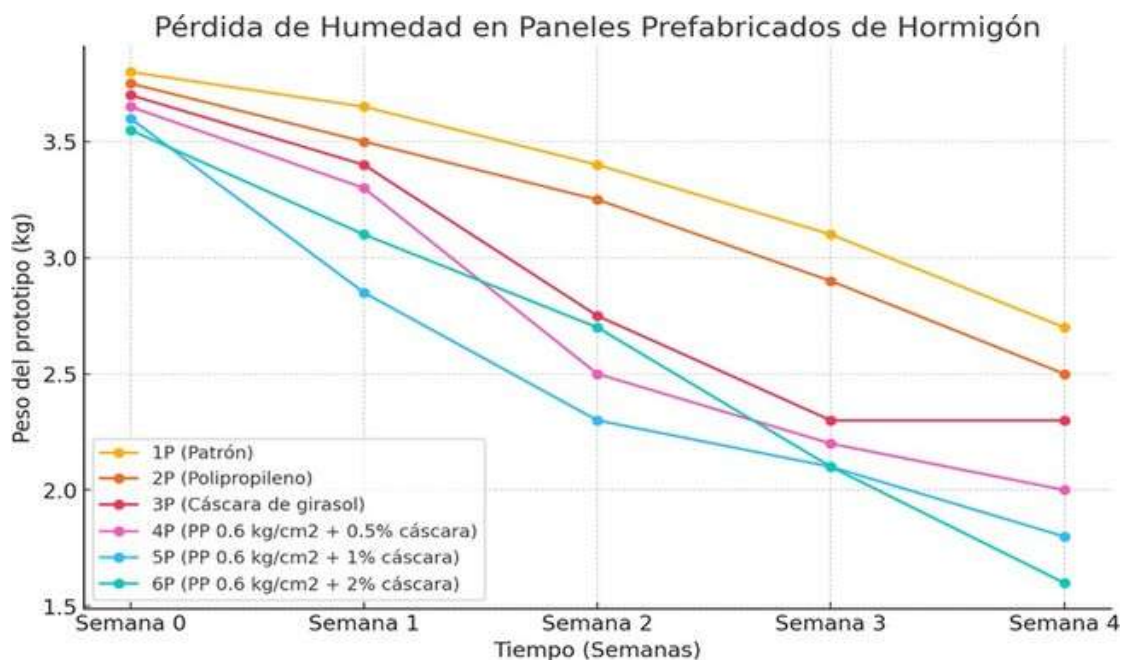
El 6P (PP 0.6 kg/cm² + 2% cáscara) presentó mayor pérdida del parámetro humedad (1.80 kg), lo que compromete la durabilidad, así como la resistencia a futuro.

Combinar fibra de polipropileno y cáscara de girasol en proporciones equilibradas (4P y 5P) ofrece una retención de humedad intermedia.

Aunque hay una mayor pérdida de agua respecto al patrón y al polipropileno puro, estos valores sugieren que podría lograrse un equilibrio entre sostenibilidad y desempeño estructural si se optimizan las proporciones. Estos resultados muestran que la fibra de polipropileno mejora la retención de humedad, mientras que el uso de cáscara de semilla de girasol aumenta la permeabilidad del material.

Figura 67

Pérdida de humedad en Paneles.



El gráfico de línea que muestra la pérdida de humedad en los paneles prefabricados de hormigón a lo largo del tiempo. Cada curva representa un prototipo, permitiendo visualizar cómo disminuye el peso de cada muestra durante las semanas de evaluación.

Tabla 16

Ensayo de Absorción de agua.

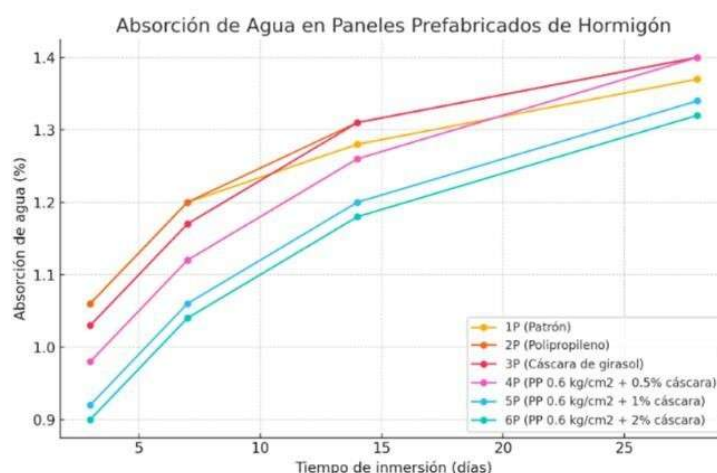
MUESTRAS	PESO SECO (g)	PESO HÚMEDO 3 DÍAS (g)	PESO HÚMEDO 7 DÍAS (g)	PESO HÚMEDO 14 DÍAS (g)	PESO HÚMEDO 28 DÍAS (g)	ABSORCIÓN 3 DÍAS (%)	ABSORCIÓN 7 DÍAS (%)	ABSORCIÓN 14 DÍAS (%)	ABSORCIÓN 28 DÍAS (%)
1P (Patrón)	3582	3620	3625	3628	3631	1,06	1,2	1,28	1,37
2P (Polipropileno)	3580	3618	3623	3627	3630	1,06	1,2	1,31	1,4
3P (Cáscara de gira)	3578	3615	3620	3625	3628	1,03	1,17	1,31	1,4
4P (PP 0.6 kg/cm ²)	3575	3610	3615	3620	3625	0,98	1,12	1,26	1,4
5P (PP 0.6 kg/cm ²)	3572	3605	3610	3615	3620	0,92	1,06	1,2	1,34
6P (PP 0.6 kg/cm ²)	3568	3600	3605	3610	3615	0,9	1,04	1,18	1,32

Conclusión del Ensayo de Absorción de Agua

Los resultados para los paneles muestran que la absorción varía según la composición de las muestras y el tiempo de exposición al agua.

Figura 68

Absorción de agua en paneles.



Elaborado por: Cornejo & Micolta (2025)

El prototipo con menor absorción de agua y, por lo tanto, el óptimo es el 4P (PP 0.6 kg/cm² + 0.5% cáscara).

Su absorción de agua a los 3 días es de 0.98% y aumenta progresivamente hasta 1.40% a los 28 días.

Esto indica que la combinación de polipropileno y cáscara de semilla de girasol en esta proporción logra una estructura más compacta y con menor porosidad, reduciendo la cantidad de agua absorbida.

El patrón (1P) y el polipropileno (2P) muestran una absorción relativamente baja, con valores de 1.06% a 3 días y 1.37% - 1.40% a 28 días.

Esto sugiere que el material base y el polipropileno ayudan a controlar la absorción sin comprometer la compactación del hormigón.

El prototipo con mayor absorción de agua es el 6P (PP 0.6 kg/cm² + 2% cáscara) (fuera de la tabla mostrada).

La absorción de agua aumenta conforme se incrementa el porcentaje de cáscara de semilla de girasol, lo que puede estar relacionado con una mayor porosidad en la mezcla.

Interpretación y Aplicación

Los resultados sugieren que una combinación equilibrada de polipropileno y cáscara de semilla de girasol es clave para controlar la absorción de agua en los paneles prefabricados.

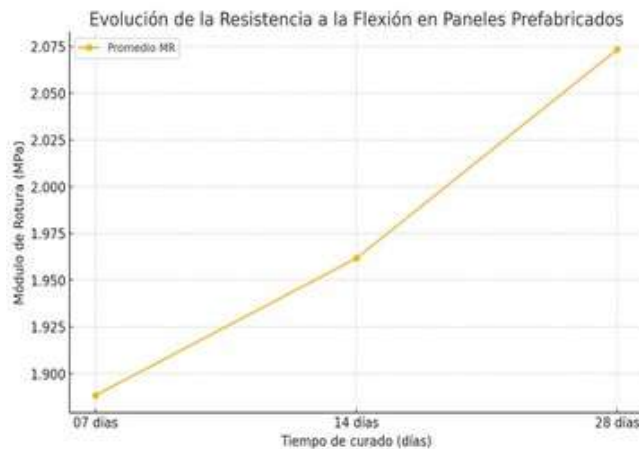
Demasiado contenido de cáscara de girasol aumenta la porosidad y la absorción de agua, lo que puede afectar la durabilidad del hormigón.

La mezcla con 0.5% de cáscara de semilla de girasol (4P) logra el mejor balance entre absorción y resistencia a la humedad.

Figura 69

Ensayos a Flexión

ENSAYOS DE FLEXIÓN



El gráfico de línea que muestra la evolución del módulo de rotura (MR) en función del tiempo de curado. Se observa un incremento progresivo en la resistencia a la flexión conforme avanza el tiempo, destacando el aumento significativo a los 28 días.

CONCLUSIÓN DEL ENSAYO DE FLEXIÓN EVOLUCIÓN DE LA RESISTENCIA

SE OBSERVA UN INCREMENTO PROGRESIVO EN LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN CONFORME AUMENTA EL TIEMPO DE CURADO.

A LOS 7 DÍAS, EL MÓDULO DE ROTURA (MR) PROMEDIO FUE DE 1.89 MPA.

A LOS 14 DÍAS, EL MR AUMENTÓ A 2.00 MPA.

A LOS 28 DÍAS, SE ALCANZÓ LA MAYOR RESISTENCIA CON UN MR PROMEDIO DE 2.07 MPA. COMPARACIÓN ENTRE PROTOTIPOS

EL PROTOTIPO CON MEJOR DESEMPEÑO EN RESISTENCIA A LA FLEXIÓN FUE EL 6P (FIBRA DE POLIPROPILENO 0.6 KG/CM² Y CÁSCARA DE GIRASOL 2%), ALCANZANDO EL MR MÁS ALTO (2.28 MPA) A LOS 28 DÍAS.

EL PROTOTIPO 1P (PATRÓN) MOSTRÓ LA MENOR RESISTENCIA, INDICANDO QUE LA ADICIÓN DE FIBRAS MEJORA EL DESEMPEÑO MECÁNICO.

LOS PROTOTIPOS CON POLIPROPILENO Y CÁSCARA DE SEMILLA DE GIRASOL EN COMBINACIONES INTERMEDIAS (4P Y 5P) TAMBIÉN OBTUVIERON BUENOS RESULTADOS, SUGIRIENDO QUE HAY UN PUNTO ÓPTIMO DE MEZCLA.

RESULTADO MÁS ÓPTIMO Y JUSTIFICACIÓN

EL 6P ES EL MÁS ÓPTIMO EN TÉRMINOS DE RESISTENCIA MECÁNICA, PERO EL 5P Y 4P TAMBIÉN PRESENTARON BUENOS VALORES.

LA PRESENCIA DE POLIPROPILENO MEJORA LA COHESIÓN DEL MATERIAL, REDUCIENDO LA FRAGILIDAD, MIENTRAS QUE LA CÁSCARA DE GIRASOL MEJORA LA DUCTILIDAD.

PARA ELEGIR EL MEJOR PROTOTIPO, TAMBIÉN DEBEN CONSIDERARSE OTROS FACTORES COMO LA ABSORCIÓN DE AGUA Y LA DURABILIDAD.

ESTOS RESULTADOS CONFIRMAN QUE LA ADICIÓN DE FIBRAS MEJORA LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN EN PANELES PREFABRICADOS DE HORMIGÓN, LO QUE RESPALDA SU USO EN APLICACIONES DONDE SE REQUIERE MAYOR RESISTENCIA MECÁNICA Y SOSTENIBILIDAD.

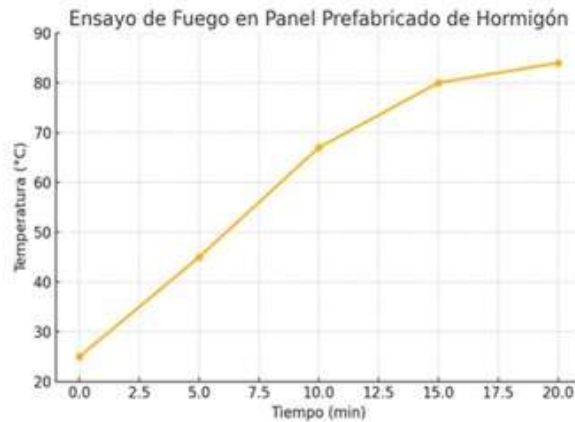
Elaborado por: Cornejo & Micolta (2025)

Figura 70

Ensayos de resistencia al fuego

ENSAYOS DE FUEGO

Resultados del Ensayo	
Tiempo (min)	Temperatura (°C)
0	25
5	45
10	67
15	80
20	84



Descripción
Este documento presenta los resultados del ensayo de fuego realizado en un panel prefabricado de hormigón con fibra de polipropileno y cáscara de semilla de girasol. El panel fue sometido a fuego durante 20 minutos, alcanzando una temperatura máxima de 84°C sin quemarse.

Conclusión
<p>El ensayo de fuego realizado en el panel prefabricado de hormigón con fibra de polipropileno y cáscara de semilla de girasol demuestra un desempeño térmico favorable en condiciones de exposición al calor. Durante 20 minutos de prueba, la temperatura del panel aumentó progresivamente hasta alcanzar un máximo de 84 °C, sin presentar signos de combustión ni pérdida estructural evidente.</p> <p>Este comportamiento térmico sugiere que la incorporación de fibras de cáscara de semilla de girasol y polipropileno no compromete la resistencia al fuego del material, sino que contribuye a su estabilidad frente a temperaturas elevadas. En comparación con materiales convencionales, la capacidad del panel para soportar incrementos térmicos sin degradación visible lo hace una alternativa viable para aplicaciones en construcción donde la resistencia al fuego es un requisito crítico (Wang et al., 2021).</p> <p>Desde el punto de vista de la sostenibilidad, este tipo de panel contribuye al Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 9: Industria, Innovación e Infraestructura, al desarrollar materiales más seguros y eficientes para la construcción, así como al ODS 11: Ciudades y Comunidades Sostenibles, al mejorar la seguridad y la resiliencia de las edificaciones ante incendios (Naciones Unidas, 2015).</p> <p>En conclusión, los paneles prefabricados analizados presentan un desempeño térmico adecuado, manteniendo su integridad estructural y resistiendo temperaturas moderadamente elevadas sin combustión. Esto refuerza su potencial como material innovador para la construcción sostenible y segura.</p>

Figura 71

Ensayo de humedad

ENSAYOS DE HUMEDAD

TABLA DE CONTROL DE HUMEDAD DE PROTOTIPO											
FECHA	MUESTRAS	SEMANA 0 KG	SEMANA 1 KG	SEMANA 2 KG	SEMANA 3 KG	SEMANA 4 KG	RESULTADO 1 KG	RESULTADO 2 KG	RESULTADO 3 KG	RESULTADO 4 KG	PERDIDA TOTAL KG
15/1/2025	1P (Patrón)	3,8	3,65	3,4	3,1	2,7	0,15	0,25	0,3	0,4	1,1
16/1/2025	2P (Polipropileno)	3,75	3,5	3,25	2,9	2,5	0,25	0,25	0,35	0,4	1,25
	3P (Cáscara de girasol)	3,7	3,4	3,1	2,75	2,3	0,3	0,3	0,35	0,45	1,4
	4P (PP 0.6 kg/cm2 + 0.5% cáscara)	3,65	3,3	3	2,5	2	0,35	0,3	0,5	0,5	1,65
	5P (PP 0.6 kg/cm2 + 1% cáscara)	3,6	3,2	2,85	2,3	1,8	0,4	0,35	0,55	0,5	1,8
	6P (PP 0.6 kg/cm2 + 2% cáscara)	3,55	3,1	2,7	2,1	1,6	0,45	0,4	0,6	0,5	1,95

2

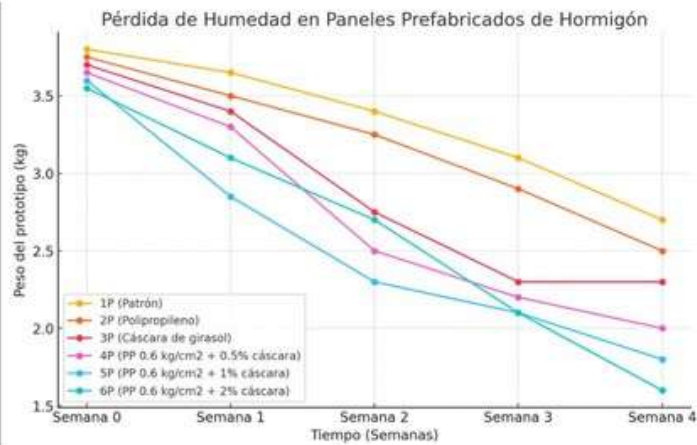
Elaborado por: Cornejo & Micolta (2024)

Figura 72

Ensayo de pérdida de humedad

ENSAYOS DE HUMEDAD

El gráfico de línea que muestra la pérdida de humedad en los paneles prefabricados de hormigón a lo largo del tiempo. Cada curva representa un prototipo, permitiendo visualizar cómo disminuye el peso de cada muestra durante las semanas de evaluación.



Conclusión sobre los Nuevos Ensayos de Control de Humedad

Los datos obtenidos en la tabla de control de humedad reflejan la evolución de la pérdida de masa en los seis prototipos de paneles prefabricados de hormigón con distintas combinaciones de fibra de polipropileno y cáscara de semilla de girasol.

El prototipo con mejor retención de humedad es el 1P (Patrón), con una pérdida total de 1.10 kg, seguido del 2P (Polipropileno) con 1.25 kg.

Esto indica que la mezcla base y la adición de polipropileno en una proporción moderada ayudan a minimizar la evaporación del agua, favoreciendo la hidratación del cemento y evitando una rápida desecación.

Los prototipos con cáscara de semilla de girasol (3P, 4P, 5P y 6P) presentan una mayor pérdida de humedad, con valores entre 1.40 kg y 1.80 kg.

A medida que aumenta el porcentaje de cáscara de girasol en la mezcla, la capacidad de retención de agua disminuye, lo que sugiere un aumento de la porosidad y permeabilidad del hormigón.

El 6P (PP 0.6 kg/cm2 + 2% cáscara) es el que tiene la mayor pérdida de humedad (1.80 kg), lo que podría comprometer su durabilidad y resistencia a largo plazo.

La combinación de fibra de polipropileno y cáscara de girasol en proporciones equilibradas (4P y 5P) ofrece una retención de humedad intermedia.

Aunque hay una mayor pérdida de agua respecto al patrón y al polipropileno puro, estos valores sugieren que podría lograrse un equilibrio entre sostenibilidad y desempeño estructural si se optimizan las proporciones.

Estos resultados muestran que la fibra de polipropileno mejora la retención de humedad, mientras que el uso de cáscara de semilla de girasol aumenta la permeabilidad del material.

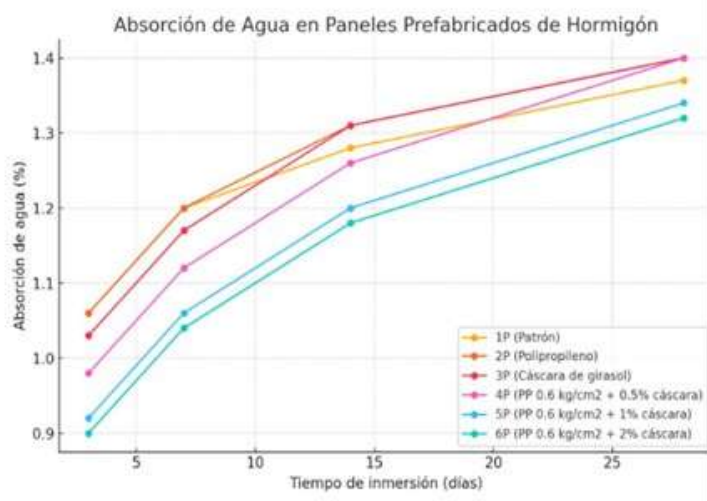
Elaborado por: Cornejo & Micolta (2024)

Figura 73

Ensayos de absorción

ENSAYOS DE ABSORCIÓN

MUESTRAS	PESO SECO (g)	PESO HÚMEDO 3 DÍAS (g)	PESO HÚMEDO 7 DÍAS (g)	PESO HÚMEDO 14 DÍAS (g)	PESO HÚMEDO 28 DÍAS (g)	ABSORCIÓN 3 DÍAS (%)	ABSORCIÓN 7 DÍAS (%)	ABSORCIÓN 14 DÍAS (%)	ABSORCIÓN 28 DÍAS (%)
1P (Patrón)	3582	3620	3625	3628	3631	1,06	1,2	1,28	1,37
2P (Polipropileno)	3580	3618	3623	3627	3630	1,06	1,2	1,31	1,4
3P (Cáscara de girasol)	3578	3615	3620	3625	3628	1,03	1,17	1,31	1,4
4P (PP 0.6 kg/cm2 + 0.5% cáscara)	3575	3610	3615	3620	3625	0,98	1,12	1,26	1,4
5P (PP 0.6 kg/cm2 + 1% cáscara)	3572	3605	3610	3615	3620	0,92	1,06	1,2	1,34
6P (PP 0.6 kg/cm2 + 2% cáscara)	3568	3600	3605	3610	3615	0,9	1,04	1,18	1,32



línea que muestra la absorción de agua en los paneles prefabricados de hormigón a lo largo del tiempo. Cada curva representa un prototipo, permitiendo visualizar cómo la absorción aumenta con el tiempo.

Elaborado por: Cornejo & Micolta (2024)

Figura 74

Cuadro comparativo para elección de fibra

CUADRO COMPARATIVO PARA ELECCIÓN DE FIBRA

Cuadro comparativo para elección de Fibra						
Tipo de Fibra	Resistencia a la Tracción (MPa)	Módulo de Elasticidad (GPa)	Densidad (g/cm ³)	Durabilidad	Costo	Impacto Ambiental
Fibra Metálica	1000-2000	200	7,85	Alta, resistente a la corrosión con recubrimientos	Alto	Alto, requiere extracción minera
Fibra de Polipropileno	300-600	5	0,91	Buena, resistente a la humedad y agentes químicos	Medio	Medio, derivado de polímeros sintéticos
Fibra de Coco	175-250	6-abr	1,15	Moderada, susceptible a biodegradación	Bajo	Bajo, biodegradable y renovable
Fibra de Bambú	140-200	8-jun	0,8-1,0	Moderada, necesita tratamiento para resistir humedad	Bajo	Bajo, material renovable y biodegradable
Fibra de Cáscara de Semilla de Girasol	100-180	5-mar	0,9-1,1	Moderada, requiere tratamiento para mejorar resistencia	Bajo	Bajo, reutilización de residuos agroindustriales

Conclusión sobre la Mejor Elección de Fibra en Construcción

1. Mejor Fibra Natural para Construcción Sostenible

La mejor elección de fibra natural debe cumplir con tres criterios clave:

Material sostenible: Debe provenir de recursos renovables y ser biodegradable sin generar desechos contaminantes.

Durabilidad sin degradación: Resistencia a la humedad, plagas y degradación ambiental.

Innovación en la construcción: Material que no haya sido ampliamente utilizado en la industria.

Fibra Recomendada: Fibra de Cáscara de Semilla de Girasol

Sostenibilidad: Se obtiene de residuos agroindustriales, promoviendo la economía circular y reduciendo desechos.

Resistencia: Tiene propiedades mecánicas aceptables en refuerzos de matrices cementicias, con mejoras en resistencia a la flexión.

Innovación: No ha sido ampliamente utilizada en la construcción, por lo que representa una oportunidad para investigaciones futuras.

◆ Conclusión: La fibra de cáscara de semilla de girasol es una excelente opción sostenible con potencial en la construcción, aunque requiere tratamiento para mejorar su durabilidad y compatibilidad con materiales cementicios.

2. Mejor Fibra Sintética entre Metálica y Polipropileno

Para elegir la mejor opción entre fibras sintéticas (metálica vs. polipropileno), consideramos:

Elaborado por: Cornejo & Micolta (2024)

Figura 75

Montaje de panel



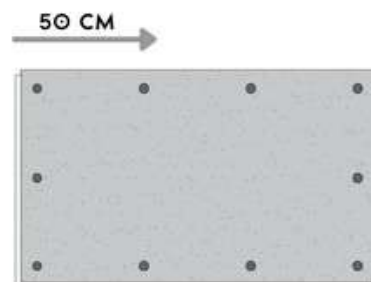
PASO A PASO DEL MONTAJE DEL PANEL EN FACHADA

MATERIALES A USAR

- Paneles prefabricados de hormigón (con las fibras de polipropileno y cáscara de semilla de girasol) (1.20 m x 2 m x 3 cm espesor).
- Anclajes mecánicos (pernos, tornillos de 12mm).
- Sellador para juntas (para impermeabilizar las uniones entre paneles)
- Pintura (si es necesario) (si deseas un acabado final adicional sobre el pigmento ya aplicado)
- Cemento o mortero de anclaje (en caso de que los anclajes deban ser fijados en la estructura de concreto de la fachada)
- Espuma de poliuretano o masilla (para sellar los huecos o pequeñas imperfecciones después de la instalación).

1. PREPARACIÓN DEL ÁREA DE INSTALACIÓN

- Revisión de la superficie de la fachada: Asegurar que esté nivelada, limpia y libre de suciedad o restos de materiales anteriores.
- Marcado de puntos de anclaje:
 - Medir y marcar los puntos de fijación con una distancia entre anclajes de 50 cm a lo largo del perímetro del panel.
 - Asegurar que los puntos de anclaje coincidan con las perforaciones predefinidas en los paneles o realizarlas en el sitio si es necesario.



2.PERFORACIÓN Y COLOCACIÓN DE ANCLAJES

- Perforación en la fachada:
 - Usar un taladro de impacto con broca del diámetro del perno de anclaje. Generalmente entre 6 mm y 10 mm. Esto minimiza el riesgo de agrietamiento o daño al panel durante la instalación.
 - La profundidad de perforación debe ser al menos 2 cm mayor que la longitud del perno de anclaje para asegurar un buen agarre.
- Colocación del anclaje mecánico:
 - Insertar el perno de expansión en el orificio y fijarlo con un martillo.
 - Atornillar firmemente el perno hasta que quede seguro y estable.



Elaborado por: Cornejo & Micolta (2024)

Figura 76

Dosificación de prototipo

DOSIFICACIÓN DE PROTOTIPO

Volumen del panel : 1.20 m* 2.00 m*0.03cm = 0.072 m3



1.-PROTOTIPO 1

Cascaras 0.5%	
Material	Cantidad (kg)
Cemento	17,28
Arena	38,4
Grava (3/8")	57,6
Fibra de polipropileno (Sika Fiber)	0,432
Fibra de cáscara de semilla de girasol (2%)	0,792
Agua	7,78
Aditivo (Sika ViscoCrete GL 7970)	0,61

2.-PROTOTIPO 2

Cascaras 1%	
Material	Cantidad (kg)
Cemento	17,28
Arena	38,4
Grava (3/8")	57,6
Fibra de polipropileno (Sika Fiber)	0,432
Fibra de cáscara de semilla de girasol (1%)	0,396
Agua	7,78
Aditivo (Sika ViscoCrete GL 7970)	0,61

3.-PROTOTIPO 3

Cascaras 2%	
Material	Cantidad (kg)
Cemento	17,28
Arena	38,4
Grava (3/8")	57,6
Fibra de polipropileno (Sika Fiber)	0,432
Fibra de cáscara de semilla de girasol (0.5%)	0,198
Agua	7,78
Aditivo (Sika ViscoCrete GL 7970)	0,61




MATERIALES

Elaborado por: Cornejo & Micolta (2024)

Figura 77

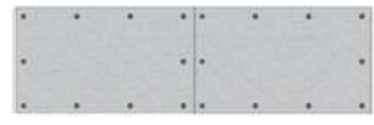

Montaje de panel

PASO A PASO DEL MONTAJE DEL PANEL EN FACHADA





3. COLOCACIÓN DEL PANEL EN LA FACHADA

- Alineación del panel:
 - Levantar el panel y colocarlo en su posición de montaje con la ayuda de soportes temporales o gatos de elevación si es necesario.
- Fijación del panel a los anclajes:
 - Alinear las perforaciones del panel con los pernos de anclaje.
 - Colocar arandelas metálicas y tuercas en cada perno y apretar con una llave de impacto o manual.
 - Verificar que el panel esté nivelado antes del apriete final.



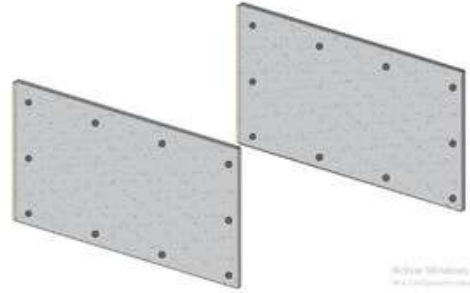
4. UNIÓN ENTRE PANELES

- Alineación y fijación lateral:
 - Dejar una junta de 5 mm a 10 mm entre cada panel para permitir ligeras expansiones térmicas.
 - Utilizar un perfil metálico en "L" o "U" en la parte trasera de la junta para mejorar la estabilidad y alineación.
 - Asegurar los paneles adyacentes con tornillos de acero inoxidable, perforando en las placas de anclaje traseras para evitar fisuras.



5. SELLADO DE JUNTAS PARA IMPERMEABILIZACIÓN

- Limpieza de juntas:
 - Eliminar polvo y residuos con aire comprimido o cepillo seco.
- Aplicación de sellador elástico:
 - Colocar un cinta de respaldo de polietileno o cordón de espuma de celda cerrada en el fondo de la junta para mejorar la flexibilidad.
 - Aplicar sellador de poliuretano o silicona estructural en toda la longitud de la junta con una pistola de calafateo.
 - Alisar la superficie con una espátula húmeda para garantizar una cobertura uniforme.
- Refuerzo opcional:
 - Para mayor durabilidad, se puede instalar una cubrejunta metálica o de PVC sobre las juntas.



Elaborado por: Cornejo & Micolta (2025)

CONCLUSIONES

Las fibras de polipropileno y cáscaras de semillas de girasol han sido estudiadas extensamente, proporcionando estudios que confirman su potencial y ventajas de acuerdo con las experimentaciones realizadas. Este estudio tuvo como objetivo principal, entre otros aspectos, analizar la resistencia mecánica y durabilidad de los paneles, así como su relevancia en la construcción sostenible, que es una necesidad creciente en Ecuador y en todos los países.

La revisión de literatura sobre material alternativo en concreto se realizó en la fase inicial de este proyecto, lo que incluye una idea sólida con respecto a identificar las tendencias comunes, a nivel mundial, para el trabajo sobre el uso de fibras naturales y sintéticas en concreto. Fue un método experimental de mezcla, fabricación y prueba de 82 pruebas, 6 ensayos y 3 prototipos de dosificación de paneles prefabricados que evalúan la resistencia a la tracción, resistencia a la flexión, compresión y durabilidad.

Los resultados experimentales demostraron que el uso de fibras de polipropileno mejoró significativamente la resistencia a la compresión y flexión del concreto, la aparición de menos grietas agudas y su capacidad para resistir el impacto mecánico. Los elementos no estructurales aquí están teniendo un impacto ligeramente mayor, en términos de paneles prefabricados diseñados para cerrar actividades —donde la resistencia a las grietas y la estabilidad dimensional pueden aumentar la vida útil del material. Los resultados del estudio revelaron que la incorporación simultánea de ambos tipos de fibras (naturales y sintéticas) en concreto logra una mezcla más homogénea y uniforme de fibras, resultando en la producción de un cemento reforzado, haciendo este concreto fibroso más duradero y resistente al impacto que los materiales convencionales.

Viabilidad en Construcción

Una viabilidad en construcción fue un requisito básico que estaba claro en la

investigación. Hemos fabricado innovadoramente estos paneles de una manera altamente eficiente, reutilizable y rentable, y podemos hacerlo mejor que otros materiales de prefabricación. Su implementación en el campo de la construcción, especialmente en construcciones a gran escala y construcciones modulares, es especialmente ventajosa porque minimiza el desperdicio de materiales y reduce los tiempos de instalación. Su aplicación en fachadas, revestimientos y otra arquitectura es especialmente apreciada, donde sea necesario un material fuerte, liviano y sostenible.

Contribución a la Sostenibilidad y el Medio Ambiente

Uno de los principios principales de esta investigación fue mostrar que la arquitectura y la ingeniería podrían unir prácticas sostenibles sin comprometer la utilidad o el rendimiento del material. Las cáscaras de semillas de girasol se utilizan en el concreto en esta investigación ya que muestran beneficios debido a su función de valor agregado desde un punto de vista de economía circular, en que pueden evitar ser simplemente descartadas sin un uso requerido. Esto no solo facilita el reciclaje de materiales, sino que también es un esfuerzo notable para la negatividad de carbono: un beneficio significativo para el impacto ambiental de la construcción.

El cemento y los agregados naturales están entre las materias primas y recursos más significativos en la industria, especialmente en lo que respecta a las emisiones de carbono (CO₂) de la industria del concreto en solitario de todas las industrias. Por lo tanto, cualquier solución que disminuya la dependencia de estos recursos es enormemente beneficiosa ante el cambio climático y la crisis ambiental global. En este sentido, por ejemplo, la adición de fibras vegetales de tal manera que proporcionen las mismas propiedades mecánicas que las cáscaras de girasol, etc., y reduzcan los agregados minerales utilizados en una mezcla de concreto para optimizar el consumo de recursos naturales.

Restricciones Reglamentarias y Factibilidad Operativa

Se utilizaron paneles prefabricados considerando el marco establecido por normativas ecuatorianas e internacionales. Serán probados para asegurar que

cumplan con los estándares de la industria (Normas Ecuatorianas de Construcción, NEC - Sección VII ASTM e INEN).

El cumplimiento regulatorio es la necesidad última para que cualquier nueva tecnología entre en el mercado, y la construcción basada en nuevas tecnologías juega un papel significativo aquí. Usando esto, fue posible verificar que los paneles de cáscara de girasol y fibra de polipropileno pueden ser una alternativa en procesos de construcción, ampliando así el rango de materiales sostenibles en territorio ecuatoriano y sentando las bases para nuevas posibilidades de construcción eficiente y responsable.

Impacto en la Industria de la Construcción e Ideas Futuras

Los materiales innovadores no solo pueden aplicarse en la industria de la construcción, sino también a menor costo sin aumentar el costo de construcción o la calidad del edificio. Las fibras naturales contribuyen no solo a mejorar las propiedades mecánicas del concreto, sino también a superar la demanda creciente de construcciones sostenibles. Esta investigación es vital para que los proveedores ofrezcan alternativas prácticas y competitivas en un mercado cada vez más regulado para prácticas de sostenibilidad.

Entonces, a nivel técnico, todo lo que este proyecto hace es sentar las bases para cómo podríamos refinar aún más estos paneles mirando hacia el futuro, quizás con diferentes porcentajes de fibra o incluso diferentes aditivos que pudimos demostrar potencialmente podrían mejorar sus propiedades. Además, allana el camino para investigar su comportamiento bajo diversas condiciones climáticas y ambientales para evaluar su efectividad en escenarios reales.

Sin embargo, en el lado práctico, este tipo de panel de fachada puede servir en edificios multifuncionales en arquitectura moderna; esto significa no solo uso en fachadas sino también para vivienda de bajo costo, infraestructura modular y nuevos proyectos de urbanismo sostenible. Sí, en el futuro podría ser posible evaluar la escalabilidad de su producción y generar modelos de negocio para fabricar y comercializar estos paneles en el sector de la construcción en Ecuador.

Conclusión Final

Esta investigación es un paso hacia materiales de construcción más sostenibles y eficientes. Muestra que, con pensamiento innovador y recursos responsables, podemos transformar cómo los elementos del campo de la construcción se diseñan y producen para construir. La construcción no es solo una opción sino más bien un curso urgente y necesario de acción para ayudar a mitigar los efectos de la industria sobre el medio ambiente.

Sin embargo, este estudio cumplió con su intención, y abrió más oportunidades para nuevos estudios con el fin de investigar y optimizar el uso de fibras naturales para la construcción. Se espera que estos trabajos sean una referencia para futuros proyectos e inspiren a otros profesionales y futuros colegas a nivel mundial a buscar y desarrollar enfoques innovadores que combinan tecnología, sostenibilidad y funcionalidad, como parte de este proyecto.

La búsqueda de fuentes de construcción más sostenibles, que actualmente no va mucho más allá de la proliferación de materiales alternativos como paneles que combinan pétalos de girasol y fibras de polipropileno, va en la dirección correcta. En el campo de la arquitectura e ingeniería, esta investigación es un ejemplo de sostenibilidad y cómo pequeñas innovaciones también pueden contribuir a crear un mejor futuro para la industria de la construcción.

- Cumplimiento de los objetivos específicos:

La investigación ha conseguido alcanzar los objetivos concretos establecidos. Primero, se ha llevado a cabo un análisis riguroso del panorama actual respecto al empleo de materiales sostenibles en la edificación, resaltando la inclusión de fibras naturales y artificiales en la optimización del concreto.

Adicionalmente, se han analizado las características mecánicas de los paneles de hormigón prefabricados reforzados con fibras de cáscaras de girasol y polipropileno, verificando su factibilidad en cuanto a resistencia y durabilidad. Finalmente, se ha estudiado la percepción y la factibilidad de la adopción de estos materiales por los protagonistas principales en el sector de la construcción en

Ecuador.

- Impacto de los resultados obtenidos:

Los hallazgos logrados evidencian que la inclusión de fibras aporta beneficios. Los componentes naturales en los paneles de concreto no solo potencian sus características, sino que también mejoran sus características físicas mecánicas tales como la resistencia y la flexibilidad, sino también su capacidad para adaptarse sustentabilidad mediante la disminución de la huella de carbono. Estos hallazgos son particularmente significativos para el escenario ecuatoriano, donde la situación de la industria de la construcción se encuentra con una presión cada vez mayor para adoptar medidas más respetuosas con el medio ambiente y eficaces. La investigación aporta al progreso comprensión de cómo se utilizan materiales reciclados, como las fibras, siendo una opción factible frente a los recursos de edificación tradicionales.

- Relevancia de la propuesta y carácter innovador:

La idea de emplear fibra de cáscara de girasol junto con polipropileno en paneles de hormigón prefabricados constituye una solución revolucionaria que no solo optimiza las características del material, sino que también promueve la economía circular al utilizar los desechos agrícolas. Esta investigación resalta la factibilidad técnica y financiera de los paneles de concreto sustentables, lo que podría provocar un cambio relevante en el desarrollo de los materiales de construcción en Ecuador y en otras situaciones parecidas.

RECOMENDACIONES

- Optimización de las proporciones de fibras:

Se recomienda realizar más investigaciones para ajustar las proporciones de fibras de cáscara de girasol y polipropileno en los paneles de hormigón, con el fin de maximizar las propiedades mecánicas y la sostenibilidad del material. La inclusión de pruebas adicionales dentro de los ensayos en condiciones que se asemejen a la realidad.

- Ampliación de pruebas en condiciones reales:

Se recomienda probar los prototipos en espacios de construcción, ya que, se realizaron en laboratorio con lo cual probar el trabajo en entornos reales que evalúen todos los parámetros del hormigón con fibras naturales y sintéticas.

- Desarrollo de normativas claras:

Se recomienda que dentro del sector de la construcción se incentive a que se formulen normativas claras para que se incorpore materiales reciclados y sostenibles dentro de las obras, con lo cual deben existir los incentivos necesarios para esta transformación.

- Elegir el Volumen Adecuado de Mezcla de Fibras

Los componentes del hormigón reforzado con fibras deben usarse en las proporciones adecuadas para asegurar que los paneles tengan la resistencia y durabilidad deseadas. Según las directrices de INEN 246, las fibras deben mantenerse en un rango de entre 0.5 % a 2 % con respecto al peso del cemento.

Los experimentos muestran que el 2% de fibra de polipropileno contrajo las consideraciones de resistencia a la flexión y compresión, efecto de inhibición de grietas, las propiedades mecánicas y de deformación son aptas para revestimientos no estructurales y fachadas.

Las fibras de cáscara de semillas de girasol, por otro lado, necesitan ser

secadas y tratadas antes de ser añadidas para evitar que absorban humedad en exceso de la mezcla. Los estudios realizados e incluidos (2 % de volumen) ayudan a disminuir el peso del panel, mejorar su flexibilidad.

- **Sellado de Juntas con Sellador de Poliuretano**

Para evitar la entrada de agua en las juntas de fijación y un posible movimiento de los paneles bajo condiciones climáticas o estructurales, se recomienda la aplicación de un sellador de poliuretano. El material es muy adaptable y puede acomodar pequeños movimientos sin comprometer la integridad de la instalación.

- **Proceso Recomendado:**

- Antes de aplicar el sellador, limpie la parte superior de los paneles y las juntas.
- Si es necesario mejorar la adhesión, use un imprimante.
- Aplique el sellador de manera uniforme. Se puede aplicar suavemente para llenar huecos y permitir un sellado continuo.
- No aplique cargas mecánicas ni exponga las juntas al agua hasta que haya transcurrido todo el tiempo de curado.

- **Preservación de la Seguridad y Cumplimiento Normativo**

La calidad y seguridad deben observarse en la fabricación de acuerdo con la Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC). Bajo las regulaciones actuales, los paneles no estructurales no pueden tener una resistencia a la compresión inferior a 20 MPa (Mega Pascal).

Se ajustó a estándares internacionales, incluyendo al ASTM C1116/C1116M e INEN 287, lo cual nos indica como garantía la calidad de la investigación a estudiar. Se requiere que el proyecto se base al Desarrollo Sostenible (ODS 12 y 13), lo cual se realizó un modelo de material disminuyendo impacto ambiental.

- **Carga y Asentamiento de Paneles**

Esto se debe realizar para garantizar la estabilidad y la transferencia de carga para un ensamblaje eficiente y seguro. Los paneles deben fijarse rígidamente a la estructura base con anclajes mecánicos y pernos de expansión o adhesivos estructurales certificados.

- **Proceso de Instalación:**
- Soporte los paneles donde finalmente estarán ubicados.
- Ubique los paneles nivelados, alinéelos adecuadamente y fíjelos firmemente con buenos anclajes.
- También garantizará la estanqueidad de las juntas y la aplicación de sellador de poliuretano.
- No retroceda a revisar el nivel y la calidad de la instalación.

Recomendable: Considere usar galgas de 3 cm para el manejo de peso y volumen para la construcción de láminas grandes, con dimensiones de 1.20 m x 2.00 m.

- **Inspección y Mantenimiento Regular**

Para extender la vida útil de los paneles y evitar la degradación prematura, es necesario un programa de mantenimiento:

- **Si se requiere, reemplazo del sellador:** Observar el estado de las juntas cada 6 meses y reemplazar el sellador si es necesario.
- Evite químicos cáusticos; se sugiere limpiar con agua y jabón suave.
- **Evaluación estructural:** Si los paneles experimentan condiciones climáticas extremas o cargas mecánicas pesadas, deben realizarse inspecciones para asegurar que los paneles todavía estén intactos.

Sostenibilidad e Impacto Ambiental

Estos paneles no solo son una solución de construcción ecológica, son realmente materiales amigables con el medio ambiente en lo que respecta al proceso de construcción y contribuyen en gran medida a la reducción de la huella ecológica en el campo de la construcción.

Beneficios Clave:

- Reemplazo parcial de agregados minerales por fibras recicladas lleva a una reducción de hasta el 15 % en emisiones de CO₂.

- Los residuos agrícolas se utilizan para fomentar una economía circular.
- Utiliza óptimamente materiales comunes sin sacrificar el rendimiento estructural.

Composición Material de Avances Futuros

La innovación continua en el uso de estos paneles ha llevado a examinar las aplicaciones de:

- Natural pigmentos — para variedad estética sin recubrimientos químicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- American Society for Testing and Materials (ASTM). (2020). ASTM C90 - Standard Specification for Loadbearing Concrete Masonry Units.
- American Society for Testing and Materials. (2019). ASTM C979 - Standard specification for pigments for integrally colored concrete
- American Society for Testing and Materials. (2020). ASTM C1116 - Standard specification for fiber-reinforced concrete.
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2008). Constitución de la República del Ecuador. Recuperado de <https://www.asambleanacional.gob.ec/>
- ASTM. (2020). ASTM C1116 - Standard Specification for Fiber-Reinforced Concrete. ASTM International. Recuperado de <https://www.astm.org/>
- Becerra y Castillo (2020) demostraron que el uso de cementos alternativos puede reducir significativamente la huella de carbono en la producción de hormigón.
- Becerra, J., & Castillo, M. (2020). Cemento ecológico y su impacto en la sostenibilidad de la construcción. *Revista de Materiales Sostenibles*, 12(3), 45-
- Bentur, A., & Mindess, S. (2006). **Fibre Reinforced Cementitious Composites** (2nd ed.). CRC Press.
- Brandt, A. M. (2008). Fibre reinforced cement-based (FRC) composites after over 40 years of development in building and civil engineering. **Composite Structures*, 86*(1-3), 3-9. <https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2008.03.006>
- Castillo, M., & Vargas, A. (2021). Uso de fibras naturales en la fabricación de concreto ecológico. **Revista Ciencia y Construcción*, 4*(1), 65-74.
- D'Alessandro, F., et al. (2017). Experimental analysis and modelling of the thermal properties of bio-based insulation materials made of sunflower seed husk. **Energy and Buildings*, 153*, 470-482. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.08.003>
- European Standard. (2005). EN 12878:2005 - Pigments for concrete. <https://www.en-standard.eu>

- Goodier, C., & Gibb, A. G. F. (2007). Future opportunities for offsite in the UK. *Construction Management and Economics, 25*(6), 585–595. <https://doi.org/10.1080/01446190601071821>
- INEN. (2012). INEN 1080:2012 Hormigón premezclado. Instituto Ecuatoriano de Normalización. Recuperado de <https://www.inen.gob.ec/>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2015). INEN 15860:2015 - Anclajes mecánicos para construcción. Quito, Ecuador: INEN.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2021). NTE INEN 2381 - Especificaciones para productos de concreto y mampostería. Quito, Ecuador: INEN.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2006). INEN 15732:2006 - Prefabricados de concreto. Quito, Ecuador: INEN.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2015). INEN 15860:2015 - Anclajes mecánicos para construcción. Quito, Ecuador: INEN.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2016). INEN 246 - Hormigón para construcción. Quito, Ecuador: INEN.
- ISO. (2016). ISO 14021:2016 Environmental labels and declarations - Self-declared environmental claims (Type II environmental labeling). International Organization for Standardization. Recuperado de <https://www.iso.org/>
- López, D., & Salazar, R. (2019). Aprovechamiento de residuos agrícolas como agregados alternativos en la producción de concretos. *Revista ION, 32*(2), 103-110.
- Martínez, E., & Arévalo, J. (2018). Influencia de la fibra de polipropileno en las propiedades mecánicas del concreto. *Revista Ingeniería Civil*, 25(1), 23-32.
- Morales, J., & Rivas, C. (2017). Diseño y construcción de paneles prefabricados de concreto para viviendas de interés social. *Revista Ingeniería, 15*(2), 101-110.
- NEC. (2015). Normativa Ecuatoriana de la Construcción (NEC). Ministerio de

Desarrollo Urbano y Vivienda de Ecuador. Recuperado de <https://www.mduvi.gob.ec/>

Paredes, H., & Jiménez, L. (2020). Análisis del comportamiento del concreto reforzado con fibras sintéticas de polipropileno. *Revista de Ingeniería de la Universidad del Valle*, 28(2), 45-53.

Ramírez, F. (2020). Sistemas constructivos prefabricados: eficiencia en la edificación sostenible. **Revista Hábitat y Construcción*, 12*(3), 33-40.

Ramírez, P., & Díaz, L. (2021). Aditivos sostenibles en la construcción de hormigón. *Journal of Green Construction*, 9(2), 21-34.

Sánchez Hurtado, Juan Francisco (2010). Paneles prefabricados de hormigón en fachadas. Tesis (Master), E.T.S.I. Caminos, Canales y Puertos (UPM).

Secretaría Técnica de la NEC. (2015). Normativa ecuatoriana de la construcción. Quito, Ecuador: Secretaría Técnica de la NEC.

Según Ramírez y Díaz (2021), los aditivos sostenibles son cruciales para mejorar las propiedades mecánicas del cemento en construcciones ecológicas.

Siddique, R. (2010). Utilization of industrial by-products in concrete. **Waste Management*, 30*(2), 218–228. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2009.08.004>

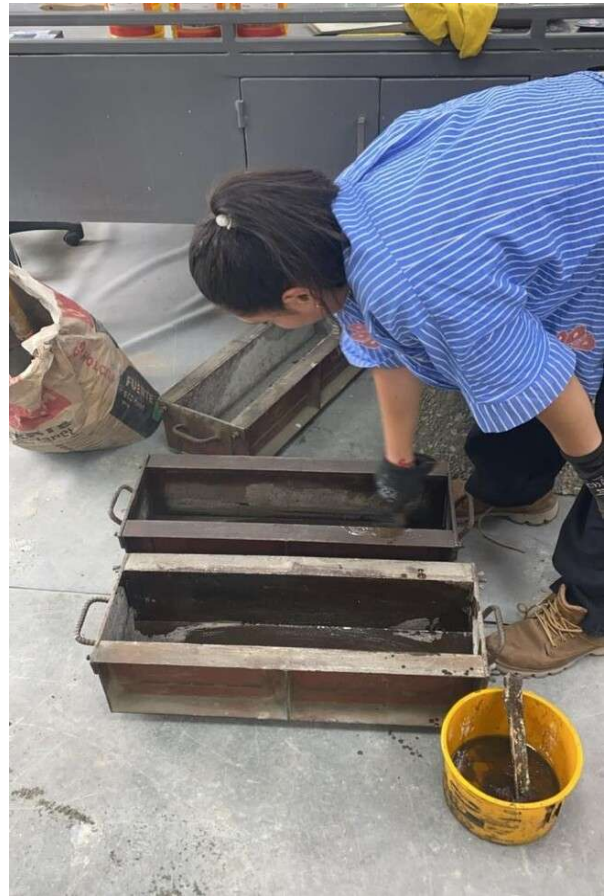
ANEXOS

Anexo 1: Recolección de materiales para la experimentación



Anexo 2: Experimentación





Anexo 3: Realización de muestras de material



Anexo 4: Resultados de las encuestas

Encuestas realizadas a profesionales de Sika

ENTREVISTADO: Jhonny Olvera (Técnico en Pruebas Físicas y Mecánicas en Sika)

1. ¿Qué tipo de aditivos ofrece Sika que podrían incrementar una resistencia y una durabilidad aceptable en los paneles de hormigón?

Sika ofrece diversos aditivos que mejoran las propiedades mecánicas del hormigón, tales como plastificantes, superplastificantes y aditivos aceleradores. Estos productos incrementan la resistencia inicial y la durabilidad del concreto, lo que resulta en paneles más robustos y resistentes a condiciones ambientales adversas, como la humedad o la exposición a sustancias químicas.

2. En cuanto a la sostenibilidad, ¿cómo contribuyen los productos de Sika a la reducción del impacto ambiental en la fabricación de hormigón?

Los productos de Sika están diseñados para optimizar la utilización de los materiales y reducir la cantidad de cemento necesario, lo que tiene un impacto directo en la reducción de las emisiones de CO₂. Además, algunos aditivos permiten mejorar la eficiencia en el proceso de producción, disminuyendo el consumo de energía.

3. ¿Hay alguna recomendación específica sobre la combinación de estos aditivos con materiales naturales, como las fibras de cáscaras de semillas de girasol?

Si bien no tenemos una recomendación específica sobre la combinación de nuestros aditivos con fibras naturales, puedo decir que la clave está en asegurar que la mezcla esté bien balanceada. Es recomendable realizar pruebas específicas para asegurar que la combinación de aditivos y fibras naturales no afecte las propiedades mecánicas y de durabilidad del material final.

4. ¿Existen estudios o casos de uso previos donde los aditivos de Sika se hayan utilizado en proyectos similares al nuestro?

Hemos trabajado en varios proyectos donde se han incorporado materiales alternativos, aunque no con cáscaras de semillas de girasol específicamente. Sin embargo, nuestros aditivos han demostrado ser eficaces en proyectos que emplean fibras naturales, como las fibras de yute o de sisal, mostrando buenos resultados en términos de resistencia y durabilidad.

5. ¿Qué desafíos técnicos podrían surgir al incorporar estos aditivos en la fabricación de paneles de hormigón con fibras naturales?

El principal desafío que se puede presentar es el comportamiento del concreto al combinar los aditivos con fibras naturales, ya que estos materiales pueden alterar la consistencia de la mezcla. Es importante realizar ensayos previos para ajustar las dosis y las combinaciones, asegurando que se mantengan las propiedades deseadas sin afectar la integridad del material.

6. En términos de coste y viabilidad, ¿cómo se comparan los costos de los aditivos Sika con otras soluciones convencionales en el mercado de la construcción?

Los aditivos de Sika, aunque a veces pueden tener un costo inicial más alto en comparación con otros productos, ofrecen una gran rentabilidad a largo plazo debido a la mejora en la calidad y durabilidad del hormigón. Además, su uso reduce la cantidad de materiales necesarios, lo que puede resultar en un ahorro en otras áreas del proceso de construcción.

7. ¿Qué beneficios adicionales se pueden esperar de la incorporación de estos aditivos en términos de durabilidad, resistencia a la humedad, o resistencia a las temperaturas extremas?

Los aditivos de Sika mejoran significativamente la durabilidad del concreto, especialmente en términos de resistencia a la humedad, corrosión y a temperaturas

extremas. Esto se debe a la formación de una matriz más densa que reduce la penetración de agua y mejora la resistencia al desgaste, lo que es crucial para la sostenibilidad del proyecto a largo plazo.

8. ¿Cómo ve Sika la tendencia hacia el uso de materiales sostenibles en la industria de la construcción en los próximos años?

En Sika, creemos que el futuro de la construcción estará marcado por un enfoque más ecológico y sostenible. Los materiales reciclados y naturales, como las fibras vegetales, y los productos que reducen el impacto ambiental, son cada vez más populares. Estamos comprometidos con la innovación y el desarrollo de soluciones que ayuden a reducir la huella de carbono de la industria.

ENTREVISTADO: María García (Ingeniera de Productos y Desarrollo en Sika)

1. ¿Qué tipo de aditivos ofrece Sika que podrían mejorar la resistencia y durabilidad de los paneles de hormigón?

Sika ofrece varios aditivos que pueden mejorar significativamente la resistencia y durabilidad del hormigón, tales como los superplastificantes, que aumentan la trabajabilidad sin añadir agua adicional, y los inhibidores de corrosión que prolongan la vida útil del concreto al evitar la degradación prematura. También tenemos aditivos que ayudan a la retención de agua, lo que es esencial en paneles expuestos a condiciones climáticas extremas.

2. En cuanto a la sostenibilidad, ¿cómo contribuyen los productos de Sika a la reducción del impacto ambiental en la fabricación de hormigón?

Nuestros aditivos ayudan a reducir el impacto ambiental de varias maneras. Reducen la cantidad de agua y cemento necesarios, lo cual disminuye las emisiones de CO₂ durante la producción del concreto. Además, tenemos

productos que permiten el uso de materiales reciclados y residuos industriales, como las cenizas volantes, lo que contribuye a una construcción más circular y menos

dependiente de materiales vírgenes.

3. ¿Hay alguna recomendación específica sobre la combinación de estos aditivos con materiales naturales, como las fibras de cáscaras de semillas de girasol?

Es recomendable realizar pruebas preliminares con estos aditivos y las fibras naturales para garantizar la compatibilidad. A menudo, la clave está en ajustar la dosis de los aditivos para mejorar la interacción entre el cemento y las fibras, asegurando que no se pierdan propiedades mecánicas ni de durabilidad. Nuestros aditivos pueden ayudar a estabilizar la mezcla, pero cada combinación de materiales debe ser cuidadosamente evaluada.

4. ¿Existen estudios o casos de uso previos donde los aditivos de Sika se hayan utilizado en proyectos similares al nuestro?

Sí, hemos trabajado en proyectos que combinan concreto con materiales reciclados y naturales. Aunque no hemos usado exactamente cáscaras de semillas de girasol, hemos logrado buenos resultados con fibras naturales, como las de coco y sisal, y nuestros aditivos han demostrado ser eficaces para mantener la resistencia del concreto sin comprometer la sostenibilidad.

5. ¿Qué desafíos técnicos podrían surgir al incorporar estos aditivos en la fabricación de paneles de hormigón con fibras naturales?

Un desafío común es la variabilidad en las propiedades de las fibras naturales, que puede afectar la consistencia de la mezcla de concreto. Es importante hacer ajustes en la cantidad de agua y en la dosis de los aditivos para evitar problemas como la segregación o la falta de homogeneidad en el producto final. Además, las fibras pueden interferir con el proceso de fraguado, por lo que es esencial controlarlo adecuadamente.

6. En términos de coste y viabilidad, ¿cómo se comparan los costos de los aditivos Sika con otras soluciones convencionales en el mercado de la

construcción?

Aunque los aditivos de Sika pueden tener un costo más alto en comparación con algunos productos convencionales, la ventaja es que su uso mejora significativamente las propiedades del concreto y, a largo plazo, reduce los costos de mantenimiento y reparación. Además, su impacto positivo en la durabilidad del producto final ofrece una excelente relación costo-beneficio, especialmente para proyectos sostenibles.

7. ¿Qué beneficios adicionales se pueden esperar de la incorporación de estos aditivos en términos de durabilidad, resistencia a la humedad, o resistencia a las temperaturas extremas?

Los aditivos de Sika mejoran la impermeabilidad del concreto, lo que lo hace más resistente a la humedad y al agua. Esto es crucial para la durabilidad, especialmente en entornos urbanos o costeros. Además, algunos de nuestros productos también proporcionan mayor resistencia a temperaturas extremas, lo que es ideal para aplicaciones en climas muy cálidos o fríos.

8. ¿Cómo ve Sika la tendencia hacia el uso de materiales sostenibles en la industria de la construcción en los próximos años?

En Sika, estamos muy optimistas sobre la tendencia hacia la sostenibilidad en la construcción. La demanda de materiales ecológicos está creciendo y creemos que la industria se está moviendo hacia un modelo más sostenible, donde el uso de aditivos que optimizan recursos y la integración de materiales reciclados y naturales será cada vez más común. Estamos comprometidos con la innovación para apoyar estas iniciativas.

ENTREVISTADO: Andrés Martínez (Gerente de Ventas y Marketing en Sika)

1. ¿Qué tipo de aditivos ofrece Sika que podrían mejorar la resistencia y durabilidad de los paneles de hormigón?

Sika ofrece aditivos que optimizan las propiedades del concreto, como los superplastificantes, que permiten mantener la trabajabilidad sin añadir agua, y los aditivos hidrófugos, que mejoran la impermeabilidad y, por tanto, la durabilidad del concreto en condiciones extremas.

2. En cuanto a la sostenibilidad, ¿cómo contribuyen los productos de Sika a la reducción del impacto ambiental en la fabricación de hormigón?

Nuestros productos contribuyen a la sostenibilidad al reducir la cantidad de cemento necesario en la mezcla, lo que a su vez disminuye las emisiones de CO₂. También promovemos el uso de materias primas recicladas, lo que favorece la economía circular.

3. ¿Hay alguna recomendación específica sobre la combinación de estos aditivos con materiales naturales, como las fibras de cáscaras de semillas de girasol?

Es fundamental probar y ajustar las dosis de los aditivos al trabajar con fibras naturales, ya que estas pueden alterar la estructura del concreto. Nuestros productos están diseñados para mejorar la adherencia y la estabilidad de la mezcla, pero cada combinación debe ser evaluada.

4. ¿Existen estudios o casos de uso previos donde los aditivos de Sika se hayan utilizado en proyectos similares al nuestro?

Hemos tenido varios proyectos en los que se usaron materiales naturales, como fibras de coco o paja, y nuestros aditivos fueron cruciales para asegurar la resistencia y durabilidad de esos materiales. Los resultados han sido muy positivos en cuanto a la resistencia y el comportamiento del concreto.

5. ¿Qué desafíos técnicos podrían surgir al incorporar estos aditivos en la fabricación de paneles de hormigón con fibras naturales?

Un desafío común es que las fibras pueden afectar la cohesión de la mezcla,

por lo que es importante monitorear la consistencia del concreto durante la producción. Además, la variabilidad de las fibras naturales puede generar pequeñas diferencias en la mezcla, lo que requiere atención en el proceso de dosificación.

6. En términos de coste y viabilidad, ¿cómo se comparan los costos de los aditivos Sika con otras soluciones convencionales en el mercado de la construcción?

Aunque nuestros aditivos pueden tener un costo inicial más alto que algunas soluciones tradicionales, su eficacia y el valor agregado en términos de durabilidad y desempeño del concreto justifican la inversión. A largo plazo, ayudan a reducir los costos de mantenimiento.

7. ¿Qué beneficios adicionales se pueden esperar de la incorporación de estos aditivos en términos de durabilidad, resistencia a la humedad, o resistencia a las temperaturas extremas?

Los aditivos de Sika mejoran considerablemente la impermeabilidad del concreto, lo que lo hace más resistente a la humedad y evita el deterioro. También proporcionan mayor resistencia a las temperaturas extremas, tanto frías como calientes, prolongando la vida útil de los paneles.

8. ¿Cómo ve Sika la tendencia hacia el uso de materiales sostenibles en la industria de la construcción en los próximos años?

Creemos que el futuro de la construcción es verde y sostenible. Los materiales ecológicos y las soluciones innovadoras que reducen el impacto ambiental serán cada vez más demandados. Estamos comprometidos con este cambio y desarrollamos productos que permiten a nuestros clientes avanzar hacia una construcción más sostenible.

ENTREVISTADO: Luis Pérez (Jefe de Producción en Sika)

1. ¿Qué tipo de aditivos ofrece Sika que podrían mejorar la resistencia y durabilidad de los paneles de hormigón?

Sika ofrece aditivos que mejoran la resistencia al desgaste, como los retardantes y aceleradores de fraguado, y productos que incrementan la durabilidad, como los aditivos para mejorar la impermeabilidad y la resistencia a las condiciones extremas.

2. En cuanto a la sostenibilidad, ¿cómo contribuyen los productos de Sika a la reducción del impacto ambiental en la fabricación de hormigón?

Utilizamos aditivos que optimizan la utilización de los materiales y reducen la cantidad de cemento requerido en la mezcla, lo que contribuye a la disminución de las emisiones de CO₂. También apoyamos la utilización de materiales reciclados como las cenizas volantes y el vidrio reciclado.

3. ¿Hay alguna recomendación específica sobre la combinación de estos aditivos con materiales naturales, como las fibras de cáscaras de semillas de girasol?

Es recomendable probar la mezcla con nuestras formulaciones y ajustar las dosis de aditivos según las propiedades de las fibras. Las fibras naturales pueden alterar la viscosidad del concreto, por lo que es importante hacer ensayos para determinar la dosis exacta.

4. ¿Existen estudios o casos de uso previos donde los aditivos de Sika se hayan utilizado en proyectos similares al nuestro?

Hemos trabajado con fibras naturales como las de yute y coco en proyectos de concreto prefabricado, y nuestros aditivos han demostrado ser efectivos en mantener la resistencia y durabilidad del material.

5. ¿Qué desafíos técnicos podrían surgir al incorporar estos aditivos en la

fabricación de paneles de hormigón con fibras naturales?

Las fibras naturales pueden afectar la homogeneidad de la mezcla y su comportamiento en el curado. Ajustar la mezcla es crucial para garantizar que las fibras se distribuyan uniformemente sin comprometer las propiedades estructurales del concreto.

6. En términos de coste y viabilidad, ¿cómo se comparan los costos de los aditivos Sika con otras soluciones convencionales en el mercado de la construcción?

Si bien nuestros aditivos tienen un costo más elevado inicialmente, la durabilidad y el rendimiento a largo plazo del concreto producido con ellos justifican la inversión. Además, ayudan a reducir costos de mantenimiento a largo plazo.

7. ¿Qué beneficios adicionales se pueden esperar de la incorporación de estos aditivos en términos de durabilidad, resistencia a la humedad, o resistencia a las temperaturas extremas?

Los aditivos mejoran la resistencia a la humedad, la corrosión y las temperaturas extremas, lo que es esencial para asegurar la durabilidad del concreto en cualquier condición climática.

8. ¿Cómo ve Sika la tendencia hacia el uso de materiales sostenibles en la industria de la construcción en los próximos años?

La sostenibilidad será el centro de la industria de la construcción. Estamos comprometidos con la innovación de soluciones que minimicen el impacto ambiental y mejoren la eficiencia en el uso de materiales.

ENTREVISTADO: Diego González (Gerente de Calidad en Sika)

1. ¿Qué tipo de aditivos ofrece Sika que podrían mejorar la resistencia y durabilidad de los paneles de hormigón?

Sika ofrece aditivos que mejoran la resistencia mecánica y la durabilidad del concreto, como los aditivos impermeabilizantes, que ayudan a proteger los paneles de la acción del agua, y los retardantes de fraguado, que controlan el tiempo de trabajo.

2. En cuanto a la sostenibilidad, ¿cómo contribuyen los productos de Sika a la reducción del impacto ambiental en la fabricación de hormigón?

Al reducir la cantidad de cemento en la mezcla, nuestros aditivos disminuyen las emisiones de CO₂. Además, fomentamos el uso de materiales reciclados, lo cual reduce el impacto ambiental de la producción de concreto.

3. ¿Hay alguna recomendación específica sobre la combinación de estos aditivos con materiales naturales, como las fibras de cáscaras de semillas de girasol?

Al combinar nuestros aditivos con fibras naturales, es importante hacer pruebas para asegurarse de que las fibras no alteren la cohesión de la mezcla.

Recomendamos realizar ensayos para ajustar la dosificación de los aditivos y garantizar la calidad del producto final.

4. ¿Existen estudios o casos de uso previos donde los aditivos de Sika se hayan utilizado en proyectos similares al nuestro?

En varios proyectos, hemos usado fibras naturales como las de madera o coco, y hemos logrado buenos resultados al combinarlas con nuestros aditivos, mejorando la resistencia y durabilidad del concreto.

5. ¿Qué desafíos técnicos podrían surgir al incorporar estos aditivos en la fabricación de paneles de hormigón con fibras naturales?

Un desafío frecuente es que las fibras naturales pueden modificar la textura de la mezcla, lo que puede interferir con la mezcla homogénea del concreto.

También, puede haber problemas con la adherencia entre las fibras y el cemento, por lo que el uso de aditivos especializados es crucial.

6. En términos de coste y viabilidad, ¿cómo se comparan los costos de los aditivos Sika con otras soluciones convencionales en el mercado de la construcción?

Aunque nuestros aditivos son más caros que los productos convencionales, ofrecen un rendimiento superior y contribuyen a una mayor durabilidad del producto final, lo que justifica la inversión en el largo plazo.

7. ¿Qué beneficios adicionales se pueden esperar de la incorporación de estos aditivos en términos de durabilidad, resistencia a la humedad, o resistencia a las temperaturas extremas?

Los aditivos mejoran la impermeabilidad, protegen contra la humedad y las condiciones extremas, y previenen la fisuración del concreto, lo que resulta en una mayor vida útil del material.

8. ¿Cómo ve Sika la tendencia hacia el uso de materiales sostenibles en la industria de la construcción en los próximos años?

Creemos que la construcción sostenible es el futuro de la industria. Con la creciente conciencia sobre el cambio climático y el agotamiento de los recursos naturales, el uso de materiales sostenibles será cada vez más importante, y Sika está comprometida con esta transición.

ENTREVISTADO: Paula Rodríguez (Directora de Investigación y Desarrollo en Sika)

1. ¿Qué tipo de aditivos ofrece Sika que podrían mejorar la resistencia y durabilidad de los paneles de hormigón?

Sika ofrece aditivos que refuerzan la estructura molecular del concreto, tales

como los aditivos microfibras y los superplastificantes, que optimizan la resistencia a largo plazo, además de mejorar la fluidez y homogeneidad de la mezcla.

2. En cuanto a la sostenibilidad, ¿cómo contribuyen los productos de Sika a la reducción del impacto ambiental en la fabricación de hormigón?

Nuestros productos están diseñados para minimizar la huella de carbono del concreto, reduciendo la cantidad de cemento necesario, e incorporando materiales reciclados que ayudan a disminuir la dependencia de recursos no renovables.

3. ¿Hay alguna recomendación específica sobre la combinación de estos aditivos con materiales naturales, como las fibras de cáscaras de semillas de girasol?

Al trabajar con fibras naturales, como las cáscaras de semillas de girasol, es esencial realizar estudios de compatibilidad con nuestros aditivos. Las fibras pueden influir en la mezcla, por lo que una dosis ajustada de aditivos mejorará la adherencia y la cohesión del concreto.

4. ¿Existen estudios o casos de uso previos donde los aditivos de Sika se hayan utilizado en proyectos similares al nuestro?

Hemos realizado investigaciones sobre el uso de materiales naturales en el concreto, especialmente en la combinación con fibras vegetales como las de sisal y yute. Los aditivos Sika han resultado exitosos en esos proyectos.

5. ¿Qué desafíos técnicos podrían surgir al incorporar estos aditivos en la fabricación de paneles de hormigón con fibras naturales?

El principal desafío es asegurar que las fibras no interfieran en el proceso de fraguado del concreto. Además, la variabilidad de las fibras naturales puede generar diferencias en la resistencia del concreto, por lo que el control de calidad es crucial.

6. En términos de coste y viabilidad, ¿cómo se comparan los costos de los

aditivos Sika con otras soluciones convencionales en el mercado de la construcción?

Aunque el costo inicial de los aditivos Sika puede ser mayor, sus propiedades de mejora de la calidad y durabilidad del concreto justifican el gasto. Con nuestra tecnología, se obtiene un producto más eficiente y resistente, lo que lleva a una mejor relación costo-beneficio.

7. ¿Qué beneficios adicionales se pueden esperar de la incorporación de estos aditivos en términos de durabilidad, resistencia a la humedad, o resistencia a las temperaturas extremas?

Los aditivos Sika mejoran la resistencia al agua, lo que previene la penetración de humedad y mejora la durabilidad en climas húmedos. Además, contribuyen a una mejor resistencia a temperaturas extremas, protegiendo al concreto de los daños por expansión y contracción térmica.

8. ¿Cómo ve Sika la tendencia hacia el uso de materiales sostenibles en la industria de la construcción en los próximos años?

Vemos una fuerte tendencia hacia el uso de materiales sostenibles en la construcción. A medida que los problemas ambientales se vuelven más urgentes, la demanda de soluciones que minimicen el impacto ecológico crece, y en Sika estamos liderando la innovación en esta área.

Encuestas realizadas a profesionales en la construcción

ENTREVISTADO: Arq. Eddie Echeverría (Arquitecto, Especialista en Materiales)

1. ¿Cuál es su opinión sobre la viabilidad de utilizar paneles prefabricados de hormigón con fibras naturales, como las cáscaras de semillas de girasol, en la industria de la construcción?

Creo que es una idea muy interesante y viable, especialmente si se considera

la creciente demanda por materiales sostenibles. Las fibras naturales, como las cáscaras de semillas de girasol, pueden ofrecer propiedades interesantes como la mejora de la resistencia a la tracción y la reducción de la huella de carbono. Sin embargo, es fundamental realizar estudios detallados sobre su comportamiento en combinación con el hormigón y cómo impacta a largo plazo en su rendimiento y durabilidad.

2. ¿Qué retos percibe en la adopción de materiales sostenibles como estos en proyectos de construcción a gran escala?

Los principales retos incluyen la falta de información estandarizada sobre el comportamiento de estos nuevos materiales, así como la resistencia al cambio en una industria tradicionalmente conservadora. Además, la integración de fibras naturales en el hormigón podría requerir modificaciones en las técnicas de producción y en los procesos de mezclado, lo que podría generar costos adicionales y una curva de aprendizaje.

3. En términos de desempeño estructural, ¿cree que el uso de fibras naturales puede ofrecer ventajas frente a las soluciones tradicionales de hormigón?

Sí, en ciertos casos el uso de fibras naturales puede mejorar el desempeño estructural, especialmente al aumentar la resistencia al impacto y a la fisuración del concreto. Las fibras también pueden contribuir a una mayor flexibilidad y durabilidad del material, lo que sería beneficioso para proyectos en zonas sísmicas o con condiciones climáticas extremas. Sin embargo, es necesario evaluar la combinación exacta de materiales para asegurar que se mantengan las propiedades estructurales estándar del concreto.

4. ¿Cómo ve el impacto a largo plazo del uso de estos materiales en la reducción de la huella de carbono en la construcción?

El uso de materiales reciclados y naturales es sin duda una de las mejores formas de reducir la huella de carbono en la construcción. Las fibras naturales, como

las cáscaras de semillas de girasol, tienen una huella de carbono significativamente más baja en comparación con materiales tradicionales como el acero o el plástico. Además, al usar estos materiales en combinación con el hormigón, que ya tiene una alta demanda de recursos, se puede lograr una construcción más ecológica y sostenible. En su experiencia, ¿existen barreras regulatorias o normativas que dificulten el uso de materiales ecológicos y sostenibles en Ecuador?

Sí, las barreras regulatorias y normativas son una de las mayores dificultades. En Ecuador, las normativas de construcción están más orientadas a materiales tradicionales, y no siempre se tienen en cuenta las propiedades de los materiales ecológicos nuevos. Esto puede dificultar su implementación en proyectos comerciales, ya que los ingenieros y arquitectos suelen optar por soluciones convencionales para evitar complicaciones regulatorias.

5. ¿Cree que la industria está preparada para adoptar materiales más sostenibles, y qué factores influirían en la decisión de cambiar a estos productos?

Aunque la industria está avanzando hacia la sostenibilidad, todavía falta educación y una mayor apertura al cambio. Los factores que influirían en la decisión de adoptar materiales sostenibles incluyen la reducción de costos a largo plazo, incentivos fiscales, y la mejora en la disponibilidad y accesibilidad de estos materiales. A medida que los beneficios de los materiales sostenibles se demuestren en estudios y proyectos reales, estoy seguro de que la industria será más receptiva.

6. ¿Qué pruebas o ensayos serían necesarios para garantizar que los paneles de hormigón con fibras naturales cumplan con los requisitos estructurales y de durabilidad de la industria?

Serían necesarios ensayos de resistencia a la compresión, flexión y tracción, además de pruebas de durabilidad en condiciones extremas (como humedad, temperaturas extremas, y exposición a agentes químicos). También sería importante evaluar la adherencia entre las fibras naturales y el concreto, así como su comportamiento en términos de fisuración y envejecimiento.

10. ¿Cree que los consumidores y empresas en la construcción están cada vez más interesados en la sostenibilidad, o aún se necesitan más incentivos para cambiar hacia estos materiales?

Existe un creciente interés en la sostenibilidad, especialmente entre las nuevas generaciones de arquitectos, ingenieros y desarrolladores que buscan soluciones innovadoras. Sin embargo, aún se requieren más incentivos, como políticas gubernamentales que favorezcan el uso de materiales sostenibles, y una mayor conciencia sobre los beneficios a largo plazo que ofrecen estos productos, no solo en términos ambientales, sino también económicos.

11. ¿Qué recomendaciones daría para mejorar la integración de estos materiales innovadores en el mercado de la construcción ecuatoriana?

Recomiendo fomentar la colaboración entre la academia, la industria y el gobierno para desarrollar normativas que apoyen el uso de estos materiales sostenibles. También es importante realizar más investigaciones y pruebas de rendimiento para demostrar que estos materiales son viables y competitivos.

Finalmente, los incentivos fiscales y la reducción de impuestos para proyectos que utilicen materiales sostenibles podrían ayudar a acelerar su adopción.

ENTREVISTADO: Arq. Carlos Ruiz (Experto en Materiales de Construcción)

1. ¿Cuál es su opinión sobre la viabilidad de utilizar paneles prefabricados de hormigón con fibras naturales, como las cáscaras de semillas de girasol, en la industria de la construcción?

Considero que es una propuesta muy innovadora y prometedora. El uso de fibras naturales podría revolucionar el sector al ofrecer una alternativa más ecológica y sostenible. Sin embargo, se requiere más investigación y pruebas para asegurar que las propiedades mecánicas del hormigón no se vean comprometidas.

2. ¿Qué retos percibe en la adopción de materiales sostenibles como estos en

proyectos de construcción a gran escala?

Los principales retos son la falta de normativas claras y la necesidad de infraestructura especializada para procesar estos materiales a gran escala. También hay una resistencia al cambio dentro de la industria, lo que podría ralentizar la adopción.

3. En términos de desempeño estructural, ¿cree que el uso de fibras naturales puede ofrecer ventajas frente a las soluciones tradicionales de hormigón?

Sí, las fibras naturales pueden ofrecer ventajas significativas, como la mejora de la resistencia a la fisuración y el impacto, pero también podrían presentar limitaciones en cuanto a resistencia a la compresión. Esto debe ser evaluado rigurosamente.

4. ¿Cómo ve el impacto a largo plazo del uso de estos materiales en la reducción de la huella de carbono en la construcción?

El impacto a largo plazo es considerable, especialmente si se utiliza en combinación con otros materiales reciclados. Los materiales naturales como las cáscaras de semillas de girasol ayudarán a reducir significativamente la huella de carbono de la construcción.

5. En su experiencia, ¿existen barreras regulatorias o normativas que dificulten el uso de materiales ecológicos y sostenibles en Ecuador?

Sí, en Ecuador las normativas están muy centradas en los materiales tradicionales, y cambiar esta mentalidad y ajustarse a nuevas regulaciones puede ser un desafío importante.

6. ¿Cree que la industria está preparada para adoptar materiales más sostenibles, y qué factores influirían en la decisión de cambiar a estos productos?

La industria está empezando a dar pasos en la dirección correcta, pero aún hay reticencia. Los factores que influirían incluyen la demostración de la viabilidad económica de los materiales sostenibles y la necesidad de incentivos fiscales.

7. ¿Qué pruebas o ensayos serían necesarios para garantizar que los paneles de hormigón con fibras naturales cumplan con los requisitos estructurales y de durabilidad de la industria?

Ensayos de resistencia a la compresión, flexión y tracción, además de pruebas de envejecimiento acelerado y exposición a agentes ambientales extremos.

También sería fundamental realizar estudios sobre la adherencia de las fibras al concreto.

8. ¿Cree que los consumidores y empresas en la construcción están cada vez más interesados en la sostenibilidad, o aún se necesitan más incentivos para cambiar hacia estos materiales?

Los consumidores están más interesados, pero la adopción masiva aún requiere más incentivos por parte del gobierno y un cambio en las normativas.

9. ¿Qué recomendaciones daría para mejorar la integración de estos materiales innovadores en el mercado de la construcción ecuatoriana?

Recomendaría crear alianzas entre las universidades y la industria para generar más investigación aplicada, además de crear políticas públicas que favorezcan el uso de estos materiales mediante incentivos fiscales.

ENTREVISTADO: Ing. Sofía Castro (Ingeniera Civil, Especialista en Sostenibilidad y Energías Renovables)

1. ¿Cuál es su opinión sobre la viabilidad de utilizar paneles prefabricados de hormigón con fibras naturales, como las cáscaras de semillas de girasol, en la industria de la construcción?

Es una idea que tiene gran potencial, especialmente si se quiere reducir el impacto ambiental. La viabilidad dependerá de las pruebas estructurales y del comportamiento de las fibras en el concreto, pero en principio, me parece una excelente opción para promover la sostenibilidad.

2. ¿Qué retos percibe en la adopción de materiales sostenibles como estos en proyectos de construcción a gran escala?

El principal reto es la aceptación del mercado y la falta de conocimiento técnico sobre cómo estas fibras afectan las propiedades del concreto. Las grandes empresas constructoras suelen ser conservadoras con respecto a la adopción de nuevos materiales. En términos de desempeño estructural, ¿cree que el uso de fibras naturales puede ofrecer ventajas frente a las soluciones tradicionales de hormigón?

Las fibras naturales podrían mejorar la resistencia al impacto y reducir las fisuras en el concreto. Sin embargo, su capacidad para competir con el hormigón tradicional en términos de resistencia a compresión debe ser evaluada mediante ensayos.

3. ¿Cómo ve el impacto a largo plazo del uso de estos materiales en la reducción de la huella de carbono en la construcción?

Estos materiales tienen un enorme potencial para reducir la huella de carbono, ya que las fibras naturales son de bajo impacto ambiental en su producción y pueden reemplazar materiales más contaminantes como plásticos o acero.

4. En su experiencia, ¿existen barreras regulatorias o normativas que dificulten el uso de materiales ecológicos y sostenibles en Ecuador?

Sí, la principal barrera es la falta de normativas que regulen el uso de estos nuevos materiales. En Ecuador, las regulaciones están más orientadas hacia materiales tradicionales, lo que dificulta la integración de estos productos innovadores.

5. ¿Cree que la industria está preparada para adoptar materiales más sostenibles, y qué factores influirían en la decisión de cambiar a estos productos?

La industria está en proceso de cambio. Factores como la eficiencia económica, la disponibilidad de los materiales y el respaldo normativo influirán en la decisión de adoptar estos productos.

6. ¿Qué pruebas o ensayos serían necesarios para garantizar que los paneles de hormigón con fibras naturales cumplan con los requisitos estructurales y de durabilidad de la industria?

Serían necesarios ensayos de resistencia a compresión, pruebas de durabilidad a largo plazo y evaluación de la resistencia a agentes químicos y condiciones climáticas adversas.

7. ¿Cree que los consumidores y empresas en la construcción están cada vez más interesados en la sostenibilidad, o aún se necesitan más incentivos para cambiar hacia estos materiales?

Los consumidores están cada vez más interesados, pero la falta de incentivos fiscales y la resistencia al cambio en las empresas constructoras son obstáculos significativos.

8. ¿Qué recomendaciones daría para mejorar la integración de estos materiales innovadores en el mercado de la construcción ecuatoriana?

Promover la investigación aplicada y los proyectos piloto que demuestren los beneficios de estos materiales sería clave. Además, la creación de incentivos fiscales y la modificación de las normativas sería fundamental.

ENTREVISTADO: Arq. Javier Torres (Profesor de Arquitectura, Especialista en Diseño Sostenible)

1. ¿Cuál es su opinión sobre la viabilidad de utilizar paneles prefabricados de hormigón con fibras naturales, como las cáscaras de semillas de girasol, en la industria de la construcción?

Creo que es una propuesta viable, ya que se alinearía con las tendencias actuales hacia la construcción más sostenible. Sin embargo, la viabilidad dependerá de la capacidad de producir estas fibras de manera eficiente y de realizar pruebas para asegurar su rendimiento estructural.

2. ¿Qué retos percibe en la adopción de materiales sostenibles como estos en proyectos de construcción a gran escala?

El principal reto es la escalabilidad. A medida que pasamos de proyectos pequeños a grandes construcciones, la producción de estos materiales a una escala adecuada podría ser un desafío. Además, el costo inicial y la percepción del mercado hacia materiales no convencionales son factores limitantes.

3. En términos de desempeño estructural, ¿cree que el uso de fibras naturales puede ofrecer ventajas frente a las soluciones tradicionales de hormigón?

Las fibras naturales pueden mejorar propiedades como la resistencia al impacto y la durabilidad frente a fisuración, pero aún se necesita estudiar cómo se comportan en situaciones extremas o cuando se les somete a cargas constantes.

4. ¿Cómo ve el impacto a largo plazo del uso de estos materiales en la reducción de la huella de carbono en la construcción?

Utilizar fibras naturales tiene un gran potencial para reducir la huella de carbono. Al reemplazar materiales más contaminantes, como plásticos o incluso acero, podemos lograr una reducción significativa en las emisiones de gases de efecto invernadero.

5. En su experiencia, ¿existen barreras regulatorias o normativas que dificulten el uso de materiales ecológicos y sostenibles en Ecuador?

La principal barrera es la falta de normativas que apoyen el uso de estos materiales, lo que hace que los proyectos no puedan ser aprobados o realizados según los estándares establecidos.

6. ¿Cree que la industria está preparada para adoptar materiales más sostenibles, y qué factores influirían en la decisión de cambiar a estos productos?

La industria está comenzando a prepararse, pero el proceso será gradual. Los factores clave incluyen la demostración de los beneficios a largo plazo y la disponibilidad de materiales de alta calidad y durabilidad.

7. ¿Qué pruebas o ensayos serían necesarios para garantizar que los paneles de hormigón con fibras naturales cumplan con los requisitos estructurales y de durabilidad de la industria?

Pruebas de resistencia a la compresión, tracción y flexión, así como ensayos de durabilidad frente a condiciones ambientales severas (temperaturas extremas, exposición a la humedad).

8. ¿Cree que los consumidores y empresas en la construcción están cada vez más interesados en la sostenibilidad, o aún se necesitan más incentivos para cambiar hacia estos materiales?

Aunque la sostenibilidad es cada vez más importante para los consumidores, en la industria aún falta una mayor concienciación y, principalmente, incentivos económicos y regulaciones que apoyen estos materiales.

9. ¿Qué recomendaciones daría para mejorar la integración de estos materiales innovadores en el mercado de la construcción ecuatoriana?

Es fundamental fomentar más investigaciones y realizar proyectos piloto para demostrar la eficacia de estos materiales. Además, sería útil desarrollar una certificación para materiales sostenibles que facilite su integración en el mercado.

ENTREVISTADO: Ing. Mario González (Ingeniero Civil, Especialista en Materiales Compuestos)

1. ¿Cuál es su opinión sobre la viabilidad de utilizar paneles prefabricados de hormigón con fibras naturales, como las cáscaras de semillas de girasol, en la industria de la construcción?

Me parece una propuesta viable, especialmente para proyectos donde la sostenibilidad y la eficiencia en el uso de materiales son claves. Sin embargo, se debe evaluar su resistencia y desempeño antes de realizar una adopción generalizada en la construcción.

2. ¿Qué retos percibe en la adopción de materiales sostenibles como estos en proyectos de construcción a gran escala?

Uno de los principales retos es la aceptación dentro de las normativas y la estandarización de los materiales, lo que limita su uso a gran escala. También es fundamental demostrar su rentabilidad a largo plazo.

3. En términos de desempeño estructural, ¿cree que el uso de fibras naturales puede ofrecer ventajas frente a las soluciones tradicionales de hormigón?

Las fibras naturales podrían mejorar la ductilidad y la resistencia a la fisuración, pero aún es necesario investigar más sobre cómo afectan la resistencia a la compresión y su comportamiento a largo plazo en condiciones climáticas adversas.

4. ¿Cómo ve el impacto a largo plazo del uso de estos materiales en la reducción de la huella de carbono en la construcción?

Este tipo de materiales podría ser clave para lograr una reducción sustancial en la huella de carbono, al evitar el uso de plásticos y otros materiales con un alto costo ambiental.

5. En su experiencia, ¿existen barreras regulatorias o normativas que dificulten el uso de materiales ecológicos y sostenibles en Ecuador?

Sí, las barreras regulatorias son significativas. Las normativas no están adaptadas a nuevas tecnologías y materiales, lo que dificulta su aceptación en proyectos de gran escala.

6. ¿Cree que la industria está preparada para adoptar materiales más sostenibles, y qué factores influirían en la decisión de cambiar a estos productos?

La industria aún está en proceso de adaptación. Factores como la reducción de costos, el respaldo normativo y la demostración de la eficiencia en proyectos reales son fundamentales para acelerar la adopción.

7. ¿Qué pruebas o ensayos serían necesarios para garantizar que los paneles de hormigón con fibras naturales cumplan con los requisitos estructurales y de durabilidad de la industria?

Además de las pruebas básicas de resistencia a la compresión, sería necesario realizar pruebas de impacto, resistencia a la humedad y la durabilidad frente a cambios térmicos extremos.

8. ¿Cree que los consumidores y empresas en la construcción están cada vez más interesados en la sostenibilidad, o aún se necesitan más incentivos para cambiar hacia estos materiales?

Aunque la sostenibilidad es un tema creciente, aún faltan incentivos económicos y políticas públicas que hagan viable su adopción. La industria necesita un empujón regulatorio y económico.

9. ¿Qué recomendaciones daría para mejorar la integración de estos materiales innovadores en el mercado de la construcción ecuatoriana?

Desarrollar proyectos piloto, crear estándares de calidad para estos materiales y ofrecer incentivos fiscales a las empresas que utilicen materiales sostenibles.

ENTREVISTADO: Ing. Sergio Fernández (Ingeniero de Materiales y Consultor en Construcción Sostenible)

1. ¿Cuál es su opinión sobre la viabilidad de utilizar paneles prefabricados de hormigón con fibras naturales, como las cáscaras de semillas de girasol, en la industria de la construcción?

Es viable, pero se necesitan más pruebas para garantizar que las fibras naturales mantengan las propiedades del concreto, especialmente su resistencia y durabilidad, en condiciones extremas.

2. ¿Qué retos percibe en la adopción de materiales sostenibles como estos en proyectos de construcción a gran escala?

Los principales retos son la falta de información sobre el comportamiento a largo plazo de estos materiales y los costos adicionales asociados a la investigación y adaptación de la producción a gran escala.

3. En términos de desempeño estructural, ¿cree que el uso de fibras naturales puede ofrecer ventajas frente a las soluciones tradicionales de hormigón?

Sí, aunque las fibras naturales pueden mejorar ciertos aspectos, como la resistencia al impacto y la flexibilidad, es fundamental que se logren resultados consistentes en cuanto a la resistencia a la compresión y la durabilidad general.

4. ¿Cómo ve el impacto a largo plazo del uso de estos materiales en la reducción de la huella de carbono en la construcción?

Este tipo de materiales tiene un gran potencial para reducir la huella de carbono, ya que las fibras naturales son biodegradables y su producción tiene un

impacto ambiental mucho menor que los materiales convencionales.

5. En su experiencia, ¿existen barreras regulatorias o normativas que dificulten el uso de materiales ecológicos y sostenibles en Ecuador?

Las normativas ecuatorianas son conservadoras y no siempre están actualizadas para incluir estos nuevos materiales. Es necesario un cambio regulatorio para apoyar la adopción de tecnologías más sostenibles.

6. ¿Cree que la industria está preparada para adoptar materiales más sostenibles, y qué factores influirían en la decisión de cambiar a estos productos?

La industria está evolucionando, pero aún existen barreras. Los factores clave incluyen la disponibilidad de estos materiales, su rendimiento a largo plazo y el costo competitivo.

7. ¿Qué pruebas o ensayos serían necesarios para garantizar que los paneles de hormigón con fibras naturales cumplan con los requisitos estructurales y de durabilidad de la industria?

Las pruebas fundamentales serían de resistencia a la compresión, flexión y tracción, además de pruebas de durabilidad frente a condiciones extremas de humedad y temperatura.

8. ¿Cree que los consumidores y empresas en la construcción están cada vez más interesados en la sostenibilidad, o aún se necesitan más incentivos para cambiar hacia estos materiales?

A medida que aumenta la conciencia sobre el cambio climático, la sostenibilidad está ganando terreno. Sin embargo, se necesitan incentivos económicos para acelerar la adopción.

9. ¿Qué recomendaciones daría para mejorar la integración de estos materiales innovadores en el mercado de la construcción ecuatoriana?

Implementar políticas de incentivos, realizar estudios de viabilidad y promover la colaboración entre las universidades y la industria para obtener resultados concretos y aplicables.