

FACULTAD DE INGENIERÍA



Carrera de Ingeniería Civil

“LA INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRA DE COCO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL MORTERO, CIUDAD DE LIMA, AÑO 2020.”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Bach. Luis Angel Gutierrez Espinoza

Asesor:

Ing. César Manuel Guardia Calixtro

Lima - Perú

2021

DEDICATORIA

A mis padres por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; muchos de mis logros se los debo a ustedes entre los que se le incluye la actual investigación. Me formaron con reglas y con algunas libertades, pero al final de cuentas, me motivaron constantemente para alcanzar mis anhelos.

AGRADECIMIENTO

El cariño recibido y la paciencia con la que cada día se preocupaban mis padres por el avance y desarrollo de esta tesis, es simplemente único y se refleja en la vida de un hijo.

Agradezco a la vida, el permitirme tener y disfrutar de mi familia. No ha sido sencillo todo este camino, pero reitero las gracias a sus aportes, a su amor, a su inmensa bondad y apoyo.

Contenido

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS.....	6
ÍNDICE DE FIGURAS.....	8
ÍNDICE DE ECUACIONES	10
RESUMEN.....	11
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	15
1.1. Realidad problemática	15
1.2. Formulación del problema.....	22
1.2.1. Problema principal	22
1.2.2. Problemas específicos	22
1.3. Objetivos.....	22
1.3.1. Objetivo general	22
1.3.2. Objetivos específicos.....	22
1.4. Hipótesis	23
1.4.1. Hipótesis general.....	23
1.4.2. Hipótesis específicas	23
1.5. Justificación e importancia del estudio.....	23
1.6. Delimitación del problema	25
1.7. Revisión de Literatura	26
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	40
2.1. Variables.....	40
2.2. Operacionalización Variables.....	45
2.3. Tipos de investigación	46
2.4. Diseño y alcance de investigación.....	47
2.5. Población, muestra y muestreo (Materiales, instrumentos y métodos)	48
2.6. Procedimientos, técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.....	51
2.7. Análisis estadístico	70
CAPÍTULO III. RESULTADOS.....	75
3.1. Fluidez del mortero.....	75
3.2. Peso Unitario del mortero.....	75
3.3. Compresión diagonal en muretes	76
3.4. Compresión de cubos.....	76
3.5. Flexión de prismas	77
3.6. Normalización de la influencia de las variables	77

3.7. Prueba de hipótesis para el ensayo de fluidez	79
3.8. Prueba de hipótesis para el Peso Unitario Compactado del agregado fino	81
3.9. Prueba de hipótesis para el peso Unitario Suelto	83
3.10. Prueba de hipótesis para el Esfuerzo a Compresión.....	85
3.11. Prueba de hipótesis para el Esfuerzo a la resistencia a la Flexión (7 días de curado)	87
3.12. Prueba de hipótesis para el Esfuerzo a la resistencia a la Flexión (14 días de curado)	89
3.13. Prueba de hipótesis para el Esfuerzo a la resistencia a la Flexión (28 días de curado)	91
3.14. Prueba de hipótesis para Esfuerzo a Compresión Diagonal de Muretes con mortero.	94
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	97
4.1. Discusión	97
4.2. Conclusiones.....	100
4.3. Recomendaciones	104
REFERENCIAS.....	105
ANEXOS.....	108

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Fluidez recomendada del mortero para diversos tipos de estructura y condiciones de colocación	34
Tabla 2	Operacionalización de variables dependientes e independientes.	45
Tabla 3	Mezclas para ensayos de Fluidez y Peso Unitario del agregado fino del mortero.	49
Tabla 4	Mezclas para ensayos de compresión axial de cubos, compresión diagonal de muretes y flexión de prismas.....	49
Tabla 5	Instrumentos de recolección	51
Tabla 6	Tamices para Agregado Fino.....	54
Tabla 7	Límites de gradación de agregado fino.....	54
Tabla 8	Matriz para Peso Unitario de agregados.....	69
Tabla 9	Terminología de mezclas	69
Tabla 10	Resistencia a la compresión diagonal de muretes con y sin fibras de estopa de coco a los 28 días.....	70
Tabla 11	Resistencia a la compresión de cubos con y sin fibras de estopa de coco a los 28 días	71
Tabla 12	Resistencia a la flexión en prismas con y sin fibras de estopa de coco a los 7, 14 y 28 días.....	72
Tabla 13	Promedio de resistencia a la flexión en prismas con y sin fibras de estopa de coco a los 7, 14 y 28 días.....	72
Tabla 14	Fluidez del mortero con y sin adición de fibras de estopa de coco.....	73
Tabla 15	Peso Unitario del agregado fino del mortero con y sin adición de fibras de estopa de coco.....	73
Tabla 16	Cuadro de propiedades físicas y mecánicas del mortero.....	77
Tabla 17	Cuadro de ANOVA – Fluidez.....	80
Tabla 18	Coefficientes	80
Tabla 19	Resumen del modelo.....	80
Tabla 20	Cuadro de ANOVA – Peso Unitario Compactado del agregado fino.....	82
Tabla 21	Coefficientes	82
Tabla 22	Resumen del modelo.....	82
Tabla 23	Cuadro de ANOVA – Peso Unitario Suelto del agregado fino.....	83
Tabla 24	Coefficientes	84
Tabla 25	Resumen del modelo.....	84
Tabla 26	Cuadro de ANOVA – Resistencia a la compresión de cubos.....	86
Tabla 27	Coefficientes	86
Tabla 28	Resumen del modelo.....	86
Tabla 29	Cuadro de ANOVA – Resistencia a la flexión (7 días).....	88
Tabla 30	Coefficientes	88
Tabla 31	Resumen del modelo.....	88
Tabla 32	Cuadro de ANOVA – Resistencia a la flexión (14 días).....	90
Tabla 33	Coefficientes	91
Tabla 34	Cuadro de ANOVA – Resistencia a la flexión (28 días).....	92

Tabla 35 Resumen del modelo.....	93
Tabla 36 Coeficientes	93
Tabla 37 Cuadro de ANOVA – Esfuerzo cortante diagonal.....	95
Tabla 38 Resumen del modelo.....	95
Tabla 39 Coeficientes	95

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Perú: coco cáscara por región según variables productivas, 2015-2016.....	16
Figura 2. Volumen de producción de Coco (TM) a Nivel Mundial.	17
Figura 3. Gasto en I + D a nivel de Alianza del Pacífico (% del PBI) Censo Nacional de investigación y Desarrollo 2016.....	19
Figura 4. Estudio de viviendas de mala calidad a nivel de Latino América.	20
Figura 5. Partes del Coco	36
Figura 6. (a) y (b) Obtención de la estopa de coco, proveniente de Morropón – Piura.	50
Figura 7. (a) Proceso de limpieza de polvillo de la fibra de estopa de coco, (b) Obtención de fibra de estopa de coco.	52
Figura 8. (a) Esparcido de la fibra de estopa de coco obtenida, (b) Preparación de la solución de cal 10 g /L.	52
Figura 9. (a) Proceso de sumergido y limpieza de impurezas de la fibra de estopa obtenida, (b) Esparcimiento de fibra para el secado al natural.....	53
Figura 10. Corte de fibra de estopa de coco, de acuerdo a las longitudes requeridas.	53
Figura 11. Uso granulométrico de agregado fino	55
Figura 12. Elaboración de mezcla de mortero para la realización del ensayo de fluidez.	62
Figura 13. (a) vertido de la mezcla de mortero en el molde; (b) apisonamiento de las capas de mortero; (c) nivelado de la mezcla.....	64
Figura 14. (a) Elaboración de la mezcla de mortero con y sin fibra de estopa de coco; (b) Colocación de las mezclas de mortero en moldes para prismas (40mm*40mm*160mm).....	66
Figura 15. (a) Culminación de la elaboración de los prismas de mortero; (b) Colocación de las mezclas de mortero en moldes.	66
Figura 16. (a) Elaboración de cama de mortero para la unidad de albañilería en contacto con la escuadra de carga; (b) Asentado de ladrillo para elaboración de muretes.	68
Figura 17. (a) Revisión de alineado de ladrillos con nivel de mano; (b) Finalizado del asentado de ladrillos para murete (0.60m*0.60m).	68
Figura 18. Resultados comparativos de la fluidez de mortero con incorporación de fibra de estopa de coco de 1 cm y 2 cm de longitud., respecto a la fluidez de la mezcla convencional.....	75

Figura 19. Resultados comparativos del peso unitario del agregado fino del mortero con incorporación de fibra de estopa de coco de 1 cm y 2 cm de longitud., respecto a la mezcla convencional.	75
Figura 20. Resultados comparativos del esfuerzo cortante diagonal de morteros en muretes con incorporación de fibra de estopa de coco de 1 cm y 2 cm de longitud.	76
Figura 21. Resultados comparativos de la resistencia a la compresión axial de cubos de mortero con incorporación de fibra de estopa de coco de 1 cm y 2 cm de longitud, respecto a los cubos, hechos a base de mortero convencional.	76
Figura 22. Resulta dos comparativos del esfuerzo cortante diagonal de morteros en muretes con incorporación de fibra de estopa de coco de 1 cm y 2 cm de longitud.....	77
Figura 23. Fluidez	79
Figura 24. Peso unitario compactado.....	81
Figura 25. Peso Unitario suelto.....	83
Figura 26. Resistencia compresión Kg/cm ²	85
Figura 27. Agregado de fibras de coco	87
Figura 28. Resistencia a la Flexión	90
Figura 29. Resistencia a la Flexión	92
Figura 30. Esfuerzo cortante diagonal	94

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Contenido de humedad expresado en %.	56
Ecuación 2. Contenido de humedad expresado en %.	57
Ecuación 3. Densidad de masa del agregado	59
Ecuación 4. Fluidez del mortero	61
Ecuación 5. Resistencia a la compresión	62
Ecuación 6. Resistencia a la flexión	64
Ecuación 7. Resistencia a esfuerzos cortantes	67

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se da a conocer la influencia en las propiedades físicas y mecánicas del mortero al aplicarle un porcentaje fijo de fibra de estopa de coco de 2 longitudes distintas, basándose en el peso del agregado fino que se requiera en la mezcla. La proporción que se empleó, para esta investigación fue de 1 de cemento: 2.98 de arena con una relación de agua/cemento 0.56.

Para la elaboración del mortero, se utilizó agregado fino proveniente de las canteras de UNICON, Cemento SOL Portland Tipo I y agua potable procedente de la red del Laboratorio N°1 de Ensayo de Materiales “Ing. Manuel Gonzales de la Cotera”, ubicado en el campus de la Universidad Nacional de Ingeniería. Así mismo, se realizaron los ensayos correspondientes a los agregados para el diseño de mezcla.

En las mezclas se adicionó un porcentaje fijo de 0.5% de fibra de estopa de coco de 1cm y 2cm, basándose en el peso del agregado fino; se realizaron ensayos fluidez, peso unitario del agregado fino, compresión axial de cubos, compresión diagonal en muretes, esfuerzos de flexión en prismas, aplicándose la norma NTP 334.057:2019, NTP 400.017:2020, NTP 334.051:2019, NTP 399.621:2004 y NTP 334.120:2016 respectivamente.

Culminado los ensayos se pudo concluir que la fibra de estopa de coco, si influye en el mortero convencional, afectando de manera adversa como favorable. La trabajabilidad del mortero con adición de fibras de coco, se vió reducida en 36.07% y 47.15%, debido a que la fibra tiende a absorber agua. En el Peso Unitario del agregado fino del mortero, es favorecido, ya que, la fibra no tiende a aumentar peso por tratarse de un material sumamente liviano. Por otro lado, el resultado en los ensayos de compresión diagonal de murete con adición de fibra de longitud de 1cm y 2cm, se ven reducidos a 81.25% y 75%, respecto al patrón. Dándose de la misma forma en la resistencia a la compresión de cubos de mortero, debido a fallas internas

producidas por una mala compactación en la mezcla, haciendo que el mortero con adición de fibra de 1 cm y 2 cm posea una inferioridad de un 42.23% y 21.14% respecto al patrón. Cabe mencionar que las fibras entre más longitud tenían, la disminución del agrietamiento se hacía notable. Finalmente, la resistencia a la flexión, el favorecimiento se apreciaba al aumentar la longitud de la fibra, debido a la cohesión generada en la mezcla.

Por lo tanto, se concluye que la adición de fibra de estopa de coco, si influyó en las propiedades físicas y mecánicas del mortero convencional, tanto como, de manera favorable o viceversa.

Palabras clave: Fibra de estopa de coco, mortero convencional, mortero reforzado con fibra, propiedades físicas, propiedades mecánicas.

ABSTRACT

In the present research work, the influence on the physical and mechanical properties of the mortar is disclosed by applying a fixed percentage of coconut tow fiber of 2 different lengths, based on the weight of the fine aggregate that is required in the mixture. The proportion used for this research was 1 cement: 2.98 sand with a water / cement ratio 0.56.

For the preparation of the mortar, fine aggregate from the UNICON quarries, SOL Portland Type I Cement and drinking water from the network of the Laboratory No. 1 of Materials Testing “Ing. Manuel Gonzales de la Cotera”, located on the campus of the National University of Engineering. Likewise, the tests corresponding to the aggregates were carried out for the mixture design.

In the mixtures, a fixed percentage of 0.5% of 1cm and 2cm coconut tow fiber was added, based on the weight of the fine aggregate; Fluency, unit weight of fine aggregate, axial compression of cubes, diagonal compression in walls, bending forces in prisms were carried out, applying the standard NTP 334.057: 2019, NTP 400.017: 2020, NTP 334.051: 2019, NTP 399.621: 2004 and NTP 334.120: 2016 respectively.

Upon completion of the trials, it was possible to conclude that coconut tow fiber, if it influences conventional mortar, adversely affects as well as favorably. The workability of the mortar with the addition of coconut fibers was reduced by 36.07% and 47.15%, because the fiber tends to absorb water. In the Unit Weight of the fine aggregate of the mortar, it is favored, since the fiber does not tend to increase weight because it is an extremely light material. On the other hand, the result in the diagonal compression tests of the wall with the addition of fiber of length of 1cm and 2cm, are reduced to 81.25% and 75%, with respect to the pattern. In the same way, in the resistance to compression of mortar cubes, due to internal failures produced by poor compaction in the mixture, making the mortar with the addition of fiber of 1 cm and 2

cm have an inferiority of 42.23% and 21.14% with respect to the pattern. It is worth mentioning that the longer the fibers were, the less cracking was noticeable. Finally, the resistance to bending, the favoring was appreciated when increasing the length of the fiber, due to the cohesion generated in the mixture.

Therefore, it is concluded that the addition of coconut tow fiber did influence the physical and mechanical properties of conventional mortar, as well as, favorably or vice versa.

Keywords: Coconut tow fiber, conventional mortar, fiber-reinforced mortar, physical properties, mechanical properties.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Desde el origen de la civilización, las fibras naturales de origen animal, tanto como el vegetal, han estado muy presentes en la evolución del ser humano. Según señala (Vela & Yovera, 2016, pág. 3) en su publicación “Evaluación de la propiedades mecánicas del concreto adicionado con fibra de estopa de coco”, menciona que desde antes de la llegada de la armadura convencional del concreto, se han usado las fibras naturales a manera de refuerzo, los cuales se han obtenido a bajos de costos y energía. Unos ejemplos claros llegan a ser los ladrillos de barro y morteros reforzados con crin de caballo.

Asimismo, (Villanueva E. , 2016, pág. 17) en su publicación “Influencia de la adición de fibra de coco en la resistencia del concreto”, nos señala que en muchos países la fibra de coco es muy estudiada, debido a que su uso es una gran ventaja para los pobladores de escasos recursos; por tratarse de un material con bondadosas propiedades para la construcción.

La situación es distinta en el Perú, debido a que es un país que le resta la importancia que en realidad se merece, ya que es considerado como un fruto simple que será posteriormente desechado, para lo que terminaría formando parte de la contaminación al medio ambiente.

El escaso indicio de sub-uso de fibra de estopa coco en la elaboración de mortero en la construcción, sería generado por:

La insuficiente industrialización. Según (Zaragoza Arcega, 2013) en su libro “Propuestas Tecnológicas Post Cosecha para un aprovechamiento integral del coco”. En la cual hace presente que en la Amazonía se da de manera muy escasa. Por ello, su consumo se da de forma natural.

Región	Superficie cosechada (ha.)				Producción (t)				Rendimiento (t/ha.)			Precio al productor (S/. / t)		
	2015	2016	Var. %	Part % 2016	2015	2016	Var. %	Part. % 2016	2015	2016	Var. %	2015	2016	Var. %
Nacional	2442	2345	-4	100	34104	32353	-5	100	14	14	-1	373	410	10
Amazonas	44	44	0	2	525	499	-5	2	12	11	-5	647	653	1
Ayacucho	14	14	0	1	148	157	6	0	11	11	6	1148	1139	-1
Cajamarca	12	12	0	1	87	105	21	0	7	9	21	464	462	0
Huánuco	128	128	0	5	1248	1231	-1	4	10	10	-1	396	409	3
Junín	59	64	8	3	358	374	4	1	6	6	-4	564	739	31
Lambayeque	25	25	0	1	45	25	-44	0	2	1	-44	891	551	-38
Loreto	872	872	0	37	9087	9396	3	29	10	11	3	360	362	1
Madre de Dios	44	48	9	2	397	457	15	1	9	10	6	959	1050	10
Piura	108	111	3	5	1071	1479	38	5	10	13	34	565	594	5
San Martín	621	508	-18	22	15897	13238	-17	41	26	26	2	318	349	10
Tumbes	4	4	10	0	54	88	63	0	14	20	48	248	611	147
Ucayali	512	515	1	22	5187	5304	2	16	10	10	2	409	471	15

Figura 1. Perú: coco cáscara por región según variables productivas, 2015-2016.

Fuente: Ministerio de Agricultura y Riego – Anuario Estadístico de la Producción Agrícola y Ganadera (2016).

La producción del Coco en el Perú no es suficiente para ser considerados internacionalmente como principales productores, de acuerdo a la siguiente estadística.

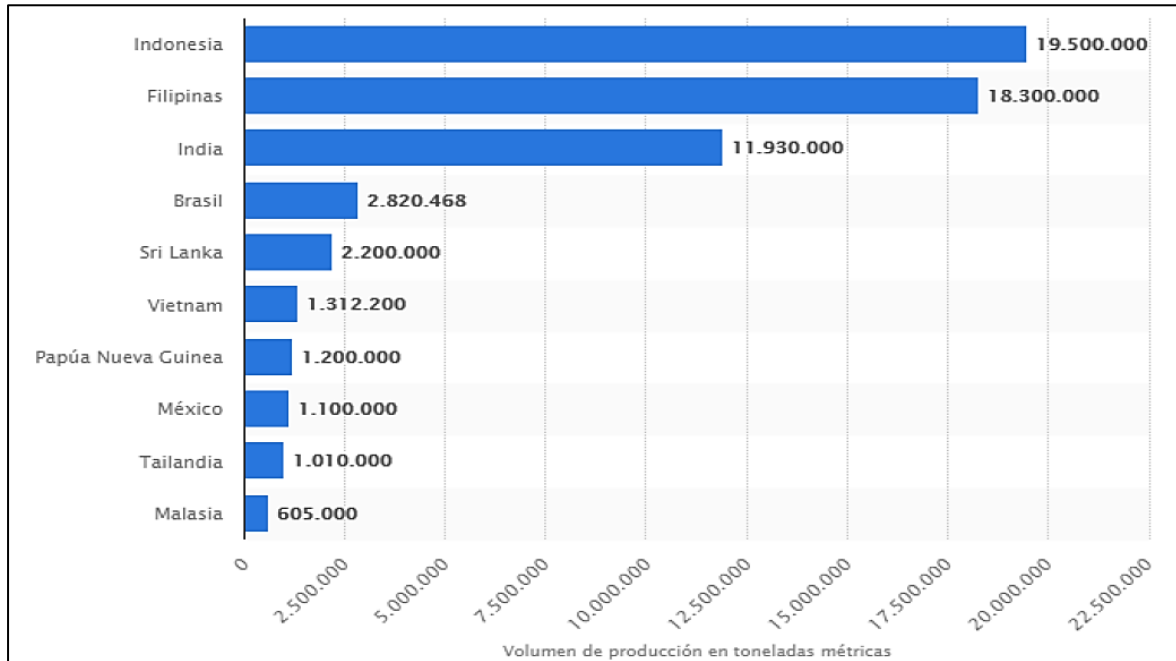


Figura 2. Volumen de producción de Coco (TM) a Nivel Mundial.
Fuente: Statista, (2018)

Ello está asociado a la insuficiente **inversión**. Según en su publicación (Safinia, Al-Hinai, & AM Yahia, 2017) en su publicación “Construcción Sostenible en el Sultanato de Omán: factores que afectan la utilización de materiales”. Refiere que la mala percepción que genera la construcción sostenible es causada por la falta de conocimiento y la mala experiencia que por la que el experto en la industria de la construcción sentiría.

Se habla mucho de los costos altos de los materiales sostenibles en comparación con los materiales tradicionales (Safinia, Al-Hinai, & AM Yahia, 2017).

La alternativa de solución que plantea la presente investigación, respecto a la **INSUFICIENTE INDUSTRIALIZACIÓN**, es la **BÚSQUEDA DE INVERSIONISTAS**. Pues

Se sabe que existen dudas de los inversionistas, pero de una u otra se puede hacer saber las propiedades de dicha fibra de coco como una alternativa. Esto quiere decir que, mediante charlas, cursos, diversos eventos y demostraciones in situ de las investigaciones realizadas con respecto a este aspecto. Con la misma intención. Será de buscar relacionar a los distintos profesionales ligados al tema para el intercambio de información entre ellos y para un adecuado desarrollo del manejo del recurso (Leiva, 2015).

El consumo de coco en la Amazonía no es más que por el líquido el cual contiene, ignorando cualquier otro beneficio.

Las causas que originan la problemática señalada son:

La Insuficiente **capacidad de investigación e innovación**, cabe mencionar que existen muchas deficiencias y descoordinaciones en el ámbito tecnológico y educacional en nuestro país. El Perú solo destina el 0.15% del PBI a investigación y al desarrollo tecnológico, para lo cual, si nos comparamos con nuestro país vecino Chile, destina más de tres veces dicho porcentaje, el 0.5% (Hidalgo & Flores, 2015).

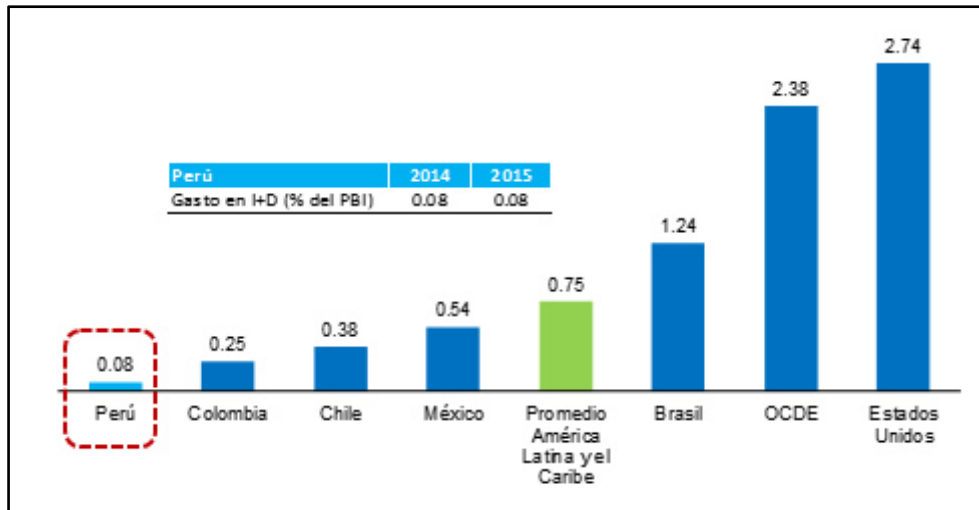


Figura 3. Gasto en I + D a nivel de Alianza del Pacífico (% del PBI) Censo Nacional de investigación y Desarrollo 2016.

Fuente: RICYT (Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología), I Censo Nacional de Investigación y Desarrollo 2016.

La alternativa de solución que plantea la presente investigación, respecto a la *INSUFICIENTE CAPACIDAD DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN*, es de tener **LA CAPACIDAD DE INVESTIGAR E INNOVAR**. El cual un aspecto crucial para esta deficiencia, es la falta de reconocimiento de las instituciones sobre la importancia de la innovación y desarrollo tecnológico. Según (Hidalgo & Flores, 2015) en su publicación “Investigación Científica en la universidad pública peruana y su relación con el estado y empresa”. Refiere que, si el CONCYTEC elevara el rango como entidad rectora del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología (SINACYT) a entidad ministerial, así como la creación de un subsistema de investigación interuniversitaria para mejorar la eficiencia de las investigaciones en las universidades públicas, si todo ello se cumple habría la posibilidad de impactar positivamente en el desarrollo nacional.

La falta de investigación y desarrollo tecnológico generado por las descoordinaciones y la influencia una educación deficiente, son aspectos preocupantes para el desarrollo de un país que está proveído de grandes recursos.

Por último, el **Desconocimiento de las nuevas técnicas para mortero**, es algo preocupante, ya que el terremoto es uno de los desastres que genera dificultades en sus predicciones de cuando sucederá. Según (Ali, 2016) en su publicación “Uso de concreto reforzado con fibra de coco y cuerdas de fibra de coco para construcciones resistentes a terremotos”. Refiere que las principales razones incluyen la mala calidad de los materiales e inadecuada exceso de toda la fuerza de la estructura, debido a las técnicas de construcciones tradicionales viejas.



Figura 4. Estudio de viviendas de mala calidad a nivel de Latino América.

Fuente: (BID) Banco Interamericano de Desarrollo, 2012.

Pero mientras pasa el tiempo, la educación, la forma de pensar conscientemente en la población no cambia. Ello es a la vez un problema común internacional. Según (Ametepey, Aigbavboa, & Anshah, 2015) en su publicación “Barreras para la implementación exitosa de la construcción sostenible en la industria de la construcción de Ghana”. Refiere que la industria de la construcción de Ghana (...) se presenta como un sector que es tradicionalmente muy difícil

cambiar especialmente con respecto a los métodos de construcción practicado y a los materiales de construcción utilizados.

La alternativa de solución que plantea la presente investigación, respecto al *DESCONOCIMIENTO DE NUEVAS TÉCNICAS PARA MORTERO*, es de considerar la idea de un **centro de estudio fomentador**, ya que se necesita contar con instituciones que fomente el crecimiento de la identidad nacional. De acuerdo a (Leiva, 2015) en su publicación “Centro de investigación y capacitación del uso del bambú en el Perú.”. Refiere que, por medio de distribución de recursos con potencial económico, cultural y ambiental, que se encuentra dentro del territorio peruano, a través de nuevas investigaciones en el tema, experimente directamente con el curso.

El desconocimiento de nuevas técnicas para mortero es generado por la falta de interés de maestros constructores en actualizarse y la falta de centros de capacitaciones para los conocimientos básicos para la elaboración de una mezcla.

De acuerdo a las causas mencionadas se pronostica qué, si la situación se mantiene, es decir si siguen presentando las causas identificadas, se generará efectos adversos al medio ambiente por el hecho de existencia de fibras naturales el cual son abundantes, una más que otra. Cabe mencionar que en la actualidad se está investigando la manera de reducir ya que aquellas fibras son desechas. De acuerdo a (Ahmad, Ahmad, Shah, Abdullah, & Ihsan, 2016) en su publicación “Resistencia a la compresión del mortero de cemento mezclado con fibras de coco y cabello humano”. Refiere que las fibras de coco y cabello humano son unos de los materiales de desecho que se producen en millones de toneladas cada año y que crean no sólo los problemas de biodegradabilidad sino también causan contaminación.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema principal

- ¿En qué medida la adición de fibra de coco, influirá en las propiedades físicas y mecánicas del mortero, ciudad de Lima, año 2020?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿En qué medida la adición de fibra de coco, influirá en la fluidez del mortero, ciudad de Lima, año 2020?
- ¿En qué medida la adición de fibra de coco, influirá en el peso unitario del agregado fino del mortero, ciudad de Lima, año 2020?
- ¿En qué medida la adición de fibra de coco, influirá en el esfuerzo a compresión diagonal de muretes con mortero, ciudad de Lima, año 2020?
- ¿En qué medida la adición de fibra de coco, influirá en la esfuerzo a compresión de cubos de mortero, año 2020?
- ¿En qué medida la adición de fibra de coco, influirá en el esfuerzo a flexión de prismas de mortero, ciudad de Lima, año 2020?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

- Determinar en qué medida la adición de fibra de coco, influirá en las propiedades físicas y mecánicas del mortero, ciudad de Lima, año 2020.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar en qué medida la adición de fibra de coco, influirá en la fluidez del mortero, ciudad de Lima, año 2020?
- Determinar en qué medida la adición de fibra de coco, influirá en el peso unitario del agregado fino del mortero, ciudad de Lima, año 2020?

- Determinar en qué medida la adición de fibra de coco, influirá en el esfuerzo a compresión diagonal de muretes con mortero, ciudad de Lima, año 2020?
- Determinar en qué medida la adición de fibra de coco, influirá en la esfuerzo a compresión de cubos de mortero, ciudad de Lima, año 2020?
- Determinar en qué medida la adición de fibra de coco, influirá en el esfuerzo a flexión de prismas de mortero, ciudad de Lima, año 2020?

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

- La adición de fibra de coco si influye en las propiedades físicas y mecánicas del mortero.

1.4.2. Hipótesis específicas

- La adición de fibra de coco si influye en la fluidez del mortero.
- La adición de fibra de coco si influye en el peso unitario del agregado fino del mortero.
- La adición de fibra de coco si influye en el esfuerzo a compresión diagonal de muretes con mortero.
- La adición de fibra de coco si influye en el esfuerzo a compresión de cubos de mortero.
- La adición de fibra de coco si influye en el esfuerzo a flexión de prismas de mortero.

1.5. Justificación e importancia del estudio

1.5.1 Justificación teórica

Según señala (Vela & Yovera, 2016, pág. 3) en su publicación “Evaluación de la propiedades mecánicas del concreto adicionado con fibra de estopa de coco”, menciona que desde antes de la llegada de la armadura convencional del concreto, se han usado las fibras naturales a manera de refuerzo, los cuales se han obtenido a bajos costos y energía. Unos ejemplos claros llegan a ser los ladrillos de barro y morteros reforzados con crin de caballo.

Por lo que, la adición de fibras de estopa de coco en el mortero sería una alternativa como refuerzo. Además, contribuirá a reducir la contaminación ambiental generada, al ser un material no biodegradable.

Por ello (Villanueva Monteza, 2016). En su tesis “Influencia de la Adición de Fibra de Coco en la Resistencia del Concreto”. Estudió la influencia que presenta el concreto con respecto a la resistencia mecánica, al adicionarle diferentes porcentajes de fibra, para ello fue necesario la extracción de agregados, el cual fueron ensayados para poder así diseñar bajo el método ACI -211. El porcentaje de fibra usados, fueron de 0.5%, 1.0%, 1.5% y 2.0% con longitudes de 2.50cm para así realizar la evaluación de resistencia a la compresión y a la flexión respectivamente. Finalmente se obtienen resultados no superiores a las expectativas en el tema de la resistencia a la compresión; pero por el lado de resistencia a la flexión se obtuvieron buenos resultados.

1.5.2 Justificación metodológica

La presente investigación tiene como finalidad determinar el grado de influencia de la fibra de coco en el mortero, así como también, el incentivar una mayor investigación.

1.5.3 Justificación práctica

Con los objetivos de estudio plasmados, los resultados permitirán conocer y evaluar el grado de viabilidad y confianza. Con ello así existiría la posibilidad de proponer su aplicación para mejora.

1.5.4 Justificación social

De acuerdo a (Fan & Fu, 2017, págs. 14-15) en su publicación “Compuestos de fibra natural avanzados de alta resistencia en la construcción”. Menciona que a nivel mundial se ha estado llevando la búsqueda de materiales nuevos que provean altos rendimientos a precios asequibles. Por lo tanto, esta investigación permite promover el uso de la fibra de estopa de coco en morteros, ya que de esa forma contribuye con el desarrollo del país. Así mismo, refiere al desarrollo de materiales como una oportunidad única de mejorar la calidad de vida de personas en todo el mundo.

1.5.5 Justificación legal

El presente estudio se ha desarrollado siguiendo las pautas establecidas por los estándares de calidad de las Normas Técnicas Peruanas y el Reglamento Nacional de Edificaciones, a fin de poseer el suficiente fundamento científico, técnico y grado de confiabilidad.

1.5.6 Justificación ambiental

En general, sería considerado como refuerzo de materiales para la construcción, debido a la amplia disponibilidad de los residuos no utilizados de manera óptima, y de la contaminación visual que genera, al no ser un material biodegradable.

1.6. Delimitación del problema

1.6.1. Delimitación temporal

El desarrollo de esta investigación se llevó a cabo desde el año 2020 hasta la actualidad.

1.6.2. Delimitación espacial

Los ensayos se realizaron en el Laboratorio N°1 de Ensayo de Materiales “Ing. Manuel Gonzales de la Cotera” de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería, ubicado en la ciudad de Lima.

1.6.3. Delimitación social.

La investigación se enfocará en el sector de la construcción, ya que se evaluará la influencia en las propiedades físicas y mecánicas del mortero convencional al adicionar fibra de estopa coco.

1.6.4. Delimitación conceptual

El estudio no evaluará otros ensayos físicos y mecánicos esenciales aparte de los ya evaluados en esta investigación, ya que se ha considerado el costo adicional que estos implicarían.

1.7. Revisión de Literatura

1.7.1. A nivel internacional

De acuerdo a (Navaratnarajah Sathiparan, 2017) en su publicación “Rendimiento del mortero de cemento hidráulico reforzado con bonote de coco para aplicación de enlucido de superficie”, donde nos hace mención que en su investigación se dio para dar a conocer el efecto de la adición de fibra de coco; tales como resistencia y durabilidad del cemento y mortero. Es por ello que se dio a conocer que, las fibras de coco tenían la capacidad de lograr un control en el fisuramiento del mortero, una resistencia al ataque de ácidos y una elevación de la durabilidad. Para lograr ello. Las muestras contuvieron

el 0.125%, 0.25%, 0.50% y 0.75% de fibras de coco basándose en el cemento, cal y mezcla de arena en masa. Obteniendo como resultado ningún tipo de mejoras en flexión y en compresión, pero si en propiedades como ductilidad y tenacidad con un aumento en la adición de dicha fibra.

Según (Hadiwardoyoa, Sumabrata, & Jayanti, 2013) en su publicación “Contribución de la fibra corta de coco a la resistencia al deslizamiento del pavimento”. Demostró el aumento de la resistencia y reducción de las cantidades necesarias de los materiales de construcción básicos. Para lo cual usaron fibras de coco 0.5-1.25 cm de medición cortas se mezclaron con asfalto 60/70 pluma para producir contenidos de fibra de 0%, 0,75% y 1,5%. Luego de ello el asfalto fibroso se mezcló con el agregado de asfalto y hormigón resistente-curso de grado. Logrando la disminución de la resistencia al deslizamiento con un aumento de la temperatura en la superficie del pavimento y a la vez la inclusión de fibra de coco (0,75%) en la mezcla de asfalto, mejoró la resistencia al deslizamiento, pero no mejoró la resistencia al aumento de las temperaturas superficie de la carretera.

Según (Darsana P. , Anu, & Arakkal, 2015) en su publicación “Desarrollo de tejas de tejado compuesto de cemento de fibra de coco”. Nos afirma que la aplicación de la fibra de coco mejoró en notoriedad propiedades de las tejas azulejas, tales como una reducción de peso propio, costos y fisuramiento. A ello cabe mencionar que aumentó la resistencia a la rotura y ductilidad. Lográndose esto mediante la sustitución del cemento en un 10% sin comprometer la calidad de la baldosa en comparación con una loseta de hormigón ordinario. De esta forma el objetivo fue producir tejas rentables.

De acuerdo (Chen & Chouw, 2015) en su publicación “Comportamiento de flexión no lineal de FRP doble tubo de fibra de coco confinado hormigón armado”. Nos señala que confinó el concreto reforzado con fibra de coco en un tubo de polímero

reforzado con fibra de lino de 520mm de longitud y también en otro tubo de las mismas características, pero esta vez con un tubo de polímero central. Resultando este último como la muestra que presentó mayores características de flexión.

Según (Suardana, y otros, 2016) en su publicación “Caracterización y posibilidad de coco filtro Fibras como refuerzo para polímeros”. Describe a las fibras de coco con las que se trabajaron fueron del mismo país de origen de esta investigación. Las cuales cumplieron ciertas características, tales como diámetro de 200 micras a 400 micras con longitudes de 5 a 15mm. En el que, en esta mezcla, el 35% del peso del material estuvo compuesto de polímeros. En el cual, para las pruebas, dichas fibras y polímeros fueron prensados a una temperatura caliente. Ello arrojó resultados favorables como resistencias altas a la tracción, módulo más alto elástico, y mayor alargamiento en el punto de ruptura en polímeros AA, MA.

De acuerdo a (Samsul, Herwani, & Supriyadi, 2015) en su publicación “Pruebas de propiedades mecánicas con fibra de coco con variaciones”. Su objetivo fue la de comparar mejoras del ladrillo al añadir en su composición la fibra de coco. El cual lo llevó a probar con fibras de 1.5cm, 2cm y 2.5cm, que representaban el 10% del volumen del ladrillo. En la prueba mostraron que la adición de fibra de coco con una longitud de fibra de 2 cm generó una resistencia a la compresión máxima de 4.210 MPa en comparación con otras variaciones. El valor aumentó también en la relación de resistencia a la compresión de bloques de hormigón en un 17.389% del ladrillo normal.

De acuerdo a (Fahmi, Hafiz, & Amin, 2018) en su publicación “Síntesis y propiedades estructurales de cáscara de coco como fuente potencial de sílice”. Somete la cáscara de coco a altas temperaturas (500°C, 600°C y 700°C) con el fin de explorar los residuos de cáscara de coco para la potencial producción de sílice. Por medio de dos tratamientos químicos (ácido y alcalino). Obteniendo como resultado inicialmente 9.24% de

SiO₂ (Dióxido de Silicio) y 90.01% al finalizar los tratamientos en la composición. Dando como conclusión, la extracción de sílice de forma exitosa a partir de productos agrícolas de residuos con menos costos de producción.

De acuerdo a (Hwang , Tran , Hong, & Hsieh, 2016) en su publicación “Efectos de la fibra de coco corta en las propiedades mecánicas, el comportamiento de agrietamiento del plástico y la resistencia al impacto de los compuestos cementosos”. Tuvo como fin, el examinar los efectos en las propiedades mecánicas, el agrietamiento plástico y la resistencia al impacto al agregar fibras de coco cortas y aleatorias a compuestos cementosos. A través de la sustitución de cemento con escoria de alto horno molido, también ceniza volante para llenar vacíos entre partículas de arena, la adición de diferentes fracciones de volumen de fibra de coco cortas y aleatorias (0%, 1%, 2.5% y 4%) y diferentes relaciones de a/c (0.3, 0.35 y 0.45). Teniendo como resultado la reducción de la densidad, aumento de la dosis súper plastificante, menor resistencia a la compresión, una mayor absorción, en muestras con mayor volumen de fibra de coco. La adición de fibra de coco influyo de forma positiva en la resistencia a la flexión, el grado de tenacidad, el agrietamiento plástico y la resistencia al impacto en los compuestos.

De acuerdo a (Rahman & Zhafer, 2018) en su publicación “Propiedades de tracción de compuestos de polímeros reforzados con fibras naturales y sintéticas”. Nos da saber que los compuestos polímeros son un tipo de material y versátil y alto rendimiento, debido a la combinación de diferentes fases de materiales; pero con respecto a las propiedades mecánicas y térmicas, es imposible lograrlo con un solo material, sino que ha de depender de refuerzos. En este caso refiriéndose a las fibras, como un receptor de carga eficiente en compuestos de polímeros, al brindarle la resistencia y la rigidez necesaria.

Conforme a (PP & As k., 2012) en su publicación “Uso de fibras de coco como una mejora del hormigón”. Nos describe la efectividad del método de adición de fibra de coco en hormigón. Teniendo como población 63 especímenes en el cual se comprendía en 3 cubos (100*100*100mm) sujetos a compresión, 3 cilindros (100*200mm) sujetos a tensión y 3 cilindros (100*200mm) para torsión, el cual fueron distribuidos para cada uno de las mezclas con diferentes longitudes (45.15mm, 52.16mm, 65.06mm, 67.25mm, 70.46mm, 84.22mm, 84.85mm).

La fibra de coco aumentó la torsión en un 25%, así como la capacidad de absorción de energía. En conclusiones el autor nos menciona la capacidad de resistir el agrietamiento y desprendimiento también se han mejorado, sin embargo, afectó adversamente la resistencia a la compresión, debido a dificultades en la compactación que en consecuencia llevaron a aumentar de huecos. También es muy poco probable de sustituir al acero, a pesar de sus excelentes propiedades.

Según (Ali & Khan, 2018) en su publicación “Efecto del súper plastificante sobre las propiedades del concreto de resistencia media preparado con fibra de coco”. Nos señala mediante el método de adición de fibra de coco, se pudieron mejorar las características estructurales, ya que estas poseen alta tenacidad. Pues ello lo demuestra elaborando especímenes de concreto de resistencia media (MSC) y concreto de resistencia reforzado con fibra de coco (MSCFRC), ambos con la adición súper plastificante, es decir, 0%, 0.5%, 1% y 1.5% en masa de cemento, humo de sílice para MSCFRC es de 15% en masa del cemento y 2% de fibra por masa de cemento. Obteniendo como resultado una superación por parte del MSCFRC hacia el MSC, debido mejoramiento del módulo de elasticidad, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, la resistencia a la rotura, la energía absorbida y los índices de tenacidad. Teniendo en cuenta en cuenta que la adición de 1% de súper plastificante, muestra las mejores propiedades en general en comparación con la de MSC. Llegando a las

conclusiones, es que se tiene que el MSCFRC tiene un aumento de la resistencia a la flexión, la energía absorbida y el índice de resistencia a la flexión del 36%, 17% y 4%, respectivamente. En comparación a la flexión y absorción de energía del MSC que incrementa en un 20% y un 25%, respectivamente. Asumiendo así su utilidad para aplicaciones de ingeniería civil.

1.7.2.A nivel nacional

Mediante (Cordova Anyosa & Flores Luna, 2017) en su publicación “Concreto reforzado con fibra de coco aplicado en pavimentos rígido”. Nos afirma que la fibra de coco, es un residuo que abunda en la selva peruana, favorece en la ganancia de resistencia a la tracción aplicada a pavimentos rígidos. Para ello los porcentajes que se usaron fueron de 5% con una longitud de 10cm. Obteniendo como resultados que las probetas con adiciones, resisten menos; pero la deformación indica que resiste más fuerza antes que la ruptura total. A diferencia de la probeta de concreto convencional que no puede soportar más fuerza.

Según (Villanueva Monteza, 2016). En su tesis “Influencia de la Adición de Fibra de Coco en la Resistencia del Concreto”. Estudió la influencia que presenta el concreto con respecto a la resistencia mecánica, al adicionarle diferentes porcentajes de fibra, para ello fue necesario la extracción de agregados, el cual fueron ensayados para poder así diseñar bajo el método ACI -211. El porcentaje de fibra usados, fueron de 0.5%, 1.0%, 1.5% y 2.0% con longitudes de 2.50cm para así realizar la evaluación de resistencia a la compresión y a la flexión respectivamente. Finalmente se obtienen resultados no superiores a las expectativas en el tema de la resistencia a la compresión; pero por el lado de resistencia a la flexión se obtuvieron buenos resultados.

Conforme a (Vela & Yovera, 2016) En su tesis “Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto adicionado con fibra de estopa de coco. Lambayeque”. Evaluaron

las propiedades mecánicas del concreto convencional y un concreto adicionado con fibra de estopa de coco. Para ello se desarrollaron testigos de resistencias diferentes tales como 210kg/cm² y 280kg/cm². Se evaluaron sus propiedades mecánicas tanto en estado fresco como endurecido en testigos con (0.5% y 1.5%) al volumen del concreto y fibras de longitud (2 y 5cm). Cuyo resultado estimó en un aumento de la resistencia a la compresión, tracción por compresión diametral y flexión.

1.7.3. Marco teórico

MORTERO

Definición

Es una mezcla homogénea adhesiva de un material cementoso, agregado fino, agua y en algunas ocasiones aditivos. Lo cual se puede decir que es hormigón sin agregado grueso (Gutiérrez, 2003). Así mismo, se menciona que entendemos por mortero en estado fresco al que se encuentra completamente muy bien mezclado y listo para su empleo (Rodríguez, 2003). Reforzando lo anterior mencionado. El mortero es poseedor de una gran variedad de aplicaciones, tanto el nivelar pisos, recubrimiento de elementos estructurales, pero predominando el consumo está en la construcción de mampostería, razón por la cual la tecnología del mortero se ha enfocado principalmente en esta rama (Niño, 2010).

Propiedades del mortero

Propiedades del mortero en estado plástico

Fluidez

Es una medida de la facilidad de manipulación de la mezcla. Está relacionada con la consistencia blanda o seca, dependiendo de la proporción de arena y cemento y de la forma, textura y módulo de finura de la arena (Gutiérrez, 2003). Así mismo. Se añade a

este concepto sobre la manejabilidad, que es el intervalo de tiempo durante el cual el mortero posee la trabajabilidad suficiente sin la necesidad de la adición de agua con el fin de contrarrestar los efectos del principio del endurecimiento (Rodríguez, 2003).

Retención de agua

Hace referencia a la capacidad de mantener su plasticidad cuando está en contacto con la superficie de otro elemento. La retención del agua por parte del mortero, influye en la velocidad del endurecimiento y en su resistencia final, ya que no permitirá la hidratación del cemento (Gutiérrez, 2003). Añadiendo a lo mencionado anteriormente. La retención del agua en la mezcla se encuentra íntimamente relacionada con la superficie específica de las partículas de árido fino y, en general, con la viscosidad de la pasta (Rodríguez, 2003).

Por último. Para darse el ensayo de la medición de la consistencia de la mezcla antes y después de su exposición, está descrito en la Norma ASTM C91.

Velocidad de endurecimiento

El fraguado de un mortero varía entre las 2 y 24 horas, dependiendo de las composiciones de la mezcla y de las condiciones ambientales en la que se encuentra (Gutiérrez, 2003).

Tabla 1

Fluidez recomendada del mortero para diversos tipos de estructura y condiciones de colocación

Consistencia	Fluidez %	Condición de colocación	Ejemplo de tipo de estructura	Ejemplo de sistema de colocación
Dura (seca)	80 - 100	Secciones sujetas a vibraciones	Reparaciones recubrimiento de túneles, galerías, pantallas de cimentación, pisos.	Proyección neumática, con vibradores de formaleta.
Media (plástica)	100 – 120	Sin vibración	Pega de mampostería, baldosines, pañetes y revestimientos.	Manual con palas y palustres.
Fluida (húmeda)	120 - 150	Sin vibración	Pañetes, rellenos de mampostería estructural, morteros auto nivelantes para pisos	Manual, bombeo, inyección.

Fuente: (Gutiérrez, 2003)

PROPIEDADES DEL MORTERO EN ESTADO ENDURECIDO

- **Retracción:**

Sucede ello debido a los altos contenidos de cemento. Teniendo presente que en climas caliente y de muchos vientos, el agua evapora de forma rápida produciendo tensiones internas en el mortero, que traen como resultado grietas visibles. Se ha demostrado de igual que la retracción que sucede en el mortero se eleva cuanto mayor son las cantidades de agua y elementos finos que se usan durante el amasado (Rodríguez, 2003).

- **Adherencia:**

Esta propiedad se basa en la resistencia a esfuerzos de tracción de la unión entre un soporte definido y un mortero (Rodríguez, 2003). La adhesión puede ser considerada la más importante del mortero en estado endurecido. El mortero debe estar preparado para resistir esfuerzos causados por vientos severos, cambios de temperatura e inclusive los posibles cambios volumétricos en las unidades, logrando todo ello al desarrollar suficiente adhesión. Lógicamente factores tales como el mortero, la manera de aplicarlo y la preparación, influenciarán en su significativamente en su adherencia (Rodríguez, 2003).

- **Resistencia:**

Si el mortero es utilizado como pega, debe proporcionar una unión resistente. Si el mortero va a ser utilizado para soportar cargas altas y sucesos, tal como sucede en la mampostería estructural. El cual tendrá que tener resistencia a la compresión (Gutiérrez, 2003).

Para diseñar morteros de alta resistencia se debe tener en cuenta que, para un mismo cemento y un mismo tipo de agregado fino, el mortero más resistente más impermeable será aquel que contenga mayor contenido de cemento para un volumen dado de mortero (Gutiérrez, 2003).

Por último, el contenido de agua del mortero tiene influencia sobre su resistencia, esto quiere decir que un mortero seco dará mayor resistencia que uno húmedo (Gutiérrez, 2003).

- **Durabilidad:**

De la misma manera que en el concreto, la durabilidad se define como la resistencia a efectos generados por agentes externos como: penetración de agua, desgaste por abrasión (Gutiérrez, 2003).

- **Apariencia:**

Para lograr una buena apariencia es necesario aplicar morteros de buena plasticidad (Gutiérrez, 2003).

COCO

Definición

El coco es una fruta comestible obtenida del cocotero, la palmera más cultivada a nivel mundial. Posee dos cáscaras: una externa que es fibrosa y verde (estopa), y otra interna que es dura, vellosa y marrón que tiene adherida la pulpa, que es blanca y aromática, la que almacena el contenido de agua (Quintanilla , 2010)



Figura 5. Partes del Coco

Fuente: (Quintanilla , 2010)

FIBRAS

La Fibra de Coco y sus características

La fibra de coco es una fibra compuesta por celulosa y leño que posee baja conductividad al calor, resistencia al impacto a las bacterias y al agua. Las características que presenta, tal como durabilidad y resistencia es adecuado para la industria de la construcción como un material innovador (Novoa , 2005).

Uso de la Fibra en la Construcción.

Desde hace mucho tiempo las fibras fueron usadas como material de construcción. No hace mucho hubo un crecimiento de interés por su incorporación al concreto premezclado, prefabricado.

Los factores principales que controlan el desempeño del material compuesto son:

1. Propiedades físicas de las fibras y de la matriz.
2. Resistencia de adherencia entre la fibra y la matriz.

Las fibras se adicionan en bajos volúmenes, de frecuencia menos del 1%, y han demostrado eficiencia en el control del fisuramiento por contracción, llegando a disminuir la abertura de las fisuras.

DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

Concreto

Es una mezcla homogénea de un material cementante, un material de relleno, agua y en algunas ocasiones especiales se le agrega aditivos. (Gutiérrez, 2003, pág. 33)

Mortero

El mortero es un material versátil que proporciona adherencia a las unidades de mampostería, lo cual logra dentro del ensamblaje actúa como elemento integral. Además de influir en las propiedades estructurales de la mampostería, el mortero tiene por objeto reducir la permeabilidad. (Niño, 2010, pág. 147)

Agregados

Material granular (arena, grava o escoria) el cual será mezclado para formar el concreto de cemento hidráulico o mortero (Norma Técnica Peruana NTP 339.047, 2006).

Los agregados para morteros consisten en arenas naturales o artificiales, el cual son la mayor masa constituyente en la mezcla. La arena actúa como una llenante, generando economía, trabajabilidad e incide en la resistencia a la compresión (Niño, 2010, pág. 163).

Asentamiento

Este ensayo es realizado para medir la consistencia de la mezcla. Los valores indica las variaciones del contenido de agua o de las proporciones de la mezcla, por lo que es útil para comprobar la calidad del mortero producido (Norma Técnica Peruana NTP 339.035, 1999).

Curado

Es el conjunto de acciones tendientes a mantener un ambiente que favorezca la hidratación del cemento, bien sea reteniendo la humedad interior del concreto, o

suministrando humedad o protección contra temperaturas extremas (Gutiérrez, 2003, pág. 85).

Resistencia a la flexión

Se define como los esfuerzos que tienden a doblar el elemento alrededor de cualquiera de los ejes perpendiculares a su eje longitudinal. La flexión es causada por los momentos sobre la estructura creando tracciones y compresiones en los diferentes puntos de la pieza (Terrerros, 2014, pág. 19).

Resistencia a la compresión

La resistencia a la compresión y la durabilidad, son consideradas como las propiedades más importantes, así como la del concreto y mortero. La resistencia a la compresión radica en las funciones estructurales de estos materiales. Desde los comienzos de la tecnología de los materiales se trataron de predecir. La ley de Abrahams, fue una de las más conocidas, pero luego de 25 años dejó de tener la misma validez, por lo que surgieron nuevas teorías y conceptos (Portugal, 2007, pág. 210).

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Variables

2.1.1. Variable Independiente:

- **La adición de fibra de coco en morteros de construcción**

Respecto a las proporciones aplicadas de la fibra natural de fibra de coco (Villanueva E. , 2016). Cuyo análisis sobre la “Influencia de la Adición de Fibra de Coco en la Resistencia del Concreto” estudia el concreto con respecto a la resistencia mecánica al adicionarle diferentes porcentajes de fibra de coco. Las fibras naturales que sean utilidad necesitan tener adecuadas propiedades mecánicas para ser consideradas como posible refuerzo en matrices de cemento a fin de que le proporcionen la resistencia adecuada, los concretos reforzados con fibras naturales (fibra de coco) según las investigaciones pueden ser una alternativa en la construcción de infraestructura y vivienda los cuales proporcionarían una resistencia y duración y a un costo muy bajo y accesible para la mayoría de las poblaciones, las poblaciones sobre todo las más vulnerables necesitan construcciones que sean económicas, resistentes y durables.

En nuestra sociedad actual se ha visto afectada por la contaminación del medio ambiente que deja los desperdicios del consumo del coco y se ha visto la posibilidad de darle otros usos, uno de ellos es según (Bacalla, S.; Vega, M., 2019) en su “Estudio Comparativo de la Resistencia a la Compresión $f'c$ 210 kg/cm² usando Fibra Natural de Coco como Material de Construcción en la Provincia de Rioja” en el que analiza las propiedades mecánicas de un concreto al cual adiciona fibra de Coco, con la finalidad de exponer las propiedades mecánicas (compresión) de un concreto convencional y con un concreto adicionado la fibra de Coco; para lo cual utiliza un método experimental con la aplicación de ensayos y pruebas de laboratorio los cuales determinarán los concretos en estudio. Asimismo, (Bacalla, S.; Vega, M., 2019) Fundamentan que la fibra de Coco genera buena resistencia al generar elasticidad en el concreto y una buena

adherencia, al ser un material con el que se puede trabajar, así mismo existe abundante materia prima la cual puede ser juntada de manera fácil, en la materia prima contamos con las fibras naturales como la estopa o mesocarpio de coco, las cuales se utilizará como aditivo natural agregado en la fabricación del concreto con la ayuda de estos agregados disminuimos el peso y ganamos resistencia. Finalmente, (Bacalla, S.; Vega, M.;, 2019) Los autores concluyen que la fibra de uso adicionada al concreto tiene buenas propiedades mecánicas como dureza y elasticidad con las cuales generamos resistencia; además la fibra de coco no contiene sustancias nocivas las cuales no son agresivos al concreto.

2.1.2. Variable Dependiente:

- **Propiedades físicas y mecánicas del mortero**

Para (Soto, 2019, págs. 28-30), define al mortero, como aquel que tiene propiedades físicas en estado fresco y en estado endurecido, vemos en estado fresco, tales como, (i)**consistencia**, Es la que determina la manejabilidad que tendrá un mortero, con la finalidad de obtener una óptima consistencia, se debe agregar una cantidad de agua según la granulometría del mortero, cantidad de finos, uso de aditivos y absorción de agua de la base en la que se aplica.(ii) **retención de agua** , Es la capacidad que tienen los morteros de mantener su estado plástico al momento de entrar en contacto con una superficie absorbente, esta propiedad se puede mejorar al emplear cal para realizar la mezcla, por sus propiedades plásticas, o incrementar la cantidad de finos en la arena.(iii) **densidad del mortero**, Es aquella que se representa en g/cm^3 , kg/m^3 o T/m^3 , siendo esta la combinación de las densidades de los diferentes elementos que constituyen la mezcla del mortero, teniendo en cuenta el contenido de aire que pueda tener la muestra. Los morteros más ligeros son más trabajables, considerando

esto, se pueden emplear agregados artificiales o añadir aditivos airantes. (iv) **velocidad de endurecimiento**, Los tiempos de fraguado nos indican la duración de una mezcla de cemento y agua cuánto tarda en endurecer, brindando las propiedades de resistencia que esta ira adquiriendo en el transcurso del tiempo, esta propiedad se determinar por el tiempo en minutos u horas que tarda en llegar a los tiempos de fraguado inicial y final. Por otro lado, (Soto, 2019, págs. 28-30) señala que el mortero en estado endurecido, al momento de endurecerse la mezcla, es cuando las principales propiedades entran en acción dándole las características fundamentales y prioritarias de los morteros: (v) **adherencia**, que es la resistencia a tracción que se da entre un mortero y el soporte en el cual se aplica, permite que las piezas se mantengan juntas, esta propiedad es vital, puesto que con ella se logra determinar si un mortero lograra resistir el pandeo, las cargas transversales y excéntricas. (vi) **retracción**, Es una contracción que sufre el mortero al ver disminuido su volumen en el momento del fraguado y principio de endurecimiento. Se presenta por la pérdida de agua después de la hidratación del mortero. (vii) **resistencia**, dependiendo de cómo se emplee el mortero, se le exige mayor esfuerzo en un sentido o en otro, para desarrollar un mortero de mayor resistencia usando el mismo agregado y cemento, la única variable a modificar a la hora de realizar la mezcla es la cantidad de cemento para un volumen determinado de mortero y, (viii) **durabilidad**, Es la duración que presenta un mortero cuando se ve afectado por agentes tales como la baja temperatura, penetración del agua, desgaste por abrasión y agentes corrosivos.

2.1.2.1. Dimensiones de Variable

- **Fluidez del mortero**

La fluidez del mortero según (Saenz, J., 2019, pág. 37), Establece que teniendo en cuenta la “NTC 112 se prepara el mortero con cal, arena y agua, una vez lista la mezcla; se utiliza la mesa de flujo según la NTC 111, una capa de 25mm de mortero se coloca en el molde y se pisa 20 veces con el compactador, el molde se llena apisonando cada capa de igual forma, utilizando un palustre se deja la superficie plana, se levanta el molde y la mesa se deja caer 25 veces a una altura de 13mm. Por último, se calcula el diámetro promedio para conocer la fluidez, el cual debe estar entre 110 ± 5 mm.”. Asimismo, (Saenz, J., 2019, pág. 37) señala que “La fluidez del mortero usando cal apagada se encontraba con un porcentaje de agua aproximado al 80%, pero la máxima carga resistida no superaba a 2 kN, por el contrario como la cal viva absorbe el agua, el porcentaje de agua que cumplía con la fluidez de 110 aumentaba al doble, es por esta razón que la dosificación optima se encontró combinando la cal viva y la cal apagada, disminuyendo de esta manera la cantidad de agua a un 65%.”

- **Peso Unitario del agregado fino del mortero**

Respecto al peso unitario del agregado fino del mortero, (Rivas , E., 2019, pág. 8) Define a “el peso unitario se define como el peso (masa) de una muestra de agregado por unidad de volumen que ocupan las partículas agrupadas que lo constituyen, de acuerdo con la NTP 400.017, se definen dos tipos de pesos unitarios, el peso unitario compactado y el peso unitario suelto. El peso unitario compactado representa el máximo peso de material que puede ocupar un volumen dado; el peso unitario suelto es el mínimo. El peso unitario compactado se obtiene varillando el material dentro del recipiente, de modo que en lo posible se logre un mejor acomodo y no queden espacios

entre partículas dentro del recipiente de volumen conocido. El peso unitario suelto consiste simplemente en llenar el recipiente con material hasta rebasar y nivelar para luego determinar la masa”

(Sanchez, J.;, 2019, pág. 16), en su informe de tesis define al “peso unitario depende de ciertas condiciones intrínsecas de los agregados, tales como su forma, tamaño y granulometría, así como el contenido de humedad, también depende de factores externos como el grado de compactación impuesto, el tamaño máximo del agregado en relación con el volumen del recipiente, la forma de consolidación”.

- **Esfuerzo a Compresión de cubos de mortero**

Acerca del Esfuerzo a Compresión de cubos de mortero, (Tarrillo, C.;, pág. 3), en su estudio Tecnología del Concreto define al “mortero de cemento, nombre que recibe la combinación dosificada principalmente de cemento, agua y arena; al que se le puede considerar como un material de construcción de larga y continua tradición, pues el desarrollo de su industria se inicia paralelamente con el descubrimiento del cemento Portland, siendo la función de conglomerante su principal aplicación. Por tanto, se puede considerar al mortero como un tipo especial de concreto constituido por agregados finos destinados a fines diferentes, entre ellos la unión de unidades de albañilería. En tal sentido el mortero no deja de ser menos importante en una obra de ingeniería, por sus diversos usos; es por ello que hoy en día existen más de cien clases de morteros de cemento que ofrecen distintas formas y propiedades químicas y mecánicas que son aplicadas a obras con características particulares de diversos tipos.”.

- **Esfuerzo a Flexión de prismas de mortero**

Se define como los esfuerzos que tienden a doblar el elemento alrededor de cualquiera de los ejes perpendiculares a su eje longitudinal. La flexión es causada por los momentos sobre la estructura creando tracciones y compresiones en los diferentes puntos de la pieza (Terreros, 2014, pág. 19).

- **Esfuerzo a Compresión Diagonal de muretes con mortero**

Para el Esfuerzo a Compresión diagonal de muretes con mortero, (Laguna, W.; Villafane, N.;, pág. 11) describe a la norma “NTP 399.621 (2004): Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería. Esta Norma Técnica Peruana establece el método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión diagonal (corte), en muretes de albañilería de dimensión mínima de 600 mm x 600 mm, mediante la aplicación de una carga de compresión a lo largo de la diagonal del murete, originando de esa manera una falla por tracción diagonal que hace que el espécimen se fisure en la dirección paralela a la aplicación de la carga.”

2.2. Operacionalización Variables

Tabla 2
Operacionalización de variables dependientes e independientes.

Variable	Dimensiones	Indicadores
Adición de Fibra de coco	Adición de fibra de coco en morteros de construcción	Adición de Fibra de coco a morteros Porcentaje de Fibra, en relación al peso de la Arena Gruesa UNICON (%)
	Fluidez del mortero	• Fluidez sin fibras (Diámetro Promedio y % de dimensión).

Variable	Dimensiones	Indicadores
Propiedades físicas y mecánicas del mortero		<ul style="list-style-type: none"> • Fluidez con fibras (Diámetro Promedio y % de dimensión).
	Peso Unitario del agregado fino del mortero	<ul style="list-style-type: none"> • Peso Unitario del agregado fino sin fibras (kg/cm³). • Peso Unitario del agregado fino con fibras (kg/cm³).
	Esfuerzo a de compresión diagonal de muretes con mortero	<ul style="list-style-type: none"> • Esfuerzo a Compresión diagonal de muretes sin fibras (Esfuerzo cortante). • Esfuerzo a Compresión diagonal de muretes con fibras (Esfuerzo cortante).
	Esfuerzo a compresión de cubos de mortero	<ul style="list-style-type: none"> • Esfuerzo a Compresión de cubos sin fibras (kg/cm²). • Esfuerzo a Compresión de cubos con fibras (kg/cm²).
	Esfuerzo a flexión de prismas de mortero	<ul style="list-style-type: none"> • Esfuerzo a Flexión de vigas sin fibras (kg/cm²). • Esfuerzo a Flexión de vigas con fibras (kg/cm²).

2.3. Tipos de investigación

En la línea de (Sanchez, H.; Reyes, C.; Mejia, K., 2018) el enfoque es esencialmente un tipo de acercamiento estratégico a un problema, su comprensión o intervención constituye una visión particular o colectiva de un contexto o problema, y la forma de abarcarlo con la intencionalidad de intervenir, cambiar y resolverlo. Este tipo de enfoque se refiere a una investigación **CUANTITATIVA**, porque a partir de una idea se trazarán los objetivos, que nos llevan a establecer hipótesis y variables, las cuales se

buscarán probarlas; se medirá la variable en un determinado contexto, analizando las mediciones obtenidas (utilizando métodos estadísticos), dándonos una serie de conclusiones respecto de las hipótesis.

2.4. Diseño y alcance de investigación

2.4.1. Diseño

El diseño de la presente investigación es **EXPERIMENTAL** porque se manipularán las variables para señalar su relación con los efectos a través de observaciones y entrevistas. Tal como menciona (Supo, 2012, pág. 3), en su **libro Seminarios de Investigación Científica**, en Perú, señala que “El diseño experimental requiere dos condiciones: intervención y asignación aleatoria (grupo control)”.

Según el Manual Práctico Para El Análisis De Experimentos De Campo, (Quiroga, V., 2011, pág. 20) La experimentación es una técnica utilizada para encontrar el comportamiento de una variable a partir de diferentes combinaciones de factores o variables de entrada de un proceso, que al cambiar afectan la respuesta, esta técnica busca la manipulación sistemática de las variables de entrada de un proceso para entender el efecto que estas pueden causar en la variable respuesta. El diseño es experimental con categoría **CUASIEXPERIMENTAL**, porque se buscará la contrastación de las hipótesis a través de respuestas de la relación causal entre las variables; como menciona (Supo, 2012), la definición del cuasi experimento “Cuando no hay grupo control, no es posible realizar la asignación aleatoria, se realiza dos mediciones en el mismo grupo”.

2.4.2. Alcance

Conforme a los definido en el **Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística**, (Sanchez, H.; Reyes, C.; Mejia, K., 2018) **manifiestan**

que el alcance es el proceso que consiste en desarrollar una descripción detallada del proyecto y del producto, el alcance de una investigación indica el resultado que se obtendrá a partir de ella y condiciona el método que se seguirá para obtener dichos resultados, por lo que es muy importante identificar acertadamente dicho alcance antes de empezar a desarrollar la investigación referida al nivel de logro al cual se propone llegar el investigador.

2.4.2.1. Explicativo

En el libro **Metodología de la investigación**, (Niño, V.;;, 2011) define al método explicativo como a el instrumento utilizado en muchos tipos de investigación; es casi como el objetivo final, la meta o la exigencia, ya que busca respuesta a una pregunta fundamental, por el deseo de conocer y saber del ser humano: “¿Por qué?”. Averigua las causas de las cosas, hechos o fenómenos de la realidad. La explicación es un proceso que va mucho más allá de la simple descripción de un objeto, es explicar el por qué. “Este es el tipo de investigación que más profundiza nuestro conocimiento de la realidad, porque explica la razón, el porqué de las cosas, y es por lo tanto más complejo y delicado, pues el riesgo de cometer errores aumenta considerablemente” (Sabino, 1998).

2.5. Población, muestra y muestreo (Materiales, instrumentos y métodos)

2.5.1. Población

Morteros con adición de fibra de estopa de coco.

2.5.2. Muestreo

No aleatorio, debido a que el investigador puede tener influencia en la selección de la misma, seleccionando a los sujetos a fin de alcanzar un objetivo determinado.

2.5.3. Tamaño de muestra

- **Propiedades Físicas**

Tabla 3

Mezclas para ensayos de Fluidez y Peso Unitario del agregado fino del mortero.

Muestra	Patrón	Dos: 0.5% Long.:1.0 cm	Dos: 0.5% Long.:2.0 cm	Parcial	Total
Fluidez (Muestra)	1	1	1	3	
Peso Unitario Suelto (Muestra)	1	1	1	3	9
Peso Unitario Compactado (Muestra)	1	1	1	3	

Fuente: Elaboración propia

- **Propiedades Mecánicas**

Tabla 4

Mezclas para ensayos de compresión axial de cubos, compresión diagonal de muretes y flexión de prismas.

Muestra	Patrón	Dos: 0.5% Long.:1.0 cm	Dos: 0.5% Long.:2.0 cm	Parcial	Total
Cubo	3	3	3	9	
Prisma	9	9	9	27	45
Murete	3	3	3	9	

Fuente: Elaboración propia

2.5.4. Materiales

Para esta investigación, el coco fue obtenido de la provincia de Morropón – Piura, distrito de Buenos Aires, caserío Carrasquillo, la cual se encuentra a una altitud de 135 msnm, con una latitud de -5.26083 Sur y una longitud de -79.9642 Oeste. En aquel lugar es muy accesible poder recoger la estopa de coco de las chacras, ya que solamente se requiere el fruto con fines comerciales, dejando la estopa regado por los suelos.



Figura 6. (a) y (b) Obtención de la estopa de coco, proveniente de Morropón – Piura.

2.5.5. Instrumentos

Los instrumentos empleados, tales como equipos para ensayo, normativas técnicas, herramientas, etc., fueron brindados por el Laboratorio N°1 de Ensayo de Materiales “Ing. Manuel Gonzales de la Cotera” de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería, ubicado en la ciudad de Lima, el cual, está especializado en ensayos para el sector construcción, en base a la NTP ISO / IEC 17025.

2.5.6. Método seleccionado

El método es Hipotético – deductivo, ya que, se plantea un problema a través de la observación de un caso particular.

2.6. Procedimientos, técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.6.1. Instrumentos de recolección

Se usó Laboratorio N°1 de Ensayo de Materiales “Ing. Manuel Gonzales de la Cotera” de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería, ubicado en la ciudad de Lima.

*Tabla 5
Instrumentos de recolección*

Indicadores	Instrumento (Norma)	Instrumento (Equipo para Ensayo)
- Fluidez sin fibras (Diámetro Promedio y % de dimensión).	NTP 334.057:2019	Mesa de flujo y molde
- Fluidez con fibras (Diámetro Promedio y % de dimensión).		
- Peso Unitario del agregado fino sin fibras (kg/cm ³).	NTP 400.017:2020	Molde y apisonador
- Peso Unitario del agregado fino con fibras (kg/cm ³).		
- Esfuerzo a Compresión diagonal de muretes sin fibras (Esfuerzo cortante).	NTP 399.621:2004 (Revisada el 2015)	Equipo de compresión diagonal hidráulica
- Esfuerzo a Compresión diagonal de muretes con fibras (Esfuerzo cortante).		
- Esfuerzo a Compresión de cubos sin fibras (kg/cm ²).	NTP 334.051:2019	Equipo de compresión hidráulica
- Esfuerzo a Compresión de cubos con fibras (kg/cm ²).		
- Esfuerzo a Flexión de vigas sin fibras (kg/cm ²).	NTP 334.120:2016	Equipo de compresión hidráulica
- Esfuerzo a Flexión de vigas con fibras (kg/cm ²).		

2.6.2. Procedimientos

2.6.2.1. Adquisición de la fibra de estopa de coco.

Una vez obtenido la estopa de coco, se procede a la extracción de la fibra de coco, previo cortado y remojo en agua, ya que eso permite una mayor facilidad del desmenuzamiento de la fibra. Luego son remojadas en una poza de agua con cal durante 2 días, con el fin de eliminar impurezas.



Figura 7. (a) Proceso de limpieza de polvillo de la fibra de estopa de coco, (b) Obtención de fibra de estopa de coco.



Figura 8. (a) Esparcido de la fibra de estopa de coco obtenida, (b) Preparación de la solución de cal 10 g /L.

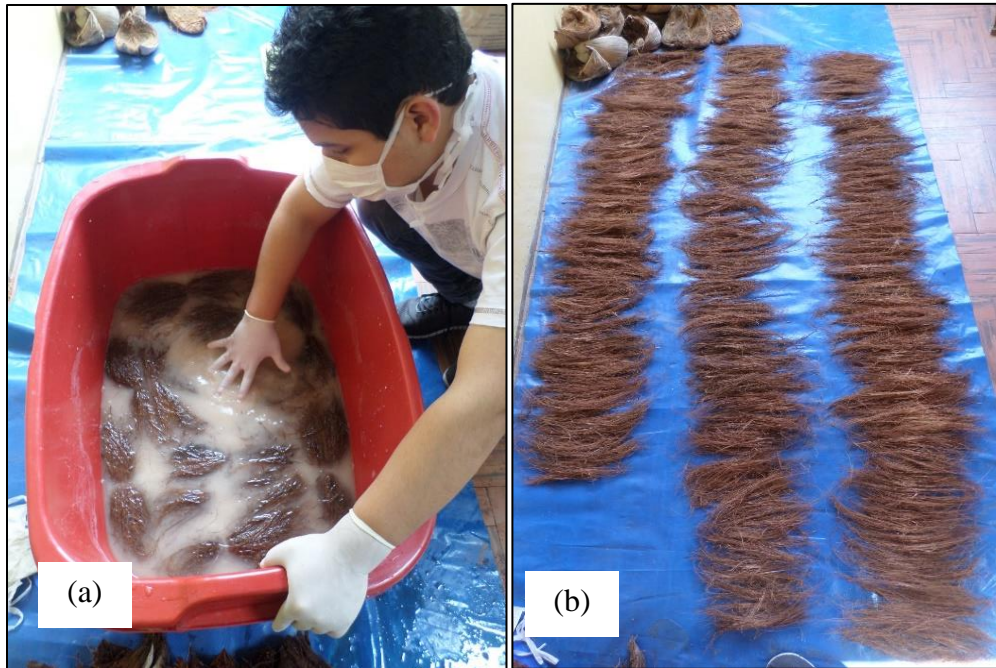


Figura 9. (a) Proceso de sumergido y limpieza de impurezas de la fibra de estopa obtenida, (b) Esparcimiento de fibra para el secado al natural.



Figura 10. Corte de fibra de estopa de coco, de acuerdo a las longitudes requeridas.

2.6.2.2. Ensayo de agregados

- **AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino (NTP 400.012:2013)**

Dicho método determina la distribución por tamaño de las partículas de agregado fino mediante tamizado. Una muestra de agregado seco, es separada a través

de tamices con aberturas de mayor a menor, para saber la forma en la que se distribuirá el tamaño de las partículas.

Tabla 6
Tamices para Agregado Fino.

(Pulgada)	(Milímetro)
3/8"	9.5
N°4	4.75
N°8	2.38
N°16	1.19
N°30	0.6
N°50	0.3
N°100	0.15

Fuente: Norma NTP 400.012:2013

Tabla 7
Límites de gradación de agregado fino.

#	Abertura del Tamiz	Límite Superior (%)	Límite Inferior (%)
3/8"	9.5	100.00	100.00
N°4	4.75	100.00	95.00
N°8	2.38	100.00	80.00
N°16	1.19	85.00	50.00
N°30	0.6	60.00	25.00
N°50	0.3	30.00	5.00
N°100	0.15	10.00	0.00

Fuente: Norma NTP 400.012:2013

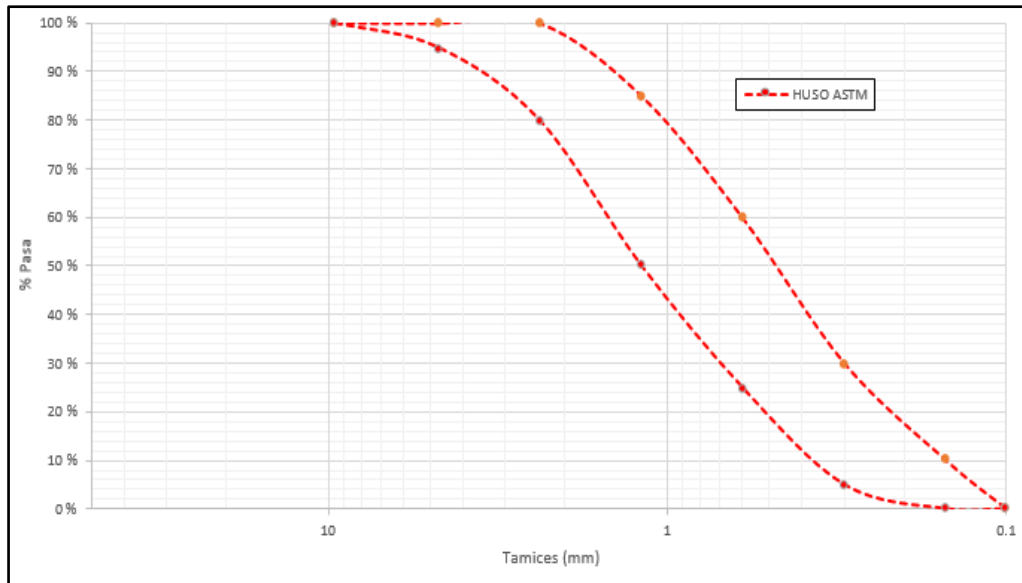


Figura 11. Uso granulométrico de agregado fino

Fuente: Norma NTP 400.012:2013

Materiales y equipos

- Agregado fino.
- Balanza.
- Taras
- Cucharón metálico.
- Horno a $110^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$.
- Juego de mallas de 3/8", N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100

Procedimientos

- Se hizo la toma de la muestra seleccionada de agregado fino de la bolsa de arena gruesa, proveniente de las canteras de UNICON.
- Luego se procedió al cuarteo de la muestra de agregado fino.
- Una vez terminado lo anterior, se realizó el pesaje a una de las muestras obtenidas por el cuarteo.

- Debemos tener listo el apilado de los tamices de menor a mayor de acuerdo a su abertura nominal.
 - Luego se introdujo la muestra y se comenzó con el proceso de tamizado, para así poder identificar la cantidad de material fino retenido y finalizar con el pesaje en cada tamiz.
- **AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para Absorción del Agregado Fino (NTP 400.022:2013)**

Esta NTP se aplica para determinar el peso específico seco, el peso específico húmedo saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción de agregado fino.

$$W = \frac{W_W}{W_S} * 100$$

Ecuación 1. Contenido de humedad expresado en %.

Donde:

W = Contenido de humedad expresado en %.

W_W = Peso del agua existente en la masa de suelo.

W_S = Peso de las partículas sólidas.

Materiales y equipos

- Agregado fino con humedad natural.
- Balanza.
- Cucharón metálico
- Horno a $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- Taras

Procedimientos

- Se dió inicio al ensayo con el registro del pesaje de las taras a usarse.
 - De forma consiguiente, se pesó el agregado fino, una vez ya colocado en la tara.
 - Luego se introdujo el material en el horno de laboratorio durante 24 horas, teniendo en cuenta las indicaciones a cumplir, tal como la temperatura constante.
 - Una vez cumplido el tiempo reglamentario, se dejó enfriando la muestra para que así pueda ser manipulable y posteriormente ser pesado con su recipiente, teniendo en cuenta ya el registro de la tara.
 - Por último, se finalizó el cálculo del contenido de humedad en el agregado fino, con los datos obtenidos durante el desarrollo del ensayo.
- **AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para el peso específico del Agregado Fino (NTP 400.022:2013)**

Dicha normativa servirá para determinar la relación entre el peso de la masa del agregado y el volumen total.

$$P_e = \frac{W_o}{(V-V_a)}$$

Ecuación 2. Contenido de humedad expresado en %.

Donde:

P_e = Contenido de humedad expresado en %.

W_o = Peso del agua existente en la masa de suelo.

V = Peso de las partículas sólidas.

W_o = Peso del agua existente en la masa de suelo.

Materiales y equipos

- Muestra de agregado fino.

- Molde de cono truncado
- Apisonador.
- Balanza.
- Taras.
- 1 Fiola de 1000 ml.
- Agua.

Procedimientos

- Se dió inicio al ensayo con la selección de material fino, para su humedecimiento por un tanto de 24 horas.
 - Una vez cumplido el tiempo normativo, es que se procedió al retiro del agua superficial, ya que el agregado fino ya debió alcanzado el estado saturado superficialmente seco.
 - Posteriormente, la muestra se colocó en un recipiente graduado, demostrando su volumen por el método volumétrico.
 - Luego la muestra fue secada al horno y se determinó de nuevamente la masa.
 - Finalmente. Una vez obtenido los valores, fue posible calcular la densidad y la densidad relativa (gravedad específica) y la absorción.
- **AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) (NTP 400.017:2011)**

Este método de ensayo cubre la determinación del peso unitario suelto o compactado y el cálculo de vacíos en el agregado fino, grueso o en una mezcla de ambos, basados en la misma determinación.

$$M = (G - T)/V$$

Ecuación 3. Densidad de masa del agregado

Donde:

M = Densidad de masa del agregado, kg/m³.

G = M, kg.

T = Masa del recipiente, kg.

V = Volumen del recipiente, m³

Materiales y equipos

- Muestra de agregado fino.
- Molde de cono truncado
- Apisonador.
- Balanza.
- Taras.
- 1 Fiola de 1000 ml.
- Agua.

Procedimientos

Peso Unitario Suelto para el Agregado Fino

- El ensayo se inició determinando el peso del molde a usarse, el cual se colocó sobre una bandeja para evitar el esparcimiento del agregado fino.
- Una vez que se aseguró la ubicación del molde, se procedió al llenado del molde con agregado fino a una altura de 2", rebosándolo del límite del molde, ya que luego se niveló con la varilla.

- Luego se procedió al pesaje del molde relleno, en el cual se tuvo presente el dato del peso del molde. Así de esa manera se obtuvo el peso contenido por diferencias.
- Todo el procedimiento se llevó a cabo 2 veces más, para poder de esa forma obtener mayor precisión en el resultado.

Peso Unitario Compactado para el Agregado Fino

- El ensayo se inició determinando el peso del molde a usarse, el cual se colocó sobre una bandeja para evitar el esparcimiento del agregado fino.
- Una vez que se aseguró la ubicación del molde, se procedió al llenado uniforme del molde con agregado fino hasta $1/3$ de su altura, compactándolo con 25 golpes con una varilla.
- Luego una vez alcanzado los $2/3$, se compactó de la misma manera y de forma consiguiente hasta llegar a rebosar.
- Una vez que se logró lo anterior, se procedió a enrasar con la varilla y pesar el material compactado más el molde.
- Todo el procedimiento se llevó a cabo 2 veces más, para poder de esa forma obtener mayor precisión en el resultado.

2.6.2.3. Ensayos del mortero

- **CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la fluidez de morteros de cemento Portland. (NTP 334.057:2019)**

Dicho método es aplicable para la determinación de la fluidez de morteros de cemento Portland y de morteros que contengan otros materiales cementosos.

$$\%Fluidez = \frac{DP - DI}{DI} * 100$$

Ecuación 4. Fluidez del mortero

Donde:

$\%Fluidez$ = Fluidez del mortero

DP = Diámetro promedio de las cuatro mediciones realizadas

DI = Diámetro inicial de la pasta o diámetro máximo del anillo.

Materiales y aparatos

- Mesa y molde de flujo
- Pisón o compactador
- Espátula
- Regla
- Mortero de cemento Portland

Procedimientos

- El ensayo se inició con la limpieza y secado de la plataforma de la mesa de flujo, colocando posteriormente el molde de fluidez al centro.
- Una vez que se aseguró la ubicación del molde, se procedió a la colocación de una capa de mortero de aproximadamente 25 mm de espesor, el cual fue compactado 20 veces por el pisón, distribuyéndose uniformemente.
- Para la segunda capa, se procedió a aplicar el mismo procedimiento anteriormente mencionado.
- Culminado la aplicación de las 2 capas, se procedió al retiro del exceso de mortero con un corte en una superficie plana y el enrasado a nivel del borde superior del molde con la espátula.

- Por consiguiente, se limpió y secó la superficie de la mesa para luego realizar el levantamiento, pasado el minuto de reposo. Inmediatamente se dejó caer la mesa 25 veces en 15 segundos.
- Finalmente se midió los diámetros del mortero en milímetros, usando como referencia las divisiones marcadas en la parte superior de la mesa.



Figura 12. Elaboración de mezcla de mortero para la realización del ensayo de fluidez.

- **CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento Portland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado. (NTP 334.051:2019)**

Esta Norma Técnica Peruana es aplicable para determinar la resistencia a la compresión de cementos Portland y otros morteros.

$$f_m = P/A$$

Ecuación 5. Resistencia a la compresión

Donde:

f_m = Resistencia a la compresión en Mpa.

P = Carga máxima total en N.

A = Área de la superficie de carga en mm^2 .

Materiales y aparatos

- Pesas y balanzas
- Probetas de vidrio
- Moldes
- Mezcladora, recipiente y paleta
- Mesa y molde de flujo
- Compactador
- Badilejo
- Cámara húmeda o cuarto de curado.
- Máquina de ensayo
- Mortero de cemento Portland

Procedimientos

- Se elaboró la mezcla de mortero.
- Una vez realizado la mezcla, rápidamente se vertió el mortero en los compartimientos del molde formando una 1ra capa de 25mm.
- Luego se procedió al apisonamiento de la 1ra capa con 32 golpes del compactador, en 4 etapas de 8 golpes adyacentes cada una.
- Continuando con el proceso, se realizó la compactación de la segunda capa aplicando el mismo procedimiento de apisonamiento.
- Finalmente se alisó la superficie y la limpieza respectiva del molde.

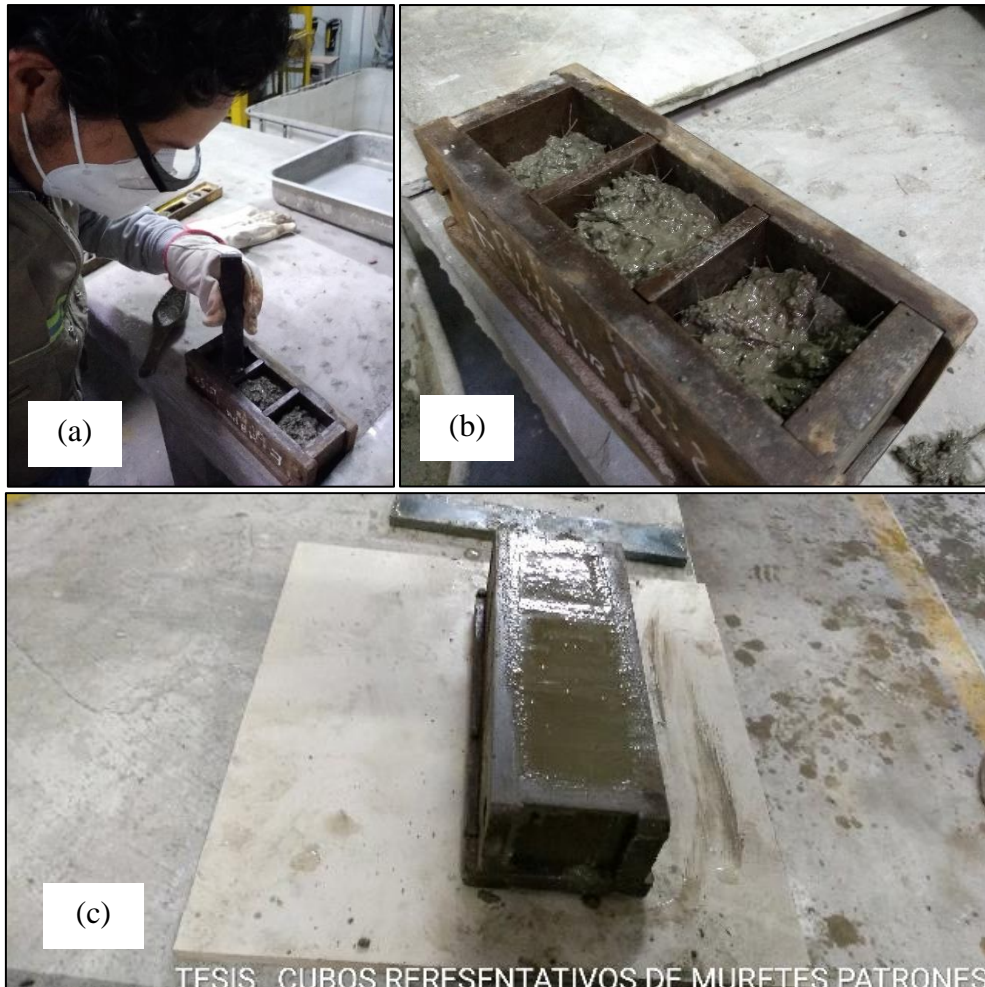


Figura 13. (a) vertido de la mezcla de mortero en el molde; (b) apisonamiento de las capas de mortero; (c) nivelado de la mezcla.

- **CEMENTOS. Método de ensayo normalizado de resistencia a la flexión de mortero de cemento hidráulico. (NTP 334.120:2016)**

Esta Norma Técnica Peruana establece un método para determinar la resistencia a la flexión del mortero de cemento hidráulico.

$$R_f = 0.0028P$$

Ecuación 6. Resistencia a la flexión

Donde:

R_f = Resistencia a la flexión, Mpa, y

P = Carga máxima total, N.

Materiales y equipos

- Pesos, balanzas y vasos graduados
- Mezclador, tazón y paleta
- Mesa de flujo y molde de flujo
- Moldes del espécimen
- Pisón
- Guía del pisón
- Badilejo
- Dispositivo del ensayo de flexión
- Máquina de ensayo de compresión

Procedimientos

- Se elaboró la mezcla de mortero.
- Una vez elaborado el mortero, rápidamente se vertió este en los compartimientos del molde formando una 1ra capa de 20mm.
- Luego se procedió al apisonamiento de la 1ra capa con 12 golpes del compactador, en 3 etapas de 4 golpes.
- Continuando con el proceso, se realizó la compactación de la segunda capa aplicando el mismo procedimiento de apisonamiento.
- Finalmente se alisó la superficie y la limpieza respectiva del molde.



Figura 14. (a) Elaboración de la mezcla de mortero con y sin fibra de estopa de coco; (b) Colocación de las mezclas de mortero en moldes para prismas (40mm*40mm*160mm).

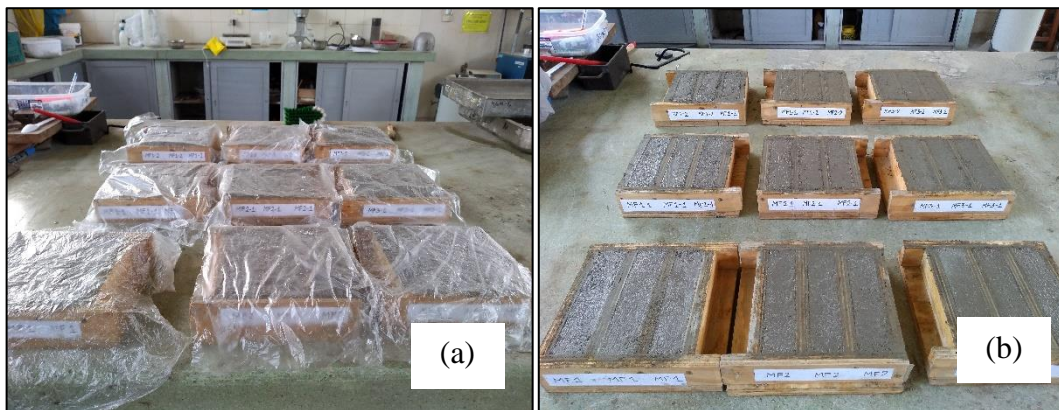


Figura 15. (a) Culminación de la elaboración de los prismas de mortero; (b) Colocación de las mezclas de mortero en moldes.

- **UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería. (NTP 399.621:2004)**

Esta Norma Técnica Peruana establece el método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión diagonal (corte), en muretes de albañilería de dimensión mínima 600 mm x 600 mm, mediante la aplicación de una carga de compresión a lo largo de una diagonal, originando de esa manera una falla por tracción diagonal que hace que el espécimen se fisure en la dirección paralela a la aplicación de la carga.

$$Vm = \frac{0.707 P}{A_b}$$

Ecuación 7. Resistencia a esfuerzos cortantes

Donde:

Vm = Esfuerzo cortante sobre el área bruta, en Mpa.

P = Carga aplicada, en N.

A_b = Área bruta del espécimen, en mm², calculada como sigue.

Equipos

- Máquina de ensayo
- Escuadras de carga

Procedimientos

- Se elaboraron los muretes de 600 mm x 600 mm.
- Luego se procedió a la colocación de las escuadras de carga superior e inferior de manera que estén centradas.
- Una vez cumplido lo anterior, se asentaron los muretes en una posición centrada y a plomo, procediendo así a la aplicación de la fuerza.



Figura 16. (a) Elaboración de cama de mortero para la unidad de albañilería en contacto con la escuadra de carga; (b) Asentado de ladrillo para elaboración de muretes.



Figura 17. (a) Revisión de alineado de ladrillos con nivel de mano; (b) Finalizado del asentado de ladrillos para murete (0.60m*0.60m).

2.6.2.4. Diseño y elaboración de la mezcla de mortero

Para la elaboración del diseño de mezcla, se planteó trabajar con 1 mortero patrón y 2 morteros con adiciones diferentes en longitud de fibra de estopa de coco en un porcentaje de 0.5% en función al peso del agregado fino), las cuales fueron:

- 0.00 cm
- 1.00 cm
- 2.00 cm

A continuación. La tabla siguiente, nos muestra la proporción en volumen y pesos.

Tabla 8
Matriz para Peso Unitario de agregados.

Proporción	Volúmenes		Pesos		Agua (L)	Relación (a/c)
	Cemento	Arena	Cemento (Kg)	Arena (Kg)		
1:2.98	1	2.98	500	1490	280	0.56

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9
Terminología de mezclas

Muestras	Fibra de estopa de coco de 1.0 cm y 2.0 cm		
	Mezcla N°	Longitud de Fibra (cm)	Volumen de Fibra (%)
	$1P_{(1)} / 1P_{(2)} / 1P_{(3)}$	0.0	0.0
Cubos	$1P - 1_{(1)} / 1P - 1_{(2)} / 1P - 1_{(3)}$	1.0	0.5
	$1P - 2_{(1)} / 1P - 2_{(2)} / 1P - 2_{(3)}$	2.0	0.5
	MF1 / MF2 / MF3	0.0	0.0
Prismas	MF1-1 / MF2-1 / MF3-1	1.0	0.5
	MF1-2 / MF2-2 / MF3-2	2.0	0.5
	CD1 / CD2 / CD3	0.0	0.0
Murete	CD1-1 / CD2-1 / CD3-1	1.0	0.5
	CD1-2 / CD2-2 / CD3-2	2.0	0.5
	FL1	0.0	0.0
Fluidez	FL1-1	1.0	0.5
	FL1-2	2.0	0.5
Peso	PU1	0.0	0.0
Unitario del agregado fino	PU1-1	1.0	0.5
	PU1-2	2.0	0.5

Fuente: Elaboración propia

2.7. Análisis estadístico

La hipótesis general se contrastará mediante cuadros estadísticos y las hipótesis específicas mediante pruebas cuantitativas de análisis de regresión no lineal (cuadrática). Por último, determinaremos la validez del modelo matemático mediante el análisis de varianza (ANOVA), dado para determinar la Influencia de la adición de fibra de coco, en las propiedades físicas y mecánicas del mortero.

2.7.1. Validación de datos para el ensayo de resistencia a la compresión diagonal en muretes.

Se tiene el resumen de resultados de la resistencia a los esfuerzos cortantes en muretes con y sin fibras de estopa de coco a los 28 días.

Tabla 10
Resistencia a la compresión diagonal de muretes con y sin fibras de estopa de coco a los 28 días.

Mezclas	Esfuerzo Cortante (Mpa)	Esfuerzo Cortante Promedio (Mpa)	
		28 días	
CD1	1.6		
CD2	1.6	1.6	
CD3	1.5		
CD1-1	1.3		
CD2-1	1.3	1.3	
CD3-1	1.2		
CD1-2	1.3		
CD2-2	1.3	1.2	
CD3-2	1.2		

2.7.2. Validación de datos para el ensayo de resistencia a la compresión en cubos de mortero.

Se tiene el resumen de resultados de la resistencia a los esfuerzos de compresión en cubos con y sin fibras de estopa de coco a los 28 días para mezclas.

Tabla 11
Resistencia a la compresión de cubos con y sin fibras de estopa de coco a los 28 días.

Mezclas	Esfuerzo Compresión (kg/cm ²)	Esfuerzo Compresión Promedio (kg/cm ²) 28 días	
1P ₍₁₎	323.9		
1P ₍₂₎	324.5		326.5
1P ₍₃₎	330.9		
1P – 1 ₍₁₎	244.4		252.6
1P – 1 ₍₂₎	261.3		
1P – 1 ₍₃₎	252.2		
1P – 2 ₍₁₎	317.5		
1P – 2 ₍₂₎	282.5		289.5
1P – 2 ₍₃₎	268.5		

2.7.3. Validación de datos para el ensayo de resistencia a la flexión en prismas de mortero

Se tiene el resumen de resultados de la resistencia a los esfuerzos a flexión en prismas con y sin fibras de estopa de coco a los 7, 14 y 28 días para mezclas.

Tabla 12
Resistencia a la flexión en prismas con y sin fibras de estopa de coco a los 7, 14 y 28 días.

Mezclas	Resistencia a la flexión (Mpa)		
	7 días	14 días	28 días
MF1	9.1	9.8	9.6
MF2	8.2	8.8	8.7
MF3	7.5	7.8	8.6
MF1-1	7.2	7.7	8.1
MF2-1	7.1	7.9	8.7
MF3-1	7.7	7.9	8.8
MF1-2	9.0	9.2	10.2
MF2-2	8.1	8.8	10.2
MF3-2	9.1	9.4	8.4

Tabla 13
Promedio de resistencia a la flexión en prismas con y sin fibras de estopa de coco a los 7, 14 y 28 días.

Mezclas	Resistencia a la flexión (Mpa)		
	7 días	14 días	28 días
MF1			
MF2	8.3	8.8	9.0
MF3			
MF1-1			
MF2-1	7.4	7.9	8.5
MF3-1			

Mezclas	Resistencia a la flexión (Mpa)		
	7 días	14 días	28 días
MF1-2			
MF2-2	8.7	9.1	9.6
MF3-2			

2.7.4. Validación de datos para el ensayo fluidez de morteros

Se tiene el resumen de resultados de la fluidez del mortero con y sin adición de fibras estopa de coco.

Tabla 14
Fluidez del mortero con y sin adición de fibras de estopa de coco.

Mezclas	Fluidez (%)
FL1	110
FL1-1	36.07
FL1-2	47.15

2.7.5. Validación de datos para el ensayo de peso unitario del agregado fino

Se tiene el resumen de resultados del peso unitario del agregado fino con y sin adición de fibras estopa de coco.

Tabla 15
Peso Unitario del agregado fino del mortero con y sin adición de fibras de estopa de coco.

Mezclas	Peso Unitario Suelto (kg/cm ³)	Peso Unitario Compactado (kg/cm ³)
PU1	1619.40	1784.28

Mezclas	Peso Unitario Suelto (kg/cm³)	Peso Unitario Compactado (kg/cm³)
PU1-1	1483.71	1669.75
PU1-2	1483.60	1702.51

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Fluidez del mortero

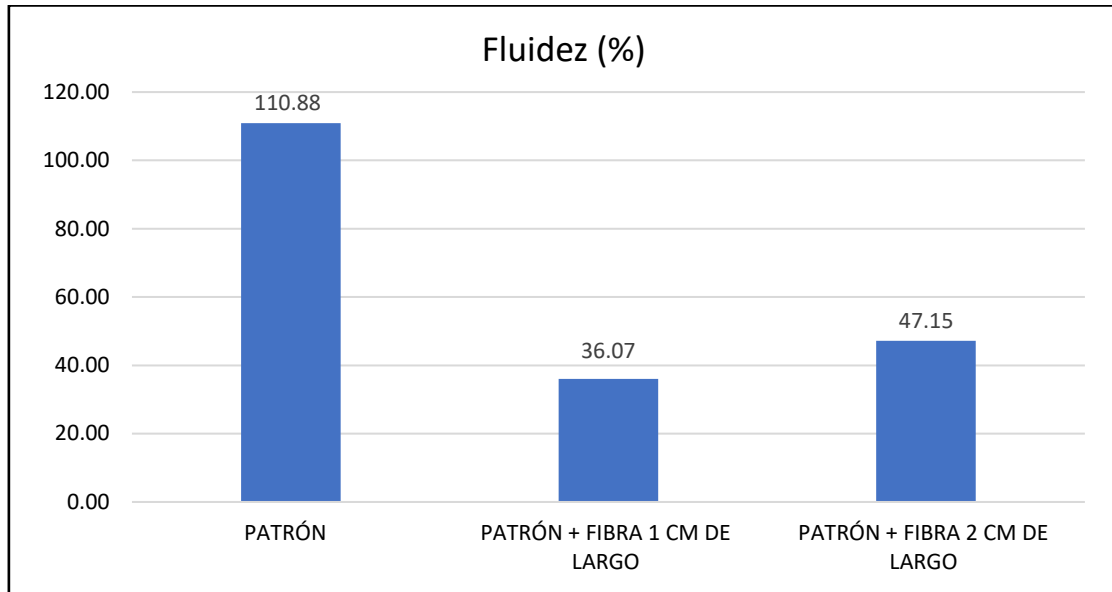


Figura 18. Resultados comparativos de la fluidez de mortero con incorporación de fibra de estopa de coco de 1 cm y 2 cm de longitud., respecto a la fluidez de la mezcla convencional.

3.2. Peso Unitario del mortero

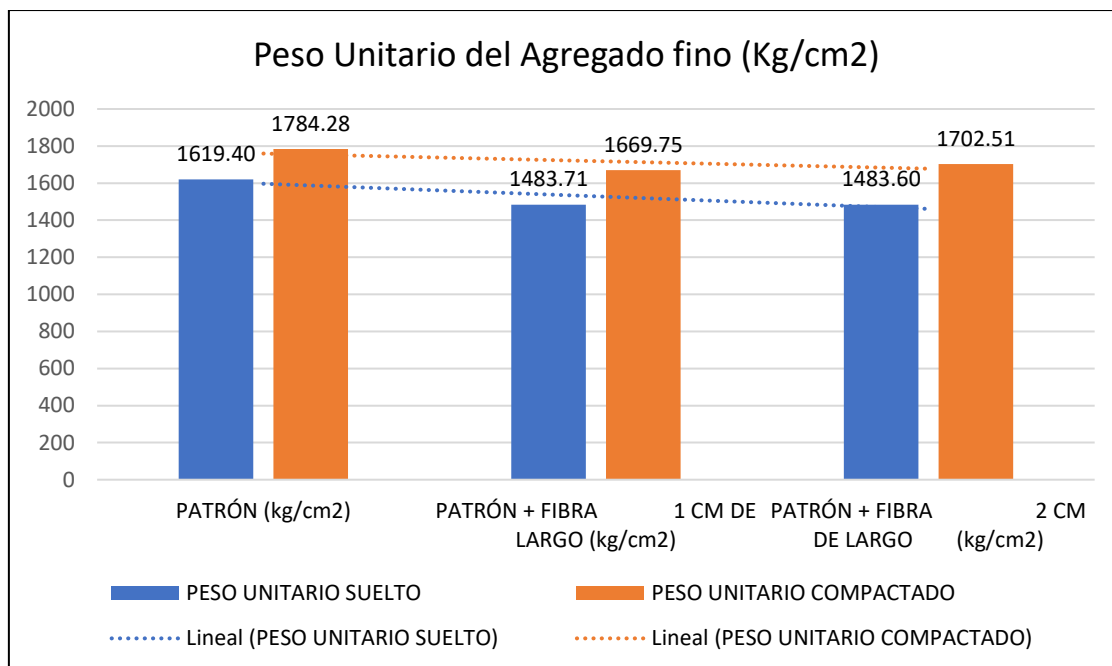


Figura 19. Resultados comparativos del peso unitario del agregado fino del mortero con incorporación de fibra de estopa de coco de 1 cm y 2 cm de longitud., respecto a la mezcla convencional.

3.3. Compresión diagonal en muretes

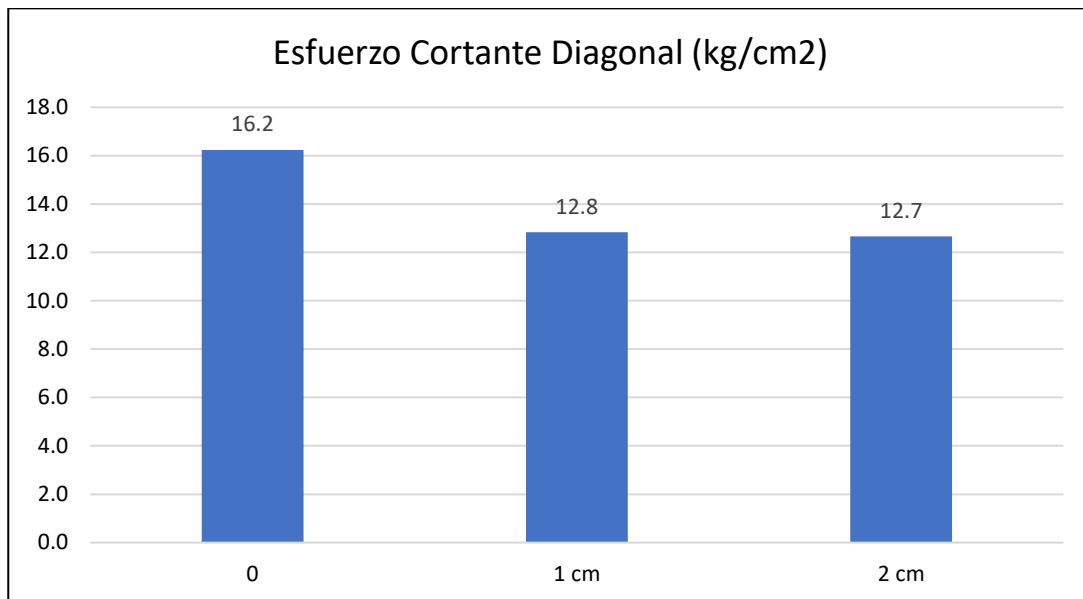


Figura 20. Resultados comparativos del esfuerzo cortante diagonal de morteros en muretes con incorporación de fibra de estopa de coco de 1 cm y 2 cm de longitud.

3.4. Compresión de cubos

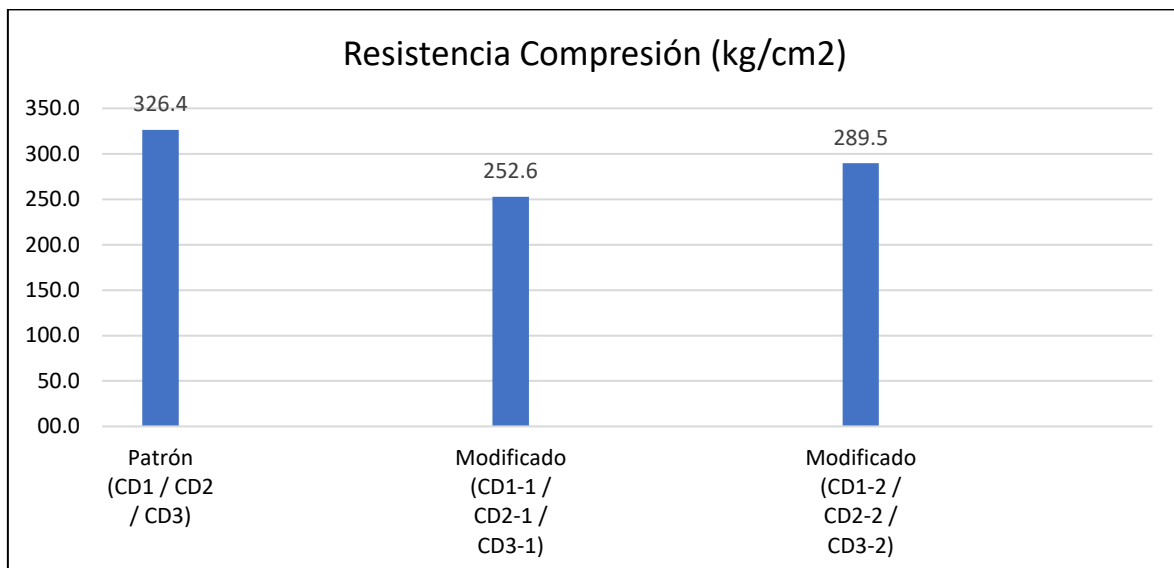


Figura 21. Resultados comparativos de la resistencia a la compresión axial de cubos de mortero con incorporación de fibra de estopa de coco de 1 cm y 2 cm de longitud, respecto a los cubos, hechos a base de mortero convencional.

3.5. Flexión de prismas

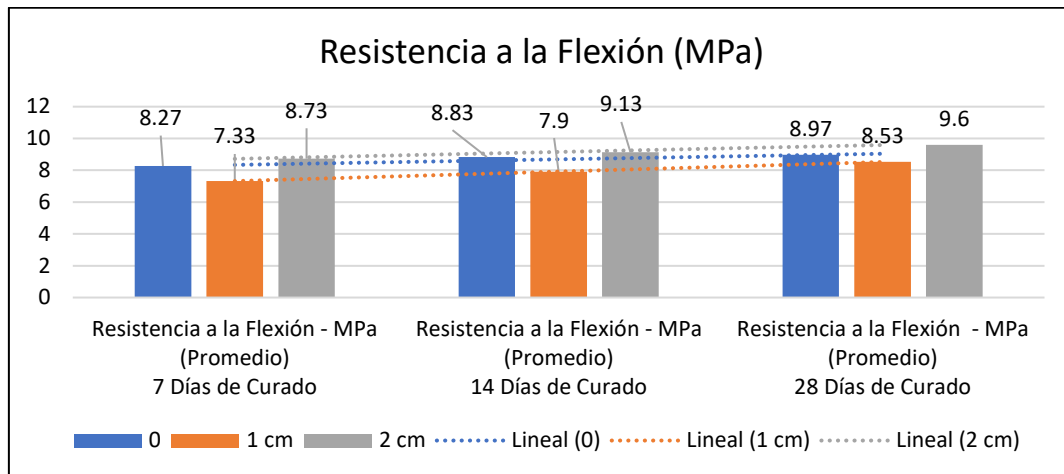


Figura 22. Resulta dos comparativos del esfuerzo cortante diagonal de morteros en muretes con incorporación de fibra de estopa de coco de 1 cm y 2 cm de longitud.

3.6. Normalización de la influencia de las variables

Para realizar el análisis de regresión cuadrática se realizó la prueba de normalidad de los resultados de las pruebas de las variables y sus dimensiones.

- H_0 : “La variable dependiente propiedades físicas y mecánicas del mortero al agrega fibras de coco, siguen una distribución Normal”.
- H_1 : “La variable dependiente propiedades físicas y mecánicas del mortero al agregar fibras de coco no siguen una distribución Normal”.

Tabla 16

Cuadro de propiedades físicas y mecánicas del mortero.

Propiedades Físicas y Mecánicas del Mortero	Shapiro - Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Fluidez	,858	3	,263
Peso Unitario Suelto del agregado fino	,751	3	,006
Peso Unitario Compactado del agregado fino	,942	3	,537
Resistencia a Compresión Kg/Cm ²	1,000	3	,999

Resistencia a la Flexión (Promedio) 7 Días Curado	,962	3	,627
Resistencia a la Flexión (Promedio) 14 Días Curado	,920	3	,451
Resistencia a la Flexión (Promedio) 28 Días Curado	,990	3	,805
Esfuerzo Cortante Diagonal	,784	3	,076

Fuente: Elaboración propia en SPSS

- N. S= 0.05

- En el cuadro de normalidad de la columna sig. Shapiro-Wilk de todos son mayores que 0.05, lo cual determina que se acepta la hipótesis Nula.

- Se concluye que la variable dependiente propiedades físicas y mecánicas del mortero al agregar fibras de coco siguen una distribución Normal. Por tanto, aplicaremos la prueba de análisis de regresión lineal cuadrática con sus respectivas pruebas de ANOVA para contrastar las hipótesis planteadas, como general y específicas.

a. El Planteo de las Hipótesis General

- Ho: “La adición de fibra de coco no influye en las propiedades físicas y mecánicas del mortero.”

- H1: “La adición de fibra de coco si influye en las propiedades físicas y mecánicas del mortero.”

b. N. S.= 0.05

- La contrastación de la Hipótesis: mediante el siguiente cuadro estadístico verificaremos que la adición de las fibras finas de coco influye las propiedades mecánicas y físicas del mortero.

c. Conclusión:

Se puede concluir, que la adición fibra de coco si influye en las propiedades físicas y mecánicas del mortero.

3.7. Prueba de hipótesis para el ensayo de fluidez

a. Planteamiento de la Hipótesis Específica

- Ho: “La adición de fibras de coco no influye en la fluidez del mortero, $\beta_2 = 0$ ”

- H1: “La adición de fibras de coco si influye en la fluidez del mortero $\beta_2 \neq 0$ ”

b. N.S.=0.05

c. La Contrastación de la Hipótesis regresión cuadrática prueba de la ANOVA.

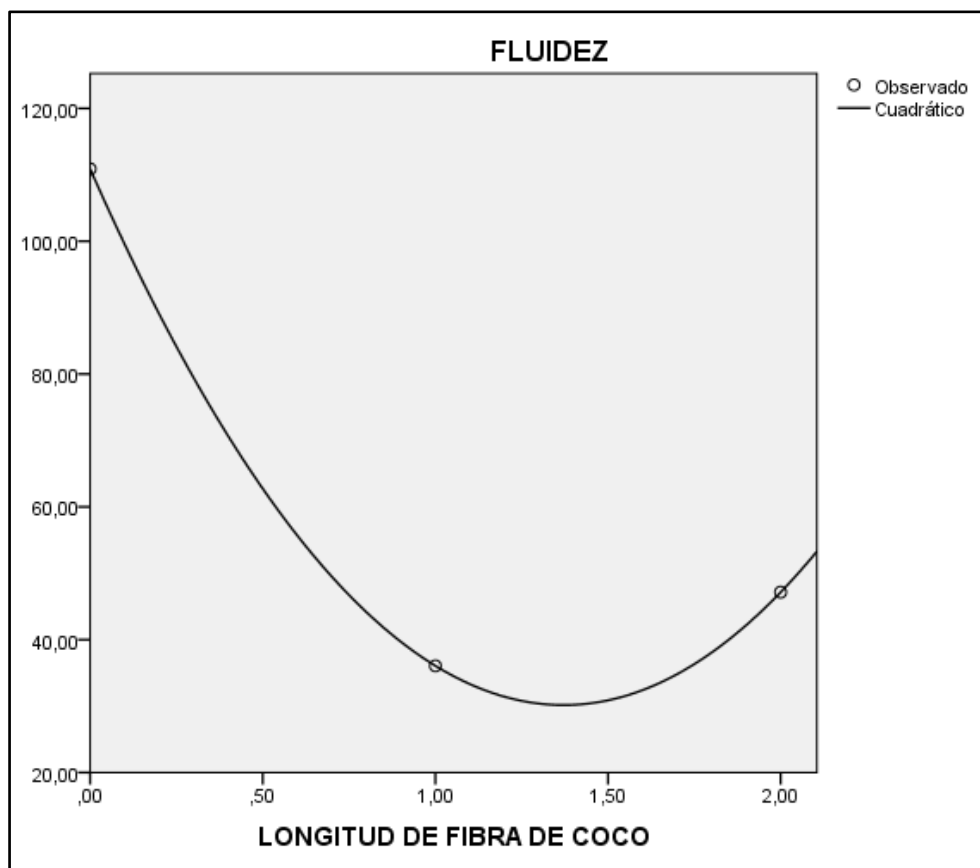


Figura 23. Regresión cuadrática de fluidez del mortero

Tabla 17
Cuadro de ANOVA – Fluidez.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	3260,272	2	1630,136	.	0.00
Residual	0,00	0	.		
Total	3260,272	2			

La variable independiente es la Longitud de Fibra de Coco.

Tabla 18
Coefficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típico	Beta		
LONGITUD DE FIBRA DE COCO	-117,755	,000	-2,917	.	.
LONGITUD DE FIBRA DE COCO ** 2	42,945	,000	2,214	.	.
(Constante)	110,880	,000		.	.

El modelo matemático es: $\hat{Y} = 110,880 - 117,755x + 2,945x^2$

Tabla 19
Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
1,000	1,000	.	.

La variable independiente es Longitud de Fibra de Coco.

Se observa en el cuadro de la ANOVA la columna sig. 0,00 es un indicador que se rechaza la hipótesis nula. Se puede agregar que existe una correlación cuadrática casi perfecta 100%.

3.8. Prueba de hipótesis para el Peso Unitario Compactado del agregado fino

a. El Planteo de las Hipótesis Especifica 2.A

- H_0 : “La adición de fibra de coco no influye en el Peso Unitario Compactado del agregado fino del mortero, estadísticamente $\beta_2=0$.”

- H_1 : “La adición de fibra de coco si influye en el Peso Unitario Compactado del agregado fino del mortero, estadísticamente $\beta_2 \neq 0$.”

b. N.S. = 0.05

c. La Contrastación de la Hipótesis regresión Cuadrática prueba de la ANOVA.

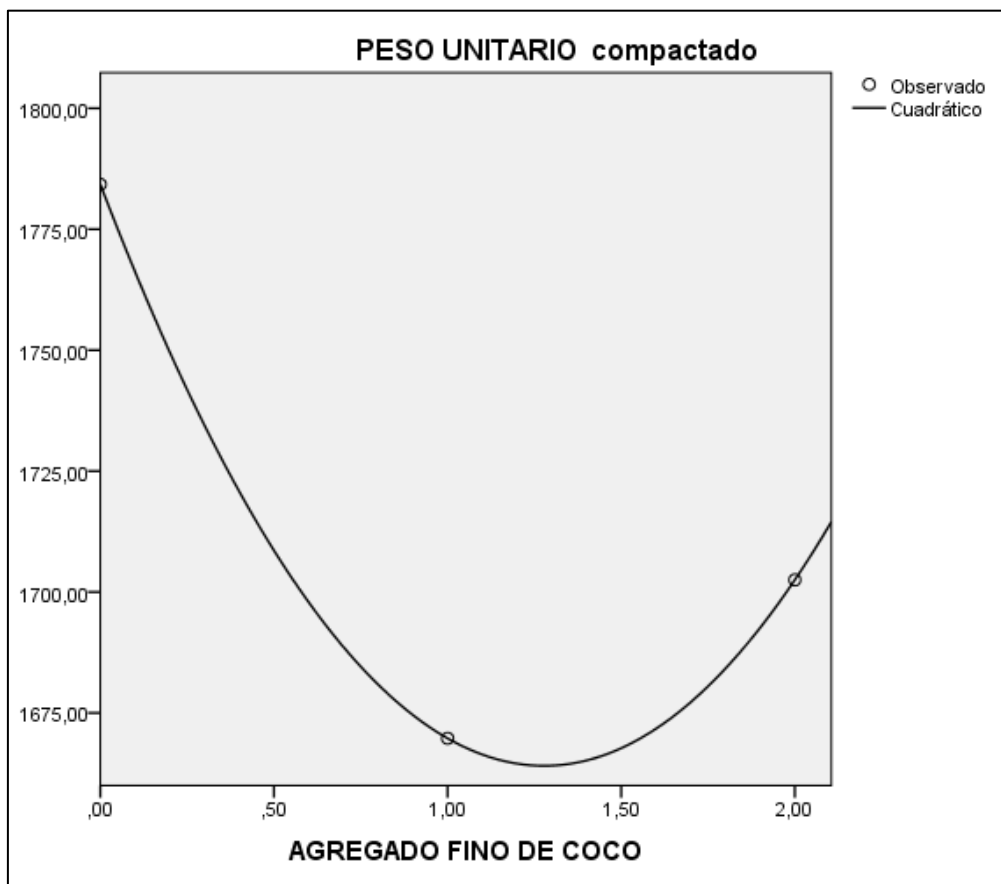


Figura 24. Regresión cuadrática del Peso Unitario Compactado del agregado fino.

Tabla 20

Cuadro de ANOVA – Peso Unitario Compactado del agregado fino.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	6958,890	2	3479,445	.	0,00.
Residual	0,000	0	.		
Total	6958,890	2			

Variable independiente es Agregado de Fibra de Coco.

Finalmente se observa en el cuadro de la ANOVA la columna sig. 0,00 es un indicador que se rechaza la hipótesis nula.

Tabla 21

Coefficientes

	Coeficiente no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig
	B	Error típico	Beta		
	Agregado Fino de Coco	-188,175	,000		
Agregado Fino de Coco	73,645	,000	2.599	-	-
Constante	1784,280	,000		-	-

Luego el modelo matemático es: $\hat{Y} = 1784,280 - 188,175x + 73,645x^2$

Tabla 22

Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
1,000	1,000	-	-

La variable independiente es Agregado Fino de Coco. Podemos afirmar que el coeficiente de correlación cuadrática es casi perfecto.

3.9. Prueba de hipótesis para el peso Unitario Suelto

a. El Planteo de las Hipótesis Especifica 2B

- Ho: “La adición de fibra de coco no influye en el Peso Unitario Suelto del agregado fino del mortero, estadísticamente $\beta_2=0$ ”.
- H₁: “La adición de fibra de coco si influye en el Peso Unitario Suelto del agregado fino del mortero, estadísticamente $\beta_2 \neq 0$ ”.

b. N.S.: 0.05

c. La Contrastación de la Hipótesis: se realiza con el cuadro ANOVA.

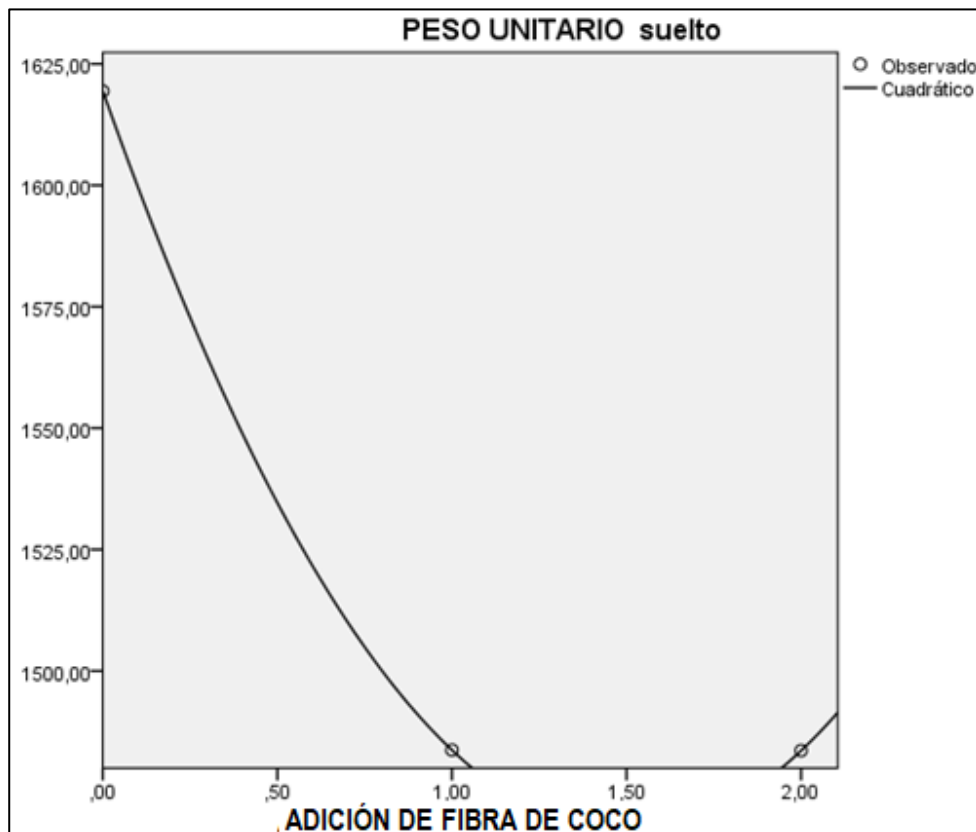


Figura 25. Regresión cuadrática del Peso Unitario suelto del agregado fino

Tabla 23

Cuadro de ANOVA – Peso Unitario Suelto del agregado fino.

	Suma de cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	Sig.
Regresión	12284,476	2	6142,238	----	0.00.
Residual	0,000	0			
Total	12284,476	2			

La variable independiente es Adición de Fibra de Coco.

Tabla 24
Coeficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típico	Beta		
AGREGADO FINO DE COCO	-203,480	,000	-2,596	.	0.00.
AGREGADO FINO DE COCO	67,790	,000	1,801	.	.
** 2					
(Constante)	1619,400	,000		.	.

El modelo matemático es: $\hat{Y} = 1618,4 - 203,48x - 67,79x^2$

Tabla 25
Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
1,000	1,000	.	.

La variable independiente es la Adición de Fibra de Coco. El coeficiente de correlación R es casi perfecta.

d. La conclusión:

Se puede concluir, que la adición de fibra de coco si influye en el peso unitario suelto en el mortero $\beta_2 \neq 0$, es decir el modelo matemático de regresión cuadrático es válido con la prueba F de Fisher con la prueba ANOVA, a un nivel de significancia del 5%.

3.10. Prueba de hipótesis para el Esfuerzo a Compresión

a. Planteamiento de la Hipótesis Específica 3

-Ho: “La adición de fibra de coco no influye el Esfuerzo a Compresión de cubos de mortero, estadísticamente $\beta_2=0$ ”

-H1: “La adición de fibra de coco si influye el Esfuerzo a Compresión de cubos de mortero, estadísticamente $\beta_2\neq 0$ ”

b. N.S = 0.05

c. La Contrastación de la Hipótesis:

La Hipótesis regresión Cuadrática prueba de la ANOVA

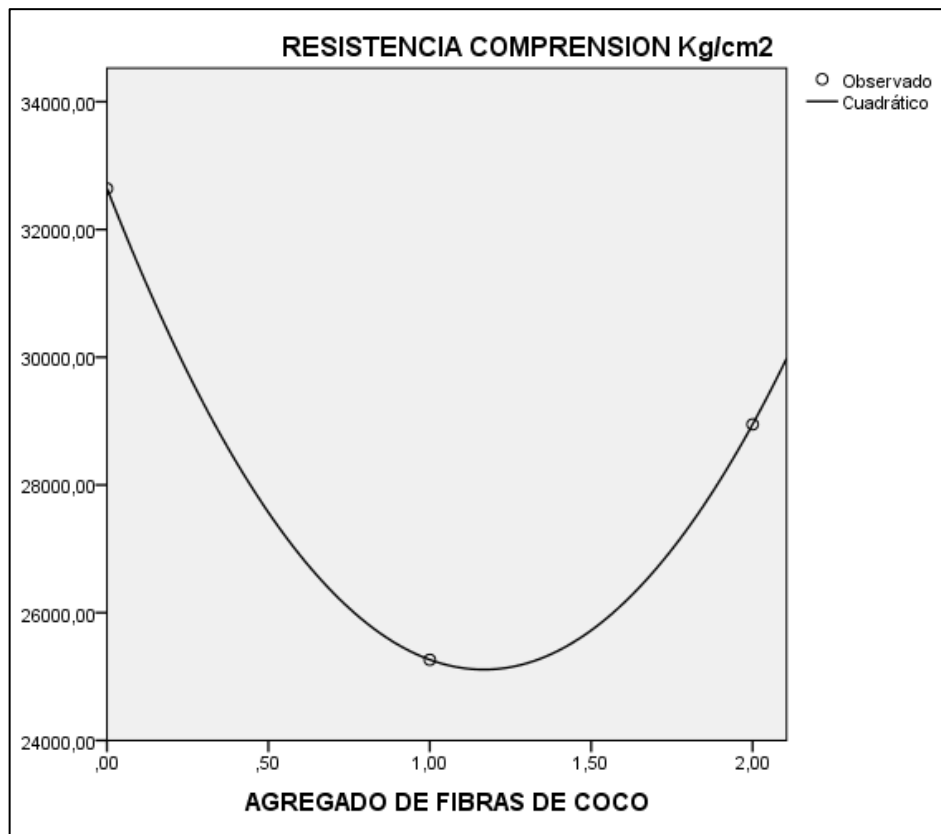


Figura 26. Regresión cuadrática de la resistencia compresión Kg/cm2

Finalmente se observa en el cuadro de la ANOVA la columna sig. es 0.00 es un indicador que se rechaza la hipótesis nula.

Tabla 26

Cuadro de ANOVA – Resistencia a la compresión de cubos.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	27210072,667	2	13605036,333	.	0,00.
Residual	0,000	0	.		
Total	27210072,667	2			

La variable independiente es Agregado de Fibra de Coco.

Tabla 27

Coefficientes

		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error típico	Beta		
AGREGADO DE FIBRAS DE COCO	DE	-12908,000	0,000	-3,500	.	0.00
AGREGADO DE FIBRAS DE COCO** 2	DE	5531,000	0,000	3,122	.	.
(Constante)		32641,000	0,000		.	.

El modelo matemático es: $\hat{Y} = 32641 - 12908x + 5531x^2$

Tabla 28

Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
1,000	1,000	.	.

La variable independiente es AGREGADO DE FIBRAS DE COCO.

Se observa que el coeficiente de correlación es casi perfecto.

d. La conclusión:

Se puede concluir, que la adición de fibra de coco si influye el Esfuerzo a Compresión de cubos de mortero, estadísticamente $\beta_2 \neq 0$, es decir el modelo matemático de regresión

cuadrática con la prueba de F Fisher con la prueba ANOVA, con un nivel de significancia del 5%.

3.11. Prueba de hipótesis para el Esfuerzo a la resistencia a la Flexión (7 días de curado)

a. Planteamiento de la Hipótesis Específica 4A

- Ho: “La adición de fibra de coco no influye el Esfuerzo a Flexión de prismas de mortero, con 7 días de curado, estadísticamente $\beta_2=0$ ”.
- H₁: “La adición de fibra de coco si influye el Esfuerzo a Flexión de prismas de mortero, con 7 días de curado, estadísticamente $\beta_2\neq 0$ ”

b. N.S. = 0.05

c. La Contrastación de la Hipótesis:

- La Contrastación de la Hipótesis regresión cuadrática prueba de la ANOVA.

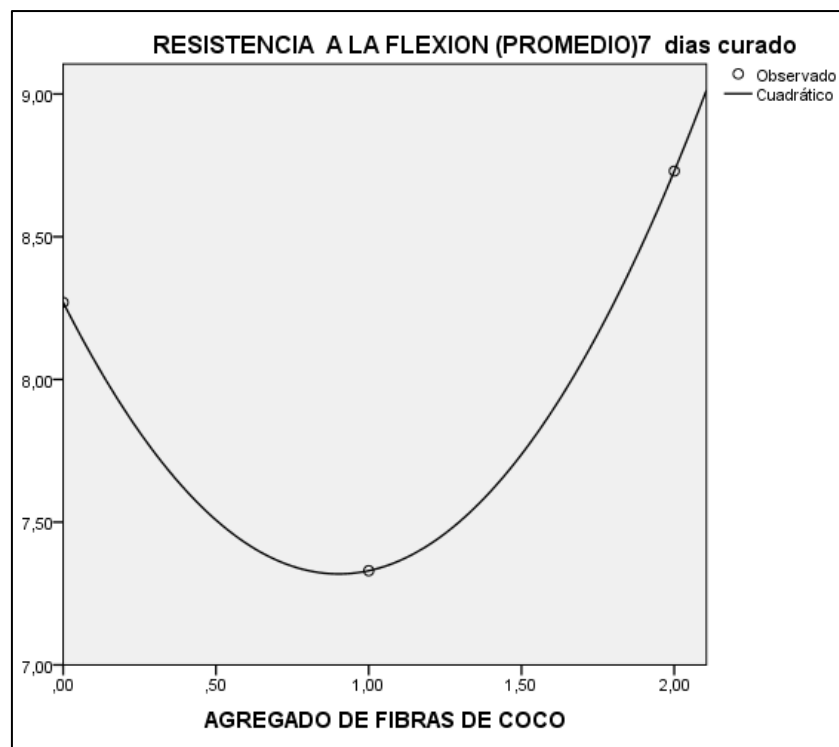


Figura 27. Regresión cuadrática de la resistencia a la Flexión (7 días).

Tabla 29

Cuadro de ANOVA – Resistencia a la flexión (7 días).

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	1,018	2	0,509	.	0,00
Residual	0,000	0	.		
Total	1,018	2			

La variable independiente es Agregado de Fibras de Coco.

Se observa en el cuadro de la ANOVA la columna sig. de 0.00, esto implica el rechazo de la hipótesis nula.

Tabla 30

Coefficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		t	Sig.
	B	Error típico	Beta			
AGREGADO DE FIBRAS DE COCO	-2,110	0,000	-2,957	.	.	.
AGREGADO DE FIBRAS DE COCO ** 2	1,170	0,000	3,413	.	.	.
(Constante)	8,270	0,000		.	.	.

El modelo matemático es: $\hat{Y} = 8,270 - 2,11x + 1,17x^2$

Tabla 31

Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
1,000	1,000	.	.

La variable independiente es Agregado de Fibras De Coco.

También se observa que el coeficiente de correlación es casi perfecto

d. La conclusión:

Se puede concluir, que la adición de fibra de coco si influye el Esfuerzo a Flexión de prismas de mortero, con 7 días de curado, estadísticamente $\beta_2 \neq 0$, a una significancia del 5%

3.12. Prueba de hipótesis para el Esfuerzo a la resistencia a la Flexión (14 días de curado)

a. El Planteo de las Hipótesis Especifica 4B

- Ho: “La adición de fibra de coco no influye el Esfuerzo a Flexión de prismas de mortero con 14 días de curado, estadísticamente $\beta_2 = 0$ ”
- H1: “La adición de fibra de coco si influye el Esfuerzo a Flexión de prismas de mortero con 14 días de curado, estadísticamente $\beta_2 \neq 0$.”

b. N.S = 0.05

c. La Contrastación de la Hipótesis: Se realiza con el análisis de varianza ANOVA

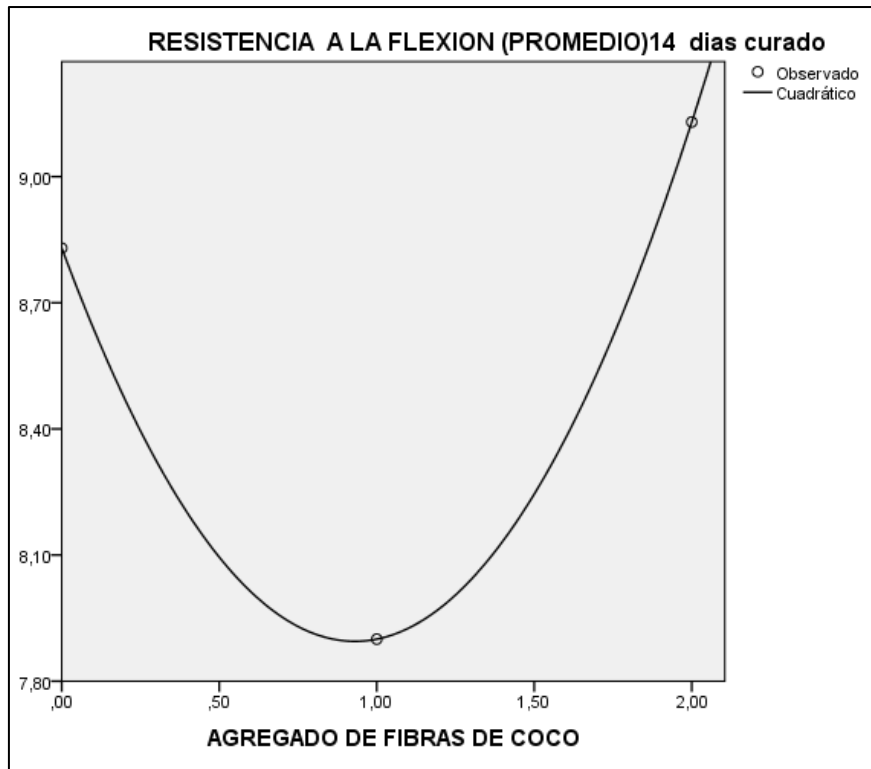


Figura 28. Regresión cuadrática de la resistencia a la Flexión (14 días).

Tabla 32

Cuadro de ANOVA – Resistencia a la flexión (14 días).

	Suma de cuadrados	gl.	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	0,823	2	0,411	.	0,00.
Residual	0,000	0	.		
Total	0,823	2			

La variable independiente es AGREGADO DE FIBRAS DE COCO.

Finalmente, se observa en el cuadro de la ANOVA la columna sig, es 0,00, es un indicador que se rechaza la hipótesis nula.

Tabla 33
Coefficientes

		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error típico	Beta		
AGREGADO DE FIBRAS DE COCO	DE	-2,010	,000	-3,134	.	.
AGREGADO DE FIBRAS DE COCO 2	DE	1,080	,000	3,506	.	.
(Constante)		8,830	,000		.	.

El modelo matemático es: $\hat{Y} = 8,830 - 2,01x + 1,080x^2$

d. La conclusión:

Se puede concluir, que la adición de fibra de coco si influye el Esfuerzo a Flexión de prismas de mortero, con 14 días de curado, estadísticamente $\beta_2 \neq 0$; a una significancia del 5%.

3.13. Prueba de hipótesis para el Esfuerzo a la resistencia a la Flexión (28 días de curado)

a. El Planteo de las Hipótesis Especifica 4C

- Ho: “La adición de fibra de coco no influye el Esfuerzo a Flexión de prismas de mortero 28 días después de curado, estadísticamente $\beta_2=0$ ”

- H1: “La adición de fibra de coco si influye el Esfuerzo a Flexión de prismas de mortero con 28 días de curado, estadísticamente $\beta_2 \neq 0$.”

b. N.S = 0.05

c. La Contrastación de la Hipótesis:

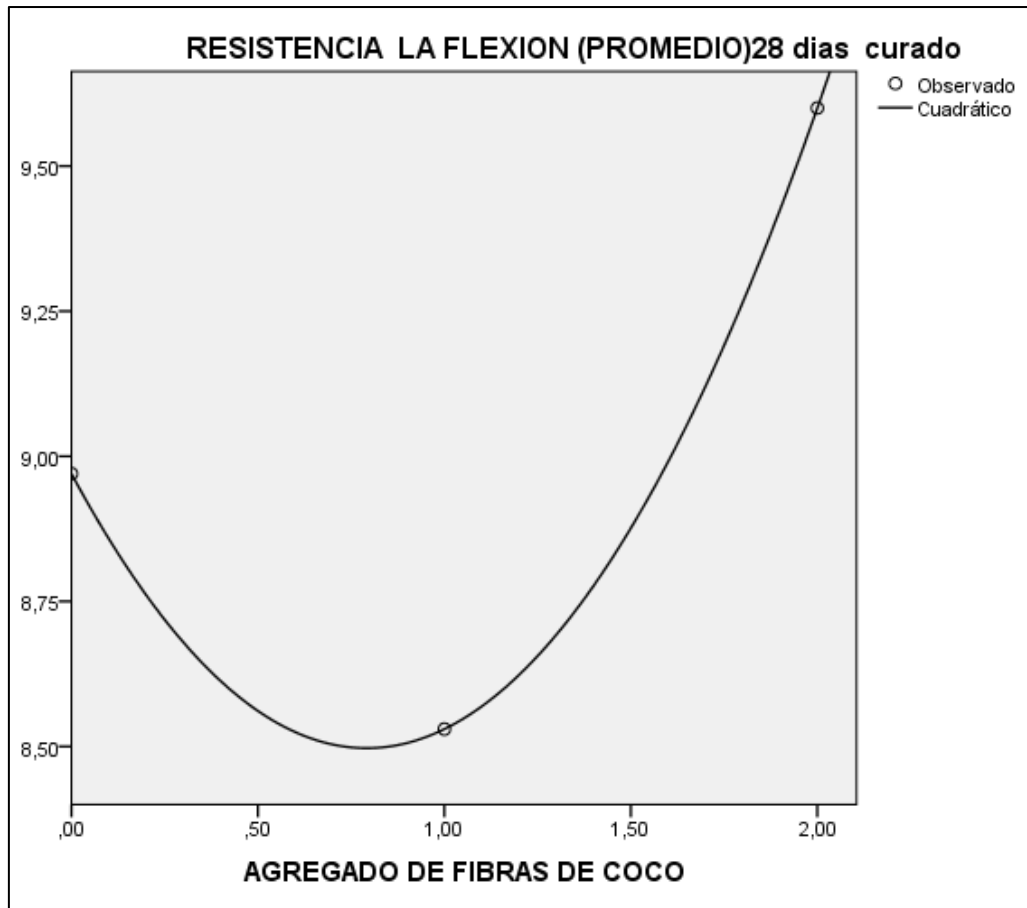


Figura 29. Regresión cuadrática de la resistencia a la Flexión (28 días).

Tabla 34

Cuadro de ANOVA – Resistencia a la flexión (28 días).

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	0,578	2	0,289	.	0,00
Residual	0,000	0	.		
Total	0,578	2			

La variable independiente es Agregado de Fibras de Coco.

Se observa en el cuadro de la ANOVA la columna sig. es 0,00 es un índice que se rechaza la hipótesis nula.

Tabla 35
Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
1,000	1,000	.	.

La variable independiente es Agregado de Fibras de Coco

El coeficiente de correlación es casi perfecto, es un índice que existe muy buena correlación entre las variables

Tabla 36
Coefficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típico	Beta		
AGREGADO DE FIBRAS DE COCO	-1,195	0,000	-2,222	.	.
AGREGADO DE FIBRAS DE COCO ** 2	0,755	0,000	2,922	.	.
(Constante)	8,970	0,000		.	.

Su modelo matemático es: $\hat{y} = 8.970 - 1.195x + 0,755x^2$

d. La conclusión:

Se puede concluir, que la adición de fibra de coco si influye el Esfuerzo a Flexión de prismas de mortero con 28 días de curado, estadísticamente $\beta_2 \neq 0$, a una significancia del 5%.

3.14. Prueba de hipótesis para Esfuerzo a Compresión Diagonal de Muretes con mortero.

a. El Planteo de las Hipótesis Especifica 5

- Ho: “La adición de fibra de coco no influye el Esfuerzo Cortante diagonal de muretes con mortero, estadísticamente $\beta_2=0$ ”

- H1: “La adición de fibra de coco si influye el Esfuerzo Cortante diagonal de muretes con mortero, estadísticamente $\beta_2\neq 0$.”

b. N. S. = 0.05

c. La Contrastación de la Hipótesis:

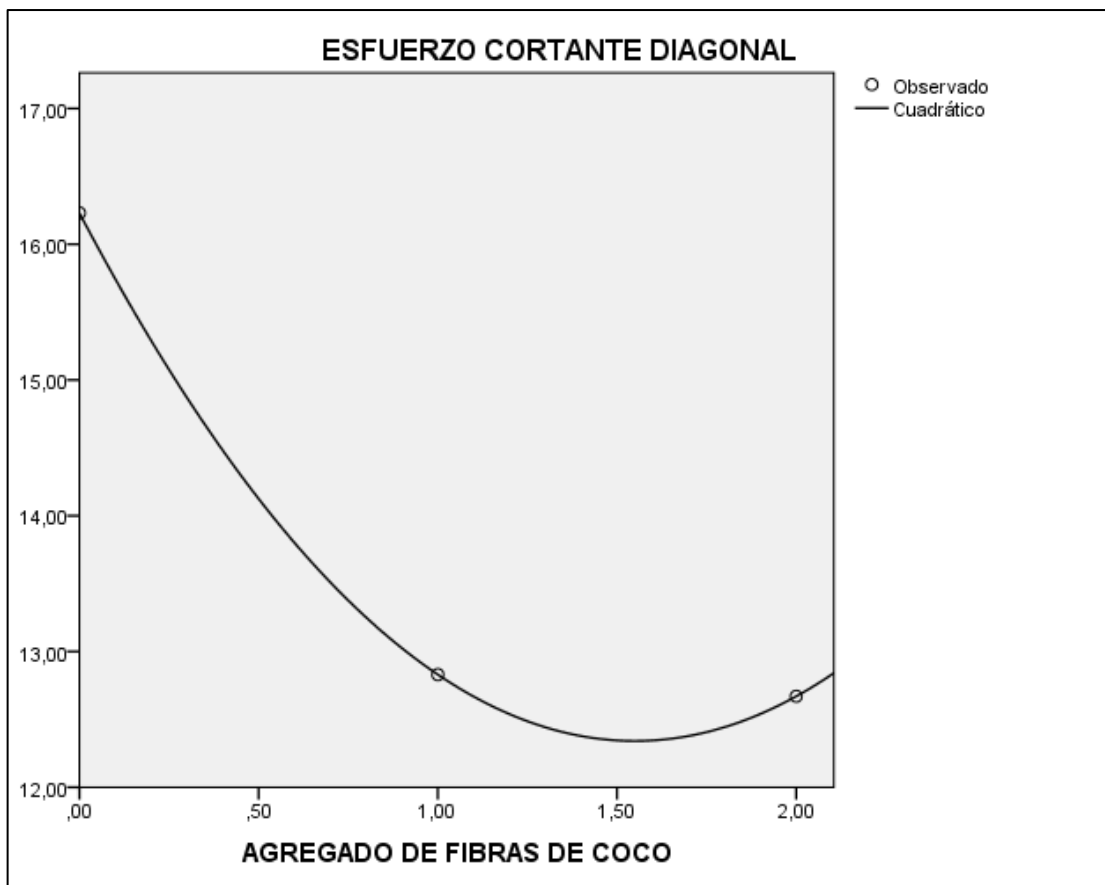


Figura 30. Regresión cuadrática del esfuerzo cortante diagonal.

Tabla 37
Cuadro de ANOVA – Esfuerzo cortante diagonal.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	8,086	2	4,043	.	0,00
Residual	,000	0	.		
Total	8,086	2			

La variable independiente es Agregado de Fibras de Coco.

Se observa en el cuadro de la ANOVA la columna sig. es 0,00 es un índice que se rechaza la hipótesis nula.

Tabla 38
Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
1,000	1,000	.	.

La variable independiente es Agregado de Fibras de Coco.

El coeficiente de correlación es casi perfecto es un índice que existe muy buena correlación entre las variables

Tabla 39
Coeficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típico	Beta		
AGREGADO DE FIBRAS DE COCO	-5,020	,000	-2,497	.	.
AGREGADO DE FIBRAS DE COCO ** 2	1,620	,000	1,677	.	.
(Constante)	16,230	,000		.	.

Su modelo matemático es: $\hat{y} = 16,230 - 5,020x + 1,62x^2$

d. La conclusión

Se puede concluir, que la adición de fibra de coco si influye en el Esfuerzo Cortante diagonal de muretes con mortero, estadísticamente $\beta_2 \neq 0.$, a una significancia del 5%.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

Fluidez de mortero

De acuerdo a (Navaratnarajah Sathiparan, 2017) en su publicación “Rendimiento del mortero de cemento hidráulico reforzado con bonote de coco para aplicación de enlucido de superficie”, aplicando 0.125%, 0.25%, 0.50% y 0.75% de fibra y (Hwang , Tran , Hong, & Hsieh, 2016) en su publicación “Efectos de la fibra de coco corta en las propiedades mecánicas, el comportamiento de agrietamiento del plástico y la resistencia al impacto de los compuestos cementosos”, aplicando 0%, 1%, 2.5% y 4% de fibra, la adición de fibra de coco si influye, pero de manera adversa en la fluidez del mortero. Ello es acorde con lo que en este estudio se halla, si bien, los autores citados anteriormente, no miden el grado de influencia, el suscrito revela lo siguiente. De acuerdo al diseño del mortero patrón de 110%, la adición de fibra de coco (L:1cm, 0.5% del peso del agregado fino), reduce la fluidez a un 36.07%. Así mismo, al adicionar de fibra coco (L: 2cm, 0.5% del peso del agregado fino), la fluidez del mortero se ve reducida a un 47.15%.

Peso Unitario del agregado fino

El suscrito considera que, dichos resultados del peso unitario del agregado fino del mortero, evaluado en esta investigación, serán de gran referencia, ya que, no existen antecedentes, en el que hayan evaluado dicha propiedad.

La adición de fibra de coco con longitud (L: 1cm, 0.5% del peso del agregado fino), influye favorablemente en el “Peso Unitario Suelto” al reducirse a un 91.62%, y el “Peso Unitario Compactado” al reducirse a un 93.58%, respecto a la mezcla patrón. También la adición de fibra de coco con longitud (L: 2cm, 0.5% del peso del agregado

fino), influye favorablemente en el “Peso Unitario Suelto” al reducirse a un 91.61%, y el “Peso Unitario Compactado” al reducirse a un 95.42%, respecto a la mezcla patrón.

Esfuerzo de Compresión Diagonal

De acuerdo a (Ece, E., 2015) en su publicación “El uso de cementos reforzados con fibra de Albañilería Construcción y Rehabilitación Estructural”, menciona que, las oportunidades de uso de fibras en aplicaciones de mampostería y Proyectos de rehabilitación estructural (de mampostería y hormigón) no han sido tan ampliamente investigados. Por ello, el suscrito considera que, dicha investigación realizada, será de gran aporte y referencia para futuros trabajos al mencionar los siguientes resultados. La adición de fibra de coco con longitud de 1cm, influye desfavorablemente en la resistencia a los esfuerzos cortantes producidos, llegando a disminuirse a un 81.25%, respecto a los muretes patrones. Así mismo, al adicionar longitudes de 2 cm, se observa un caso similar al disminuirse a un 75%.

Esfuerzo de Compresión

A partir de los hallazgos encontrados, confirmo la hipótesis alternativa específica que establece que, la adición de fibra de coco si influye en los esfuerzos a compresión de cubos de mortero.

Estos resultados guardan relación con lo que (Navaratnarajah Sathiparan, 2017) en su publicación “Rendimiento del mortero de cemento hidráulico reforzado con bonote de coco para aplicación de enlucido de superficie”, aplica 0.125%, 0.25%, 0.50% y 0.75% de fibra, obteniendo como resultado la disminución a un 75% en comparación con las muestras de control, y (Hwang , Tran , Hong, & Hsieh, 2016) en su publicación “Efectos de la fibra de coco corta en las propiedades mecánicas, el

comportamiento de agrietamiento del plástico y la resistencia al impacto de los compuestos cementosos”, aplica 0%, 1%, 2.5% y 4% de fibra, obteniendo como resultado la disminución a un 51%, en comparación con las muestras de control. Los autores, quienes señalan la adición de fibra de estopa de coco como un componente disminuyente de ciertas propiedades mecánicas esenciales del mortero y/o concreto, expresan que el aumento de fibra en proporciones o en longitudes, sea adicionando o sustituyendo, afectan adversamente el desarrollo de la resistencia a la compresión, debido a dificultades en la compactación. Ello es acorde con lo que en este estudio se halla, ya que al adicionar la fibra de coco de 1cm, se da la disminución a un 77% de fracción. Asimismo, al adicionar fibra de coco de 2cm, se da una disminución a un 88%.

Resistencia a la flexión

A partir de los hallazgos encontrados, confirmo la hipótesis alternativa específica que establece que, la adición de fibra de coco si influye en la resistencia a la flexión de prismas de mortero.

De acuerdo a (Navaratnarajah Sathiparan, 2017) en su publicación “Rendimiento del mortero de cemento hidráulico reforzado con bonote de coco para aplicación de enlucido de superficie”, aplicando 0.125%, 0.25%, 0.50% y 0.75% de fibra, obteniendo como resultado el aumento del 50%, en comparación con los muestras de control, y (Hwang , Tran , Hong, & Hsieh, 2016) en su publicación “Efectos de la fibra de coco corta en las propiedades mecánicas, el comportamiento de agrietamiento del plástico y la resistencia al impacto de los compuestos cementosos”, aplicando 0%, 1%, 2.5% y 4% de fibra, obteniendo como resultado, el favorecimiento en 42%, en comparación con las muestras de control. Ello no es acorde en su totalidad, ya que, a los 28 días, la adición de la fibra de coco de 1cm, ocasiona que los prismas disminuyan

su resistencia en un 94%, respecto al mortero patrón. Todo lo contrario, al adicionar fibra de coco de 2cm, pues, se da un aumento del 106%.

4.2. Conclusiones

Se realizó la adición de fibras de estopa de coco para así determinar influencia en las propiedades físicas y mecánicas en el mortero. En base a los resultados que se obtuvieron, se hacen mención las siguientes conclusiones:

Fluidez del mortero

- El mortero con adición de fibras de coco de longitud 1cm con proporción de 0.5% al peso del agregado fino, presentan una fluidez de 36.07%, respectivamente con relación a la fluidez de la mezcla de mortero convencional que tiene un valor promedio de 110%, generándose una disminución del 73.93%.
- El mortero con adición de fibras de coco de longitud 2cm con proporción de 0.5% al peso del agregado fino, presentan una fluidez de 47.15%, respectivamente con relación a la fluidez de la mezcla de mortero convencional que tiene un valor promedio de 110%, generándose una disminución del 62.85%.
- La adición de fibras de coco si influye en la fluidez del mortero $\beta_2 \neq 0$, es decir el modelo matemático de regresión cuadrática es válido con la prueba de f Fisher en la ANOVA un nivel de significancia del 5%.

Peso Unitario Suelto y Compactado del agregado fino

- El mortero con adición de fibras de coco de longitud 1cm con proporción de 0.5% al peso del agregado fino, presentan un “Peso Unitario Suelto” de 91.62% y un “Peso Unitario Compactado” de 93.58%, respectivamente con relación a los Pesos Unitarios de la mezcla del mortero convencional, generándose una del 8.38% y 6.42% respectivamente.
- El mortero con adición de fibras de coco de longitud 2cm con proporción de 0.5% al peso del agregado fino, presentan un “Peso Unitario Suelto” de 91.61% y un “Peso Unitario Compactado” de 95.42%, respectivamente con relación a los Pesos Unitarios de la mezcla del mortero convencional, generándose una del 8.39% y 4.58% respectivamente.
- La adición de fibra de coco si influye en el peso unitario suelto del agregado fino del mortero $\beta_2 \neq 0$, es decir el modelo matemático de regresión cuadrático es válido con la prueba F de Fisher con la prueba ANOVA, a un nivel de significancia del 5%.
- La adición de fibras de coco si influye en el peso unitario compactado del agregado fino del mortero estadísticamente $\beta_2 \neq 0$ es decir el modelo matemático de regresión cuadrática es válido con la prueba de f de Fisher del análisis de varianza (ANOVA), a un nivel de significancia del 5%.

Compresión Diagonal de muretes

- Los muretes elaborados a base de mortero con adición de fibras de coco de longitud 1cm con proporción de 0.5% al peso del agregado fino, ensayados a los 28 días, presentan una resistencia a los esfuerzos de corte promedio de 79.05%, respectivamente al valor del mortero convencional, generándose una disminución del 20.95%.

- Los muretes elaborados a base de mortero con adición de fibras de coco de longitud 2cm con proporción de 0.5% al peso del agregado fino, ensayados a los 28 días, presentan una resistencia a los esfuerzos de corte promedio de 78.06%, respectivamente al valor del mortero convencional, generándose una disminución del 21.94%.
- La adición de fibra de coco si influye en el Esfuerzo Cortante diagonal de muretes con mortero, estadísticamente $\beta_2 \neq 0$, a una significancia del 5%.

Compresión de cubos

- Los cubos de mortero con adición de fibras de coco de longitud 1cm con proporción de 0.5% al peso del agregado fino y ensayada a los 28 días, presentan un valor promedio de resistencia a la compresión de 144.34%, respectivamente con relación a los cubos de mortero convencional que tiene un valor promedio de 186.57%, generándose así una disminución del 42.23%.
- Los cubos de mortero con adición de fibras de coco de longitud 2cm con proporción de 0.5% al peso del agregado fino y ensayada a los 28 días, presentan un valor promedio de resistencia a la compresión de 165.43%, respectivamente con relación a los cubos de mortero convencional que tiene un valor promedio de 186.57%, generándose así una disminución del 21.14%.
- La adición de fibra de coco si influye el Esfuerzo a Compresión de cubos de mortero, estadísticamente $\beta_2 \neq 0$, es decir el modelo matemático de regresión cuadrática con la prueba de F Fisher con la prueba ANOVA, con un nivel de significancia del 5%.

Flexión de prismas

- Los prismas elaborados a base de mortero con adición de fibras de coco de longitud 1cm con proporción de 0.5% al peso del agregado fino, ensayados a los 28 días, presentan una resistencia a la flexión promedio de 88.63%, 89.47% y 95.1%; respectivamente al del mortero convencional, generándose una disminución del 11.37%, 10.53% y 4.9%.
- Los prismas elaborados a base de mortero con adición de fibras de coco de longitud 2cm con proporción de 0.5% al peso del agregado fino, ensayados a los 28 días, presentan una resistencia a la flexión promedio de 105.56%, 103.4% y 107.02%, respectivamente al del mortero convencional, generándose un aumento del 5.56%, 3.4% y 7.02%.
- La adición de fibra de coco si influye el Esfuerzo a Flexión de prismas de mortero, con 7 días de curado, estadísticamente $\beta_2 \neq 0$, a una significancia del 5%
- La adición de fibra de coco si influye el Esfuerzo a Flexión de prismas de mortero, con 14 días de curado, estadísticamente $\beta_2 \neq 0$; a una significancia del 5%.
- La adición de fibra de coco si influye el Esfuerzo a Flexión de prismas de mortero con 28 días de curado, estadísticamente $\beta_2 \neq 0$, a una significancia del 5%.

En General

- De acuerdo HASTA DONDE SE HAN DESARROLLADO LAS INVESTIGACIONES, Se puede sugerir el uso del mortero convencional con adición de fibra de estopa de coco (L1: 1cm y L2: 2cm), en trabajos relacionados al mejoramiento en la elaboración mortero destinado para la construcción de muros de mampostería de piedra.

- Al mismo tiempo se puede sugerir su uso, en trabajos relacionados al ámbito arquitectónico, tales como tarrajeo o resanes.
- La fomentación del uso de la fibra de estopa de coco, será de gran relevancia, ya que, incitará a profundizar la investigación ya realizada, y así poder descubrir hasta que grado, es el nivel de aporte que nos brinda.
- La fomentación del uso de la fibra de estopa de coco al término de la investigación, servirá de gran colaboración al reducir de manera considerable la contaminación visual generada por la no biodegradabilidad de la fibra de estopa.

4.3. Recomendaciones

- En esta investigación es imprescindible la limpieza del coco, ya que de esa forma es importante tener en cuenta la limpieza de la fibra de estopa de coco con 10gr de cal por litro de agua, ya que, de esa forma, se eliminarán las impurezas que puedan afectar al mortero.
- En esta investigación se pudo visualizar una disminución de la resistencia a la compresión al ensayar con fibras de 2cm, sin llegar a superar al mortero patrón, Por lo tanto. Se recomienda realizar mayores estudios complementarios, en el cual considere mayores longitudes de la fibra.
- Se recomienda tener en consideración las bondades de la fibra de estopa de coco, y así, fomentar su industrialización, con la finalidad de mitigar la contaminación visual generada por un material no biodegradable.
- Con la finalidad de continuar con el aporte de investigación, se recomienda realizar mayores ensayos, tales como tiempo de fraguado, resistencia a aguas agresivas, absorción capilar, retracción.

REFERENCIAS

- Ahmad, I., Ahmad, F., Shah, H., Abdullah, Z., & Ihsan, M. (2016). Resistencia a la compresión del mortero de cemento mezclado con fibras de coco y cabello humano. *Astesj*.
- Ali, M. (2016). Uso de concreto reforzado con fibra de coco y cuerdas de fibra de coco para construcciones resistentes a terremotos. 2.
- Ali, M., & Khan, M. (2018). Efecto del súper plastificante sobre las propiedades del concreto de resistencia media preparado con fibra de coco. *ELSEVIER*.
- Ametepey, o., Aigbavboa, C., & Ansah, K. (2015). Barreras para la implementación exitosa de la construcción sostenible en la industria de la construcción de Ghana. 1687.
- Bacalla, S.; Vega, M.; (2019). “*Estudio Comparativo de la Resistencia a la Compresión f'c 210 kg/cm² usando Fibra Natural de Coco como Material de Construcción en la Provincia de Rioja*”. Universidad Católica, Programa de Estudio de Ingeniería Civil, Rioja.
- Chen , J., & Chouw, N. (2015). Comportamiento de flexión no lineal de FRP doble tubo de fibra de coco confinado hormigón armado.
- Cordova Anyosa , W., & Flores Luna, J. (2017). *Concreto reforzado con fibra de coco aplicado en pavimentos rígido*. Ñaña.
- Darsana P. , R., Anu, J., & Arakkal, J. (2015). Desarrollo de tejas de tejado compuesto de cemento de fibra de coco. *ScienceDirect*.
- Fahmi, M., Hafiz, M., & Amin, K. (2018). Síntesis y propiedades estructurales de cáscara de coco como fuente potencial de sílice. *ElSevier*.
- Fan, M., & Fu, F. (2017). *Compuestos de fibra natural avanzados de alta resistencia en la construcción*. Cambridge: ELSEVIER.
- Gutiérrez, L. (2003). *El concreto y otros materiales para la construcción*. Manizales: Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales.
- Hadiwardoyoa, S. P., Sumabrata, R. J., & Jayanti, P. (2013). Contribución de la fibra corta de coco a la resistencia al deslizamiento del pavimento. *Trans Tech Publications*.
- Hidalgo, M. A., & Flores, C. (2015). Investigación Científica en la universidad pública peruana y su relación con el estado y empresa. *QUIPUKAMAYOC*, 95.
- Hwang , C., Tran , V., Hong, J., & Hsieh, Y. (2016). Efectos de la fibra de coco corta en las propiedades mecánicas, plástico, el comportamiento de agrietamiento del plástico y la resistencia al impacto de los compuestos cementosos. *ELSEVIER*.
- Laguna, W.; Villafane, N.;. (2020). “*ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE PROTOTIPOS DE MUROS DE ALBAÑILERÍA EMPLEANDO MORTERO TRADICIONAL Y LA MASSA DUN DUN*”. Tesis, Universidad Privada Antenor Orrego, Facultad de Ingeniería, Trujillo.
- Leiva, M. (2015). *Centro de investigación y capacitación del uso del bambú en el Perú*. Lima.

- Navaratnarajah Sathiparan, M. N. (2017). Rendimiento del mortero de cemento hidráulico reforzado con bonote de coco para aplicación de enlucido de superficie. *ScienceDirect*.
- Niño, I. J. (2010). *Tecnología del concreto*. Lima: ASOCRETO.
- Niño, V.;. (2011). *Metodología de la investigación Diseño y Ejecución* (Vol. I). (E. d. U, Ed.) Bogota.
- Novoa , M. (2005). *Elaboración y evaluación de tableros aglomerados a base de fibra de coco y cemento*. Coquimatlan.
- Portugal, P. (2007). *Tecnología del concreto de alto desempeño*. Francia: Lafayette Printing Office.
- PP, Y., & As k., K. (2012). Uso de fibras de coco como una mejora del hormigón.
- Quintanilla , A. (2010). *Industrialización de la fibra de estopa de coco*. San Salvador.
- Quiroga, V. (2011). Manual Práctico Para El Análisis De Experimentos De Campo. En V. Quiroga. Instituto Interamericano De Ciencias Agrícolas.
- Rahman, R., & Zhafer, S. (2018). *Propiedades de tracción de compuestos de polímeros reforzados con fibras naturales y sintéticas*. Perlis: ELSEVIER.
- Rivas , E.;. (2019). *Efecto de la valva de concha de abanico triturada en las propiedades del mortero de albañilería*. Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería, Piura.
- Rodríguez, O. (2003). Morteros: Guía General. AFAM, 8.
- Saenz, J.;. (2019). *DOSIFICACIÓN DE UN MORTERO CON CAL VIVA Y CAL APAGADA*. tesis, Universidad Militar Nueva Granada, Bogota.
- Safinia, S., Al-Hinai, Z., & AM Yahia, H. (2017). Construcción Sostenible en el Sultanato de Omán: factores que afectan la utilización de materiales. *ScienceDirect*, 982.
- Samsul, Herwani, & Supriyadi, A. (2015). Pruebas de propiedades mecánicas con fibra de coco con variaciones.
- Sanchez, H.; Reyes, C.; Mejia, K.;. (2018). *Manual de términos en Investigación Científica, Tecnológica y Humanística* (Vol. 1ra). Lima: Universidad Ricardo Palma.
- Sanchez, J.;. (2019). “Resistencia a compresión en mortero con ceniza de cascara de arroz y fibra de maguey”. Tesis, Universidad de San Pedro, Huaraz.
- Soto, L. (2019). *EFFECTO DEL AZÚCAR DE CAÑA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS PASTAS Y MORTEROS ELABORADOS CON CEMENTO TEQUENDAMA*. Tesis, Universidad Militar de Nueva Granada, Facultad de Ingeniería, Cajica.
- Suardana, N., Abdalla, A., Cheol Yoon, H., Cui, J., Yeon Jung, D., & Kyoo Lim, J. (2016). Caracterización y Posibilidad de coco filtro Fibras como refuerzo para polímeros.
- Supo, J. (2012). *Seminarios de investigación científica*.
- Tarrillo, C.;. (s.f.). *El mortero de cemento, nombre que recibe la combinación dosificada principalmente decemento, agua y arena; al que se le puede considerar como un material*

deconstrucción de larga y continua tradición, pues el desarrollo de su indu. Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Cajamarca.

- Terreros, B. (2014). *Estudio de la interacción flexor cortante en vigas híbridas de acero.* Catalunya.
- Vela, L. G., & Yovera, R. E. (2016). *Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto adicionado con fibra de estopa de coco.* Lambayaque.
- Villanueva, N. (2016). *“influencia de la adición de fibra de coco en la resistencia del concreto”.* Tesis, Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Cajamarca.
- Zaragoza Arcega, J. L. (2013). *Propuestas Tecnológicas Post Cosecha para un aprovechamiento integral del coco.* Iquitos.

ANEXOS

ANEXO N° 1. Registro Fotográfico del desarrollo de la investigación

- **Obtención de fibras**



Fotografía N°01:

Preparación del área de trabajo, para la obtención de la fibra de estopa de coco.



Fotografía N°02:

Habilitación de la estopa de campo, en el área de trabajo.



Fotografía N°03:

Humedecimiento de la estopa de coco para facilitar el retiro del polvillo de estopa.



Fotografía N°04:

Retiro del polvillo de la estopa de coco para obtención de las fibras.



Fotografía N°05:

Habilitación de cal de obra para poza de desinfección.



Fotografía N°06:

Preparación de la poza de desinfección (10g de cal por litro de agua).



Fotografía N°07:

Proceso de desinfección de fibras de estopa de coco.



Fotografía N°08:

Fibra de estopa de coco desinfectadas.

- **Desarrollo de trabajos de elaboración de mezcla para ensayos de fluidez.**



Fotografía N°09:
Tamizado de cemento



Fotografía N°10:
Control de peso necesario del cemento.



Fotografía N°11:
Tamizado del agregado fino



Fotografía N°12:
Control de peso necesario del agregado fino.



Fotografía N°13:
Control de peso necesario del agregado fino.



Fotografía N°14:
Proceso de homogenización de mezcla de mortero.

- **Ensayo de fluidez del mortero con adición de fibra de coco (L: 1cm, 0.5% del peso del agregado fino).**



(a)



(b)

Fotografía N°15:
(a) y (b) Proceso de compactado por capas de mortero.



(a)



(b)

Fotografía N°16:

(a) Nivelado de mezcla compactado en molde; (b) Retiro del molde para evaluación de la fluidez del mortero con adición de fibra de coco (L: 1cm).

- **Ensayo de fluidez del mortero con adición de fibra de coco (L: 2cm, 0.5% del peso del agregado fino).**



Fotografía N°17:

Mortero en proceso de compactación en molde.



Fotografía N°18:

Mortero desmoldado para evaluación.



(a)



(b)

Fotografía N°19:

(a) y (b) Evaluación de los resultados de la fluidez del mortero al adicionar fibra (L:2cm).

- **Desarrollo de trabajos de elaboración de mezcla para ensayos de Peso Unitario del agregado de mortero.**



Fotografía N°20:
Pesaje del agregado fino



Fotografía N°21:
Pesaje de la fibra de estopa de coco.



Fotografía N°22:
Colocación del agregado fino y de la fibra de coco en horno.



Fotografía N°23:
Retiro del agregado fino y de la fibra de coco del horno.

- **Ensayo de Peso Unitario del agregado fino del mortero con adición de fibra de coco (L: 1cm, 0.5% del peso del agregado fino).**

Peso Unitario Suelto



(a)



(b)

Fotografía N°24:

(a) y (b) Proceso de homogenización de mezcla entre agregado fino y fibra de estopa de coco (L: 1cm).



Fotografía N°25:

Mezcla homogenizada.



Fotografía N°26:

Pesaje de mezcla una vez enrasado con varilla.

Peso Unitario Compactado



(a)



(b)

Fotografía N°27:

(a) y (b) Proceso de colocación de mezcla homogenizada con su debida compactación.



Fotografía N°28:

Enrasado del recipiente.

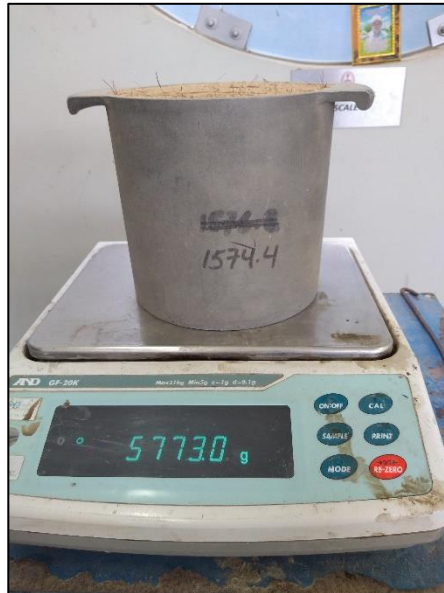


Fotografía N°29:

Pesaje de mezcla una vez enrasado con la varilla.

- **Ensayo de Peso Unitario del agregado fino del mortero con adición de fibra de coco (L: 2cm, 0.5% del peso del agregado fino).**

Peso Unitario Suelto

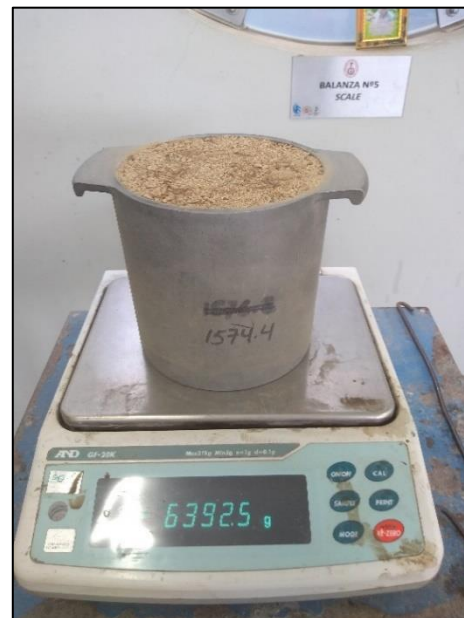


Fotografía N°30:
Pesaje de mezcla una vez enrasado con la varilla.

Peso Unitario Compactado



Fotografía N°31:
Proceso de colocación de mezcla homogenizada con su debida compactación.



Fotografía N°32:
Pesaje de mezcla una vez enrasado con la varilla.

- **Desarrollo de trabajos para ensayos de compresión diagonal en muretes.**



(a)



(b)

Fotografía N°33:

(a) y (b) Preparación de materiales para elaboración del mortero.



Fotografía N°34:

Verificación de la calidad de la fibra.



Fotografía N°35:

Aplicación de la fibra durante proceso de homogenización de agregados.



Fotografía N°36:

Homogenización de mezcla.



Fotografía N°37:

Elaboración de muretes.



(a)



(b)



(c)



(d)

Fotografía N°38:

(a), (b), (c) y (d) Proceso de elaboración de muretes patrón, adicionado fibra de coco (L: 1cm) y (L:2cm).



(a)



(b)

Fotografía N°39:

(a) y (b) Proceso de elaboración de muretes patrón, adicionado fibra de coco (L: 1cm) y (L:2cm).

Compresión diagonal de muretes patrón



Fotografía N°40:

Control de dimensiones del murete patrón elaborado.



Fotografía N°41:

Colocación de murete para dar inicio a ensayo de compresión diagonal.



(a)



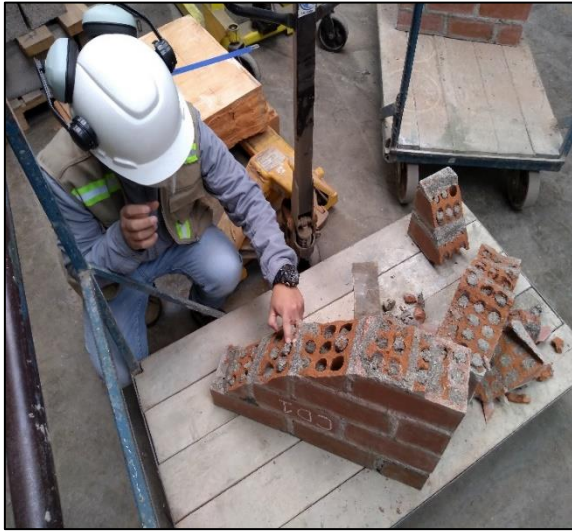
(b)

Fotografía N°42:

(a) y (b): Equipo de compresión hidráulica “Tokyokoki Seizosho”.



(a)



(b)



(c)

Fotografía N°43:

(a), (b) y (c): Observación de los resultados obtenidos, una vez realizado el ensayo a compresión diagonal del murete patrón.



(a)



(b)

Fotografía N°44:

(a), (b): Observación de los resultados obtenidos, una vez realizado el ensayo a compresión diagonal del murete patrón CD2.



(a)



(b)

Fotografía N°45:

(a), (b): Observación de los resultados obtenidos, una vez realizado el ensayo de compresión diagonal del murete patrón CD3.

Compresión diagonal de muretes de mortero con fibra (L:1 cm, 0.5% del peso del agregado fino).



Fotografía N°46:

Control de dimensiones del murete con adición de fibra (L:1cm) elaborado.



Fotografía N°47:

Colocación de murete para dar inicio a ensayo de compresión diagonal.



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

Fotografía N°48:

(a), (b), (c), (d), (e) y (f): Observación de los resultados obtenidos, una vez realizado el ensayo de compresión diagonal del murete con adición de fibra CD1-1.



(a)



(b)



(c)



(d)

Fotografía N°49:

(a), (b), (c) y (d): Observación de los resultados obtenidos, una vez realizado el ensayo de compresión diagonal del murete con adición de fibra CD1-1.

Compresión diagonal de muretes de mortero con fibra (L:2 cm, 0.5% del peso del agregado fino).



(a)



(b)



(c)



(d)

Fotografía N°50:

(a), (b), (c) y (d): Observación de los resultados obtenidos, una vez realizado el ensayo de compresión diagonal del murete con adición de fibra CD1-2.



Fotografía N°51:
Control de dimensiones del murete con adición de fibra (L:2cm) elaborado.



Fotografía N°52:
Posicionamiento del murete en equipo de compresión diagonal.



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

Fotografía N°53:

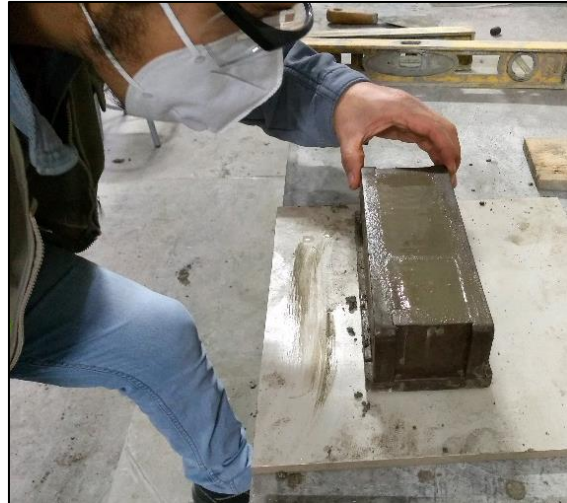
(a), (b), (c), (d), (e) y (f): Observación de los resultados obtenidos, una vez realizado el ensayo de compresión diagonal del murete con adición de fibra CD2-2.

- **Desarrollo de trabajos para ensayos de compresión de cubos de mortero**

Elaboración de cubos



Fotografía N°54:
Compactado de mezcla de mortero en molde para cubo.



Fotografía N°55:
Elaboración de cubos de mortero para los ensayos de compresión.

Compresión de Cubos Mortero Patrón



Fotografía N°56:
Equipo de compresión hidráulica, usado para ensayos con cubos.



(a)



(b)



(c)



(d)

Fotografía N°57:

(a), (b), (c) y (d): Observación de los resultados obtenidos, una vez realizado los ensayos de compresión de morteros patrón.

Compresión Cubos de mortero + fibra de coco (L:1cm, 0.5% Peso del agregado fino).



Fotografía N°58:

Control de las dimensiones de los cubos con adición de fibra de coco (L: 1cm).



(a)



(b)



(c)

Fotografía N°59:

(a), (b) y (c): Observación de los resultados obtenidos, una vez realizado los ensayos de compresión del 1er mortero con adición de fibra de coco (L:1cm).



Fotografía N°60:

Resultados de evaluación de sobre-exigencia de compresión del 1er cubo de mortero con adición de fibra de coco (L:1cm).



(a)



(b)

Fotografía N°61:

(a) y (b): Observación de los resultados obtenidos, una vez realizado los ensayos de compresión del 2do mortero con adición de fibra de coco (L:1cm).



(a)



(b)

Fotografía N°62:

(a) y (b): Observación de los resultados obtenidos, una vez realizado los ensayos de compresión del 3er mortero con adición de fibra de coco (L:1cm).

Compresión Cubos de mortero + fibra de coco (L:2cm, 0.5% del peso del agregado fino).



Fotografía N°63:
Control de las dimensiones de los cubos con adición de fibra de coco (L: 2cm).



Fotografía N°64:
Control de las dimensiones de los cubos de mortero con adición de fibra de coco (L: 2cm).



(a)



(b)

Fotografía N°65:
(a) y (b): Observación de los resultados obtenidos, una vez realizado los ensayos de compresión de los morteros con adición de fibra de coco (L:2cm).



(a)



(b)

Fotografía N°66:

(a) y (b): Observación de los resultados obtenidos, una vez realizado los ensayos de compresión del 1er mortero con adición de fibra de coco (L:2cm).



Fotografía N°67:

Resultados de evaluación de sobre-exigencia de compresión del 1er cubo de mortero con adición de fibra de coco (L:2cm).



(a)



(b)

Fotografía N°68:

(a) y (b): Observación de los resultados obtenidos, una vez realizado los ensayos de compresión del 2do mortero con adición de fibra de coco (L:2cm).



(a)



(b)

Fotografía N°69:

(a) y (b): Observación de los resultados obtenidos, una vez realizado los ensayos de compresión de 3er mortero con adición de fibra de coco (L:2cm).

- **Desarrollo de trabajos de ensayos de flexión de prismas de mortero.**

Elaboración de muestras



Fotografía N°70:

Tamizado de agregado fino para elaboración de mortero.



Fotografía N°71:

Pesaje del agregado fino, de acuerdo a dosificación establecida en el diseño.



(a)



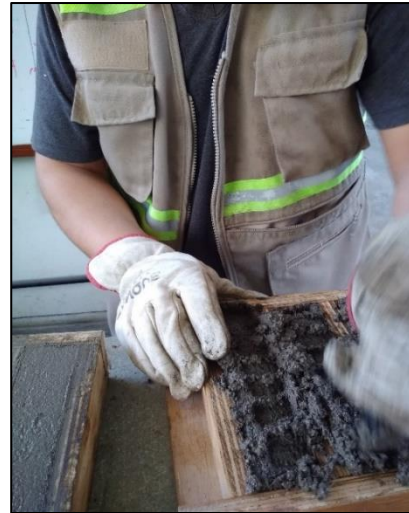
(b)

Fotografía N°72:

(a) Cantidad requerida de arena gruesa y cemento portland para elaboración de mezcla, (b) Fibra de estopa de coco (L:1cm).



Fotografía N°73:
Proceso de homogenizado de mezcla.



Fotografía N°74:
Elaboración de prismas de mortero con mezcla homogenizada.



Fotografía N°75:
Culminación de elaboración de 27 muestras de prismas de mortero (9 muestras patrón, 9 muestras patrón + fibra de coco de 1cm y 9 muestras patrón + fibra de coco de 2cm).



Fotografía N°76:
Proceso de curado de los 27 prismas de mortero.



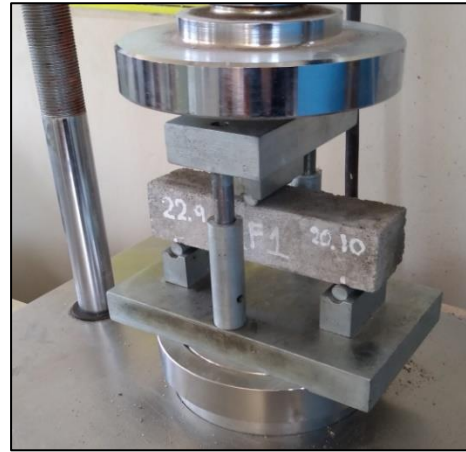
Fotografía N°77:
Proceso de curado de las 27 muestras de mortero, posterior al desencofrar.



Fotografía N°78:
Dispositivo complementario para la flexión de prismas de mortero.



(a)



(b)

Fotografía N°79:
(a) y (b): Instalación del dispositivo complementario en el equipo de compresión de hidráulica, para llevarse a cabo el ensayo a flexión en prismas.



(a)



(b)

Fotografía N°80:
(a) y (b): Colocación de los prismas de mortero en dispositivo de flexión.



Fotografía N°81:

Desarrollo del ensayo a flexión.

(a)



(b)



(c)



(d)

Fotografía N°82:

(a), (b), (c) y (d): Observación de los resultados obtenidos, una vez realizado los ensayos de flexión de los prismas de mortero patrón y los prismas con adición de fibra de coco (L:1cm y 2cm).