

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Influencia de fibra de estopa de coco al 1.5% - 2% y penca
de tuna 1.5% - 2% en la trabajabilidad, las resistencias a
la compresión y flexión del concreto
F'C=210 kg/cm², Huancayo - Junín 2021**

Celso Christian Medina Reynoso
Danilo Brayan Pérez Carhuamaca
Estefani Luya Rondon

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Civil

Huancayo, 2021

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

ASESOR

MBA. Ing. Alejandro Vildoso Flores

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a nuestros padres por el apoyo incondicional, alentándonos cada día a mejorar y terminar lo que empezamos.

A nuestros maestros quienes nos transmitieron sus conocimientos y experiencias contribuyendo así con el logro de nuestros objetivos planteados.

A nuestros amigos quienes de algún u otro modo nos han apoyado en el desarrollo y termino del trabajo de investigación.

Al asesor del proyecto de tesis: el MBA. Ing. Alejandro Vildoso Flores por su experiencia, guía y apoyo en la formulación, el desarrollo y culminación de la presente investigación.

Al señor Emilio Luya Córdor por su apoyo incondicional durante el desarrollo de toda la investigación, además de sus consejos que nos motivaron a continuar y culminar con la tesis.

Los autores.

DEDICATORIA

A Dios, por guiar y salvaguardar mi camino; a mis padres: Raúl y Carmela, por su apoyo y amor incondicional en cada etapa de mi vida, quienes siempre velaron por mi bienestar permitiéndome llegar hasta donde estoy; a mi querida abuela Bertha, que siempre está conmigo cuidándome y dándome fortaleza para seguir adelante; a mis tíos, porque con su ejemplo me han inculcado valores y son grandes referentes en mi vida. A toda mi familia, por sus enseñanzas y palabras de aliento; muchas gracias a cada uno de uno de ustedes.

Celso Christian Medina Reynoso

Este proyecto de investigación la dedico a Dios por acompañarme en todo momento; darme salud y sabiduría para poder culminar este pequeño gran paso en mi vida profesional. En memoria a Jesús Pérez Casachahua quién vela por mí y guía desde el cielo. A mi mamá Esther y hermana Ingrid quiénes siempre se han preocupado por mi bienestar y son mi mayor motivo para conseguir cada objetivo. A mi abuela Celestina por ser mi segunda madre. A mis tíos por el apoyo incondicional, alentándome cada día a mejorar y terminar satisfactoriamente esta etapa de mi vida.

Danilo Brayan Pérez Carhuamaca

A la memoria a mi madre: Rene Estela Rondón Sinche quien me cuida y me guía desde el cielo; a mi padre: Emilio Luya; a mis hermanos: Orlando, Carlos, Jessica, Luis, Cristiam y Elizabeth quienes siempre están ahí para apoyarme en cada etapa de mi vida, me dan aliento y consejos para cumplir mis objetivos.

Estefani Luya Rondon

ÍNDICE DE CONTENIDO

PORTADA	I
ASESOR	II
AGRADECIMIENTO.....	III
DEDICATORIA.....	IV
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	V
ÍNDICE DE TABLAS	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS	XIII
RESUMEN	XVIII
ABSTRACT	XIX
INTRODUCCIÓN	XX
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	22
1.1. Planteamiento y formulación del problema	22
1.1.1. Realidad problemática	22
1.2. Formulación del problema.....	27
1.2.1. Problema general.....	27
1.2.2. Problemas específicos.....	28
1.3. Objetivos	28
1.3.1. Objetivo general.....	28
1.3.2. Objetivos específicos	28
1.4. Justificación en importancia	29
1.4.1. Justificación teórica.....	29
1.4.2. Justificación práctica.....	29
1.4.3. Justificación metodológica	30
1.5. Hipótesis y descripción de variables	30
1.5.1. Hipótesis	30
1.5.2. Identificación de variables.....	31
1.5.3. Operacionalización de variables	32
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO.....	33
2.1. Antecedentes del problema	33
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	33
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	37
2.2. Bases teóricas.....	44

2.2.1.	Aditivos	44
2.2.2.	Fibras naturales	45
2.2.3.	Propiedades mecánicas de las fibras naturales.....	46
2.2.4.	Fibras de estopa de coco o fibras de bonote	47
2.2.4.1.	Características morfológicas	47
2.2.4.2.	Características físicas de la fibra de estopa de coco.....	48
2.2.4.3.	Composición química y propiedades mecánicas de la estopa de coco	48
2.2.4.4.	Usos de las fibras de estopa de coco.....	49
2.2.4.5.	Lugar de ubicación	51
2.2.5.	Penca de la tuna	51
2.2.5.1.	Características morfológicas de la penca de tuna	51
2.2.5.2.	Composición química de la penca de tuna	52
2.2.5.3.	Propiedades físicas y químicas del mucílago de la penca de la tuna ...	53
2.2.5.4.	Usos de la penca de tuna	53
2.2.5.5.	Lugar de ubicación	53
2.2.6.	Propiedades del concreto	54
2.2.6.1.	Propiedades del concreto en estado fresco.....	54
2.2.6.1.1.	Trabajabilidad	54
2.2.6.1.2.	Consistencia	54
2.2.6.1.3.	Plasticidad	54
2.2.6.1.4.	Exudación.....	55
2.2.6.1.5.	Segregación	55
2.2.6.1.6.	Tiempo de fraguado	55
2.2.6.1.7.	Temperatura	55
2.2.6.2.	Ensayos de asentamiento o consistencia.....	56
2.2.7.	Propiedades mecánicas del concreto:	56
2.2.7.1.	Resistencia a la compresión.....	56
2.2.7.2.	Resistencia a la flexión.....	56
2.2.8.	Diseño de mezcla: Método ACI.....	57
2.3.	Definición de términos básicos.....	60
CAPÍTULO III METODOLOGÍA.....		61
3.1.	Método y alcance de la investigación.....	61
3.2.	Tipo de investigación	62
3.3.	Nivel de la investigación.....	62

3.4.	Método de investigación	62
3.5.	Diseño de la investigación.....	63
3.6.	Población y muestra.....	64
3.6.1.	Población	64
3.6.2.	Muestra	64
3.6.3.	Unidad muestral.....	65
3.7.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	65
3.7.1.	Técnicas de recolección de datos.....	65
3.7.2.	Técnicas de análisis y procesamiento de datos.....	65
3.8.	Procesamientos de datos.....	66
3.9.	Equipos utilizados de recolección y procesamiento de datos	67
3.9.1.	Equipos utilizados en la recolección de datos	67
3.9.2.	Programas utilizados para el procesamiento de datos	71
3.10.	Desarrollo de la investigación	72
3.10.1.	Procesamiento de aditivos.....	72
3.10.1.1.	Procesamiento de penca	72
3.10.1.2.	Procesamiento de la estopa de coco.....	76
3.10.1.2.1.	Extracción de coco	76
3.10.1.2.2.	Procesamiento	77
3.10.2.	Diseño de mezcla	81
3.10.2.1.	Ensayos al agregado grueso y fino	81
3.10.2.2.	Elaboración del diseño de mezcla	87
3.10.3.	Determinación de la trabajabilidad del concreto en estado fresco	93
3.10.4.	Elaboración y curado de especímenes de concreto	97
3.10.5.	Determinación de la resistencia a la compresión del concreto	100
3.10.6.	Determinación de la resistencia a la flexión del concreto	104
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN		109
4.1.	Resultados del tratamiento y análisis de la información.....	109
4.2.	Prueba de hipótesis	131
4.3.	Discusión de resultados	148
CONCLUSIONES.....		151
RECOMENDACIONES		152
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		153
ANEXOS		161

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.Emisiones de Co2 por cemento producido.....	23
Tabla 2. Material predominante en las paredes exteriores de edificaciones	24
Tabla 3. Matriz de operacionalización de variables.....	32
Tabla 4. Propiedades mecánicas típicas de las principales fibras naturales.....	47
Tabla 5. Composición química de los principales constituyentes de la fibra de coco porcentajes en masa y densidad de acuerdo a principales autores	49
Tabla 6 Propiedades mecánicas y absorción hasta condición de saturación de las fibras de coco de acuerdo a principales autores.....	49
Tabla 7. Composición química de la paleta de tuna (Opundia Ficus – Indica).....	52
Tabla 8. Tabla de consistencia y asentamiento	57
Tabla 9. Tabla de requerimientos aproximados de agua de mezclado y de contenido de aire para diferentes valores de asentamiento y tamaños máximos de agregados	58
Tabla 10. Resistencia a la compresión promedio.....	58
Tabla 11. Relación agua/ cemento y resistencia a la compresión del concreto	58
Tabla 12. Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto	59
Tabla 13. Tabla de tratamientos de dosificaciones de fibra de estopa de coco y penca de tuna.....	63
Tabla 14. Número de especímenes por tipo de tratamiento y días de rotura.....	64
Tabla 15. Consolidación de resultados	88
Tabla 16. Resumen de volumen de elementos sin considerar los agregados	89
Tabla 17. Resumen de pesos y volumen de los elementos	90
Tabla 18. Resumen de la corrección de pesos debido al porcentaje de absorción y contenido de humedad presente en los agregados	91
Tabla 19. Cantidad de materiales para 0.06m ³ de concreto convencional tratamiento 0	92
Tabla 20. Cantidad de materiales para 0.045 m ³ de concreto convencional – tratamiento 0	92
Tabla 21. Tolerancias para rangos de asentamientos.....	97

Tabla 22. Moldes cilíndricos y moldes viga	97
Tabla 23. Diámetro máximo de espécimen de ensayo en relación al diámetro máximo de cara de la carga	101
Tabla 24. Tabla de tolerancias de tiempo permisibles para roturar probetas cilíndricas	101
Tabla 25. Resultados del asentamiento de concreto del tratamiento control y demás tratamientos con adiciones de fibras de estopa de coco y penca de tuna en proporciones combinadas	110
Tabla 26. Resumen de promedios de la resistencia a la compresión del tratamiento control a los días de rotura	112
Tabla 27. Resumen de promedios de % de resistencia a la compresión en función al $f'c=210$ kg/cm ² y resistencia mínima esperada del T0 – 0% de adición.....	112
Tabla 28. Resumen de promedios de porcentajes de adición del 1.5 % de estopa de coco y 1.5 % de penca de tuna 1.5%	113
Tabla 29. Resumen de promedios de % de resistencia a la compresión en función al $f'c=210$ kg/cm ² y resistencia mínima esperada del T1 – 1.5 % de estopa de coco y 1.5 % de penca de tuna	114
Tabla 30. Resumen de promedios de porcentajes de adición del 1.5 % de estopa de coco y 2.0 % de penca de tuna	115
Tabla 31. Resumen de promedios de % de resistencia a la compresión en función al $f'c=210$ kg/cm ² y resistencia mínima esperada del T2 – 1.5 % de estopa de coco y 2.0 % de penca de tuna en función a los días de rotura.....	115
Tabla 32. Resumen de promedios de porcentajes de adición del 2.0% de estopa de coco y 1.5% de penca de tuna	116
Tabla 33. Resumen de promedios de % de resistencia a la compresión en función al $f'c=210$ kg/cm ² y resistencia mínima esperada del T3 – 2.0% de estopa de coco y 1.5% de penca de tuna en función a los días de rotura estopa de coco y 1.5% de penca de tuna en función a los días de rotura	116
Tabla 34. Resumen de promedios de porcentajes de adición del 2.0 % de estopa de coco y 2.0 % de penca de tuna	118

Tabla 35. Resumen de promedios de % de resistencia a la compresión en función al $f'c=210$ kg/cm ² y resistencia mínima esperada del T4 – 2.0 % de estopa de coco y 2.0 % de penca de tuna en función a los días de roturao y 2.0% de penca de tuna en función a los días de rotura.....	118
Tabla 36. Influencia de la adición estopa de coco y penca de tuna en porcentajes de 2.0 % - 1.5 % en la resistencia a la compresión a los 7 días de madurez	120
Tabla 37. Influencia de la adición estopa de coco y penca de tuna en porcentajes de 2.0 % - 1.5 % en la resistencia a la compresión a los 14 días de madurez	122
Tabla 38. Influencia de la adición estopa de coco y penca de tuna en porcentajes de 2.0 % - 1.5 % en la resistencia a la compresión a los 28 días de madurez	123
Tabla 39. Comparación de la resistencia a la compresión con la muestra patrón	126
Tabla 40. Resumen de resistencias a la flexión a los 28 días en viguetas del T0 – 0 % de adición	126
Tabla 41. Resumen de resistencias a la flexión a los 28 días en viguetas del T1 con adiciones de 1.5% de estopa de coco y 1.5 % de penca de tuna	127
Tabla 42. Resumen de resistencias a la flexión a los 28 días en viguetas del T2 con adiciones de 1.5 % de estopa de coco y 2.0 % de penca de tuna	127
Tabla 43. Resumen de resistencias a la flexión a los 28 días en viguetas del T3 con adiciones de 2.0% de estopa de coco y 1.5% de penca de tuna	127
Tabla 44. Resumen de resistencias a la flexión a los 28 días en viguetas del T4 con adiciones de 2.0 % de estopa de coco y 2.0 % de penca de tuna	128
Tabla 45. Resumen de la comparación de resistencias a la flexión a los 28 días en viguetas con adiciones de 1.5-2.0 % de estopa de coco y 1.5-2.0 % de penca de tuna respecto a la muestra patrón	128

Tabla 46. Relación lineal entre la resistencia a la compresión y la resistencia a la tracción por flexión	130
Tabla 47. Tablas de valores para la constante K a los 28 días de madurez	130
Tabla 48. Tabla de análisis descriptivo de los resultados de la resistencia a la compresión a los 7 días de madurez	132
Tabla 49. Tabla de análisis descriptivo de los resultados de la resistencia a la compresión a los 14 días de madurez	133
Tabla 50. Tabla de análisis descriptivo de los resultados de la resistencia a la compresión a los 28 días de madurez	133
Tabla 51. Resultados de la prueba de normalidad de los ensayos a compresión a los días de rotura	134
Tabla 52. Valores de coeficiente “R”	135
Tabla 53. Valores para la regresión lineal relacionando las resistencias a la compresión del tratamiento T0 y tiempo de madurez.....	135
Tabla 54. Valores para la regresión lineal relacionando las resistencias a la compresión del tratamiento T1 y tiempo de madurez.....	137
Tabla 55. Valores para la regresión lineal relacionando las resistencias a la compresión del tratamiento T2 y tiempo de madurez.....	138
Tabla 56. Valores para la regresión lineal relacionando las resistencias a la compresión del tratamiento T3 y tiempo de madurez.....	139
Tabla 57. Valores para la regresión lineal relacionando las resistencias a la compresión del tratamiento T4 y tiempo de madurez.....	141
Tabla 58. Resultados de la prueba de ANOVA a los tratamientos T0, T1, T2, T3 y T4 para los resultados de la resistencia a la compresión.....	143
Tabla 59. Tabla de valores DUNCAN para las resistencias medias a la compresión de los tratamientos.....	143
Tabla 60. Tabla de análisis descriptivo de los resultados de la resistencia a la flexión a los 28 días de madurez	145
Tabla 61. Resultados de la prueba de normalidad de los ensayos a compresión a los días de rotura	146
Tabla 62. Resultados de la prueba de ANOVA a los tratamientos T0, T1, T2, T3 y T4 para flexión	147
Tabla 63. Tabla de valores DUNCAN para las resistencias medias a la flexión de los tratamientos.....	148

Tabla 64. Análisis de costos del diseño patrón	163
Tabla 65. Análisis de costos del tratamiento 1 – Estopa de coco al 1.5 %	
+ Penca de tuna al 1.5 %	163
Tabla 66. Análisis de costos del tratamiento 2 – Estopa de coco al 1.5%	
+ Penca de tuna al 2.0%	163
Tabla 67. Análisis de costos del tratamiento 3 – Estopa de coco al 2.0 %	
+ Penca de tuna al 1.5 %	164
Tabla 68. Análisis de costos del tratamiento 4 – Estopa de coco al 2.0 %	
+ Penca de tuna al 2.0 %	164

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución de incidencia de manifestaciones patológicas en estructuras de concreto arquitectónico.....	26
Figura 2. Clasificación de las fibras naturales según su origen.....	46
Figura 3. Ejemplo de ficha de procesamiento de datos	66
Figura 4. Prensa para ensayo a la compresión.....	67
Figura 5. Máquina de resistencia a la flexión con carga a los tercios del claro	68
Figura 6. Máquina de resistencia a la flexión con espécimen de muestra patrón	68
Figura 7. Realizado el ensayo del SLUMP.....	69
Figura 8. Horno de temperatura controlada para realizar pruebas de contenido de humedad, peso específico y absorción	69
Figura 9. Moldes cilíndricos, varilla y pala para ensayos de peso unitario	70
Figura 10. Tamices para el ensayo de granulometría	70
Figura 11. Balanza de precisión y balanza digital, entre otros materiales de laboratorio	71
Figura 12. A. Programa Excel para el procesamiento de datos estadísticos – B. Programa SPSS.....	71
Figura 13. Ubicación de la extracción de la penca.....	72
Figura 14. A.Extrayendo las pencas de tuna B. Extrayendo las espinas de la penca.....	73
Figura 15. Guardando la penca de la tuna en el costal.....	74
Figura 16. A.Cortando la penca en pequeños trozos, B. Almacenamiento de los trozos cortados	75
Figura 17. A.Extractando los trozos de penca; B Extracto de penca de tuna.....	75
Figura 18. Extracto de penca de tuna adicionada al agua que se utilizara en la mezcla en función a los porcentajes requeridos por tratamiento requerido	76
Figura 19. A.Ubicación de la procedencia del coco; B. Coco almacenado en costales	76
Figura 20. A.Pelado de la cascara del coco; B. El coco Sumergido en agua.....	77
Figura 21. A.El coco sin fibras; B. Fibra de coco mezclado con desperdicios.....	78
Figura 22. Colocado de la fibra extraída manualmente en un recipiente	78

Figura 23. A.Fibra de coco reposada con cal y agua; B.Fibra de coco reposada con cal y agua, ahí podemos apreciar la suciedad.....	79
Figura 24. A.Lavado de la fibra de coco; B. Agua medianamente cristalina, después del lavado de las fibras	79
Figura 25. Secado de la fibra de coco.....	80
Figura 26. A. Cortado de 2cm de la fibra de coco; B. Almacenamiento de la fibra de coco cortada	80
Figura 27. Fibra de coco cortada a 2 cm lista para ser adicionada a la mezcla	81
Figura 28. Ensayo de análisis granulométrico del agregado fino y grueso	81
Figura 29. Muestreo de los agregados grueso y fino de acuerdo a la NTP 400.010	82
Figura 30. Secado de la muestra mediante el horno de temperatura controlada.....	82
Figura 31. A. Peso unitario en condición suelta. B. Determinación de la masa suelta.....	83
Figura 32. A. Peso unitario en condición compactada. B. Determinación de la masa compactada	83
Figura 33. A. Peso unitario en condición suelta. B. Determinación de la masa suelta	83
Figura 34. A. Peso unitario en condición compactada. B. Determinación de la masa compactada	84
Figura 35. A. Sumersión del agregado grueso. B. Secado superficial saturado	84
Figura 36. A. Determinación de la masa. B. Secado de la masa en el horno	85
Sumersión	
Figura 37. A. Sumersión del agregado fino. B. Secado superficial saturado.....	85
Figura 38. A. Determinación de volumen por gravimetría. B. Secado del agregado fino en el horno.....	86
Figura 39. A.Peso de muestra saturada superficialmente seca ; B. Muestra en el horno; C. Peso de la muestra seca.....	87
Figura 40. A.Peso de la fiola; B. Agregando agua a la fiola + muestra; C. Peso de la fiola + muestra después de eliminar el aire	87
Figura 41. Dimensiones de briqueta.....	91
Figura 42. Concreto vaciado perteneciente al tratamiento 3	93
Figura 43. Instrumentos utilizados para hacer el ensayo	93

Figura 44. Haciendo presión en el cono de ABRAMS para realizar el ensayo.....	94
Figura 45..A. Llenado en 3 capas el Cono de ABRAMS. B. Varillado en el cono de ABRAMS	95
Figura 46. Limpieza de la base del molde limpio	95
Figura 47. Retirado del cono para determinar el asentamiento.....	96
Figura 48. A. Cono retirado, listo para medir el SLUMP. B. Toma de medida del asentamiento.....	96
Figura 49. Mezclado de concreto en trompo	98
Figura 50. A. Colocado de concreto en probetas. B. Compactado de capa.....	99
Figura 51. A. Golpe con martillo de goma. B. Enrasado con badilejo	99
Figura 52. A. Colocado y compactado de concreto en probetas B. Golpe con martillo de goma	100
Figura 53. Curado estándar de probetas cilíndricas y vigas.....	100
Figura 54. Espécimen colocado y alineado, listo para rotura	102
Figura 55. Tipo de fractura obtenidas en laboratorio.....	102
Figura 56. Esquema de patrones de tipo de fractura	103
Figura 57. Diagrama de un dispositivo adecuado para ensayar vigas a flexión con cargas a los tercios.....	104
Figura 58. Medición y marcación a los tercios centrales	105
Figura 59. Espécimen en la máquina de rotura y punto de falla en el tercio central.....	105
Figura 60. Resistencia a la compresión vs Módulo de rotura.....	107
Figura 61. SLUMP vs Tratamientos	111
Figura 62. Gráfica lineal de la resistencia a la compresión del tratamiento T0 – tratamiento control.....	113
Figura 63. Grafica lineal de la resistencia a la compresión con adición de 1.5% de estopa de coco y 1.5% de penca de tuna en función a los días de rotura	114
Figura 64. Grafica lineal de la resistencia a la compresión con adición de 1.5% de estopa de coco y 2.0% de penca de tuna en función a los días de rotura	115
Figura 65. Gráfica lineal de la resistencia a la compresión con adición de 2.0 % de estopa de coco y 1.5 % de penca de tuna en función a los días de rotura	117

Figura 66. Gráfica lineal de la resistencia a la compresión con adición de 2.0% de estopa de coco y 2.0% de penca de tuna en función a los días de rotura.	118
Figura 67. Gráfica lineal de la resistencia a la compresión con adición de 1.5% - 2.0% de estopa de coco y 1.5% - 2.0% de penca de tuna en función a los días de rotura	119
Figura 68. Influencia de la adición estopa de coco y penca de tuna en porcentajes de 2.0 % - 1.5 % en la resistencia a la compresión en testigos cilíndricos a los 7 días de madurez	121
Figura 69. Influencia de la adición estopa de coco y penca de tuna en porcentajes de 2.0 % - 1.5 % en la resistencia a la compresión en testigos cilíndricos a los 14 días de madurez.	122
Figura 70. Influencia de la adición estopa de coco y penca de tuna en porcentajes de 2.0% - 1.5% en la resistencia a la compresión en testigos cilíndricos a los 28 días de madurez	124
Figura 71. Influencia de la adición estopa de coco y penca de tuna en porcentajes de 2.0 % - 1.5 % en la resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días de madurez	125
Figura 72. Comportamiento de la resistencia a la flexión de las viguetas de concreto con adiciones de fibra de estopa de coco y penca de tuna a los 28 días de madurez.	129
Figura 73. Diagrama de dispersión, ecuación y coeficiente de correlación de los resultados de la resistencia a la compresión del tratamiento T0 vs el tiempo de madurez	136
Figura 74. Diagrama de dispersión, ecuación y coeficiente de correlación de los resultados de la resistencia a la compresión del tratamiento T1 vs el tiempo de madurez	137
Figura 75. Diagrama de dispersión, ecuación y coeficiente de correlación de los resultados de la resistencia a la compresión del tratamiento T2 vs el tiempo de madurez	138
Figura 76. Diagrama de dispersión, ecuación y coeficiente de correlación de los resultados de la resistencia a la compresión del tratamiento T3 vs el tiempo de madurez	140

Figura 77. Diagrama de dispersión, ecuación y coeficiente de correlación
de los resultados de la resistencia a la compresión del tratamiento
T4 vs el tiempo de madurez. 141

RESUMEN

El trabajo de investigación muestra los resultados del análisis de la influencia de los aditivos naturales como son la fibra de estopa de coco y la penca de tuna en la trabajabilidad, la resistencia a la compresión y flexión del concreto. Para la realización del trabajo se elaboró un diseño de mezcla haciendo uso del método ACI 211, que nos permite mediante tablas diseñar una mezcla en función a las propiedades y características de los agregados; la estopa de coco fue traída de la provincia de San Ramón, y la penca de la tuna fue traída de la provincia de Izcuchaca. Para la evaluación de la resistencia a la compresión se optó por la elaboración de 4 tratamientos con porcentajes de adición de 1.5 % - 2.0 % de penca de tuna y estopa de coco, dichos porcentajes fueron adicionados en función al peso del cemento obtenido a partir del diseño.

El tipo de investigación al que pertenece este trabajo es aplicada, de nivel explicativo con un diseño de investigación del tipo experimental puro. Para la elaboración de los resultados se realizó la prueba del SLUMP que nos permitió evaluar la trabajabilidad de cada uno de los tratamientos propuestos; también se roturaron 45 probetas de concreto, 9 sin porcentajes de adición (tratamiento control) y 36 probetas con adiciones combinadas a los 7, 14 y 28 días de madurez para evaluar la resistencia a la compresión, además de 15 vigas roturadas a los 28 días para evaluar la resistencia a la flexión, resultados que se evaluaron estadísticamente para determinar su nivel de significancia.

Finalmente se llegó a la conclusión que todos los tratamientos con adición influyen negativamente en la trabajabilidad obteniéndose valores de consistencia entre 2.5" y 1"; por otro lado, la adición más óptima entre los tratamientos realizados fue el T3 que contiene 2.0 % de fibra de estopa de coco y 1.5 % de penca de tuna llegando a una resistencia a la compresión de 319.20 kg/cm² y un módulo de rotura de 44.57 kg/cm² a los 28 días de madurez.

Palabras clave: fibra de estopa de coco, penca de tuna, trabajabilidad, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión.

ABSTRACT

The research work shows the results of the analysis of the influence of natural additives such as coconut fiber tow and prickly pear cactus on the workability, compressive strength and flexural strength of concrete; for the realization of the work a mix design was elaborated using the ACI 211 method, which allows us to make a mix design according to the properties and characteristics of the aggregates by means of tables; The coconut tow was brought from the province of San Ramón, and the prickly pear cactus was brought from the province of Izcuchaca; for the evaluation of the compressive strength, 4 treatments were chosen with addition percentages of 1.5% - 2.0% of prickly pear cactus and coconut tow, these percentages were added according to the weight of cement obtained from the design.

The type of research to which this work belongs is applied, at an explanatory level with a research design of the pure experimental type. For the elaboration of the results, the SLUMP test was performed, which allowed us to evaluate the workability of each of the proposed treatments; Also 45 concrete specimens were broken, 9 without addition percentages (control treatment) and 36 specimens with combined additions at 7, 14 and 28 days of maturity to evaluate the compressive strength, in addition to 15 beams broken at 28 days to evaluate the flexural strength, results that were statistically evaluated to determine their level of significance.

Finally, it was concluded that all the treatments with additions had a negative influence on workability, obtaining consistency values between 2.5" and 1"; on the other hand, the most optimal addition among the treatments was T3, which contains 2.0% coconut tow fiber and 1.5% prickly pear cactus, reaching a compressive strength of 319.20kg/cm² and a modulus of rupture of 44.57kg/cm² at 28 days of maturity.

Key words: coconut tow fiber, prickly pear cactus, workability, compressive strength, flexural strength.

INTRODUCCIÓN

El sector de la construcción viene innovando y mejorando sus procesos constructivos, además de las herramientas y materiales que emplea para la edificación de las nuevas estructuras, adaptándose a los requerimientos económicos y funcionales que nos exige la ingeniería en cuanto a diseño y construcción se refiere, pese a estas nuevas formas de construcción siguen existiendo los problemas de agrietamiento temprano en las edificaciones, causadas muchas veces no solo por temas de materiales o procesos sino por los constantes cambios climáticos a los que se encuentra sometida la edificación, es por ello que el uso de aditivos artificiales para evitar dichos problemas se ha masificado, a pesar de sus costos elevados, pasando a segundo plano el cuidado del medio ambiente; por lo antes mencionado es que en el presente trabajo se propone el uso de la estopa de coco y penca de tuna, previo análisis de su influencia ante la trabajabilidad y la mejora de la resistencia a la compresión y flexión del concreto, como aditivos naturales.

El presente trabajo está dividido en cuatro capítulos: el primero contiene el planteamiento de estudio, la realidad problemática, el planteamiento del problema y su formulación además de los objetivos tanto principal como específicos, la justificación de trabajo, el planteamiento de la hipótesis y la descripción de las variables.

El capítulo dos tratará sobre los antecedentes del trabajo, además de las bases teóricas acerca de nuestras variables de investigación y la definición de términos básico.

El capítulo tres se presenta la metodología, donde se redactará cual es el método de investigación utilizado, además de su configuración, la población, muestra, técnicas e instrumentos de investigación, así como el procesamiento de datos, equipos utilizados, el desarrollo de la investigación y su procesamiento hasta antes de la obtención de los resultados.

En el último capítulo se presentan los resultados, la discusión y prueba de hipótesis a través de cuadros de acuerdo a los objetivos planteados, además de los análisis estadísticos realizados a datos obtenidos para corroborar el nivel de influencia de una variable en otra.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento y formulación del problema

1.1.1. Realidad problemática

1.1.1.1. Enfoque internacional

En todo el mundo se han observado problemas de agrietamiento temprano en diferentes estructuras que están expuestas a climas muy cambiantes a lo largo del año y este problema suele ser más común de lo que debería de serlo. Por esa razón Mora (1) menciona que:

Uno de los retos más importantes en el sector de la construcción es hacer que la estructuras conserven su resistencia al pasar los años; como se mencionaba anteriormente el concreto al ser el material más utilizado tiene grandes ventajas en cuanto resistencia y durabilidad, las cuales le permiten destacarse entre los demás materiales. A su vez, tiene una desventaja en cuanto a cambios de temperatura y cuando es sometido a esfuerzos de tracción, la implementación de fibras en el concreto en las últimas investigaciones ha demostrado ser una gran alternativa para aumentar su resistencia y rigidez (p.18).

Por otro lado, el desarrollo de la tecnología del concreto busca mejorar las propiedades mecánicas con el uso de aditivos químicos y se sabe que estos mismos son nocivos para el medio ambiente. Es por ello que, el concreto es el material de construcción más utilizado en todo el mundo para diferentes infraestructuras del ámbito civil. La demanda que representa se debe a sus propiedades mecánicas, pero

también se sabe que para la producción de un concreto se necesita cemento y esta causa un gran impacto por la emisión de dióxido de carbono, el cual es un gas invernadero (2 p. 131).

Tabla 1. Emisiones de Co2 por cemento producido
Producción masiva del concreto en el 2012

Cemento producido	Emisión de dióxido de carbono
3600 millones	3230 millones CO₂

Tomada de Gonzales, Marín y Baltazar, 2018

También se sabe que los aditivos no naturales son costosos, haciendo que el presupuesto para un determinado proyecto se eleve, de acuerdo a las características que tengan que cumplir. Por esa razón, se indica que “es muy claro que un concreto reforzado con fibra natural tiene un costo de producción menor que un concreto con fibra sintética o de acero, en iguales condiciones de servicio del material” (3 p. 150). Además, Solís et.al. (4) , mencionan que:

Todos los días a nivel mundial es más común el diseño de mezcla de un concreto con algún elemento adicional a los tres básicos, ya sea para responder a las necesidades específicas de carácter técnico, o para mejorar los problemas constructivos (p.1).

Es decir, es común que las personas utilicen algún tipo de aditivo en sus construcciones, para alcanzar determinadas especificaciones de acuerdo a los proyectos, es por ello que en relación a los problemas mencionados se busca mitigar el impacto ambiental desarrollando concretos sustentables o ecológicos, para que así exista una sustitución parcial del cemento por aditivos naturales y que estos cumplan con los requerimientos de un determinado proyecto. De igual manera el presupuesto se verá afectado positivamente ya que al ser naturales el costo no es tan elevado y se encuentra abundantemente, esto permitirá que más personas de las zonas rurales puedan hacer construcciones económicas, seguras y durables.

1.1.1.2. Enfoque nacional

El Perú es un país con diversos tipos de clima, intensas lluvias, elevadas y bajas temperaturas; fuertes gradientes térmicas así como también alta salinidad del mar y humedad, lo que genera diversos problemas en el concreto. (5) Entre los cuales están: fraguado prematuro, fisuras y agrietamientos que hacen permeable al concreto generando filtraciones y corrosión de los aceros, además de inesperadas bajas resistencias lo que significa menor durabilidad de las construcciones. Esta problemática se debe en gran medida también a una selección inadecuada de materiales y a prácticas de construcción deficientes que dan como resultado un material poroso y permeable, causando su deterioro. (6)

A nivel nacional hay una tendencia creciente en obras de edificación civil que requieren predominantemente el uso de concreto, tal como se evidencia en la tabla N°02 que desde el año 2009 más de la mitad de viviendas en el país tienen como material predominante en las paredes ladrillos o bloques de cemento lo que implica el uso de cemento y la existencia de elementos estructurales de concreto.

Tabla 2. Material predominante en las paredes exteriores de edificaciones

Material predominante en las paredes exteriores / Área de residencia	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Ladrillo o bloque de cemento	50.1	51.4	50.6	51.5	52.2	51.7	51.7	51.9	53.1	54.0	55.4
Piedra o sillar con cal o cemento	0.7	0.7	0.7	0.8	0.7	0.6	0.6	0.8	0.6	0.6	0.5
Adobe o tapia	34.8	34.2	34.4	34.1	33.6	34.3	33.5	33.3	32.6	32.6	31.4
Quincha (caña con barro)	1.8	1.7	1.8	1.8	1.8	1.6	1.7	1.4	1.5	1.3	1.1
Piedra con barro	0.9	0.9	1.0	1.0	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.7	0.8
Madera 1/	6.6	6.1	6.9	7.0	7.6	7.7	8.5	8.7	8.4	7.7	7.7
Estera 2/	0.9	0.6	0.7	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	1.6	1.6
Otro material 3/	4.2	4.4	3.9	3.4	2.8	2.8	2.8	2.6	2.6	1.6	1.4

Nota: 1/ A partir del año 2018 se incluye pona, tornillo, etc. 2/ A partir del año 2018 se incluye triplay, calamina. 3/ Comprende otros materiales como: caña partida, carrizo, madera con barro, caña brava y pona (palmera de la Amazonía de la cual se extrae la chonta que es una madera muy dura de color negro con pequeños jaspes blancos). A partir del año 2018 la pona se excluye de otro material y pasa a ser considerada conjuntamente con madera. **Tomada del Instituto Nacional de Estadística e Informática - Encuesta Nacional de Hogares, 2021.**

En Perú se estima que solo el 40 % de las construcciones de viviendas son realizadas con procesos constructivos formales, mientras que el 60 % restante son informales y empíricas; construidas con materiales y procesos desfavorables para el medio ambiente, la salud y economía de la comunidad ya que la mayor población en nuestro país es de recursos económicos limitados, por lo que las edificaciones no presentan un buen estado constructivo. (7)

Sin embargo, nuestro país de características agrícolas, con recursos naturales abundantes tales como la penca de tuna o las fibras de coco no tienen un uso significativo en construcciones por desconocimiento de sus propiedades y características. A fin de contar con buenas construcciones que tengan concreto de excelente calidad, alta resistencia y durabilidad se genera la alternativa de buscar materiales alternos y métodos constructivos en relación a la economía de la comunidad para su beneficio propio.

Se han realizado diversos estudios de las diferentes variables del concreto con el fin de establecer cuáles son aquellas que brindan el mejor comportamiento; entre los que destacan los estudios de materiales adicionales a los componentes del concreto, que pueden ser compuestos o desechos no dañinos al concreto, como es el caso de los aditivos naturales. (8)

Los aditivos se usan para optimizar la reología del concreto, en su estado fresco e incrementar la resistencia del concreto en estado endurecido, como la consistencia que se mide con el cono de Abrams y la resistencia a la compresión y flexión que se miden en la máquina de rotura de probetas o especímenes.

A nivel nacional también se emplean aditivos químicos y productos industrializados para mejorar las características y propiedades del concreto; la desventaja es que implica un alto costo que minimiza su utilización. Por esta razón se pretende utilizar aditivos naturales que se encuentren disponibles en el medio y a la vez mejoren las propiedades y características del concreto (9 p.18).

1.1.1.3. Enfoque local

El departamento de Junín se encuentra ubicado en la zona central de los andes peruanos; Huancayo es una de sus provincias que se encuentra a 3271 m s. n. m, este posee un clima templado seco y estaciones variables durante el año siendo las más marcadas la estación seca que se da de abril a noviembre y las lluviosas de diciembre a marzo, además de bajas temperaturas durante los meses de julio y agosto. Dependiendo de las temporadas, las temperaturas suelen ser más frías pudiendo llegar por las noches a varios grados bajo cero produciendo heladas en la región. (10)

Uno de los problemas más frecuentes a causa del tiempo cambiante en la región es el agrietamiento temprano producido en las estructuras de concreto en estado endurecido, las que se dan básicamente por los esfuerzos producidos por cargas aplicadas y esfuerzos debidos a contracción por secado o a cambios de temperatura en condiciones de restricción.

Según Morataya (11) la contracción por secado es “una propiedad inherente e inevitable del concreto, por lo que se utiliza acero de refuerzo colocado en una posición adecuada para reducir los anchos de grieta, o bien juntas que predetermine y controlen la ubicación de las grietas”(p. 65) ; dicho problema afecta el tiempo de fraguado del concreto, además de sus propiedades no permitiéndole cumplir su tiempo de servicio generando fisuramientos en elementos estructurales expuestos al ambiente; para Sotomayor (12) “ si revisamos algunas estadísticas disponibles, vemos que las fisuras representan en promedio 21 % de manifestaciones patológicas en estructuras de concreto arquitectónico” (p. 1), y su incidencia se ve en la figura 1.

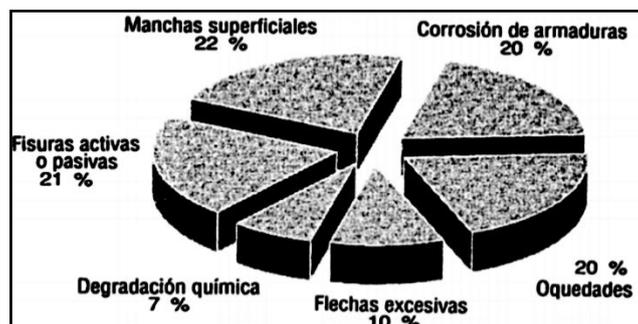


Figura 1. Distribución de incidencia de manifestaciones patológicas en estructuras de concreto arquitectónico
Tomada de Sotomayor, 2020, p.1.

Algunos estudios realizados en referencia a la durabilidad de las edificaciones mencionan que muchos de los problemas que se le atribuyen a esta cualidad con la que debería cumplir una estructura son la mala calidad de los materiales empleados en la construcción, malos procesos constructivos, errores de diseño y/o cálculos además de la inadecuada selección de materiales, entre otros (13) , problemas que han llevado a lo largo de los años, a que se venga innovando en la calidad y los tipos de materiales a emplear en las construcciones con el fin de edificar estructuras más resistentes y durables que puedan soportar condiciones ambientales desfavorables.

La industria de la construcción utiliza el concreto como elemento principal de las estructuras y busca que este alcance una mayor resistencia con una menor cantidad de materiales empleados es por ello que el uso de aditivos químicos para mejorar las propiedades del concreto va en aumento a pesar que estos sean costosos y que no siempre se encuentren disponibles en el mercado local, adicionando un costo más para su transporte lo que incrementa considerablemente el costo final del proyecto, además que genera un gran impacto ambiental a diferencia de los aditivos naturales que se han empleado por años como pinturas impermeabilizantes que sirven para restaurar edificios históricos de adobe, como aglutinante que se adiciona al adobe, entre otros (14).

Es por ello que, habiendo observado el agrietamiento temprano en las losas de las edificaciones de la ciudad de Huancayo, debido a factores como los cambios de temperatura bruscos y la baja durabilidad de las construcciones, repercutiendo de manera desfavorable en la economía del usuario a largo plazo, tomando en cuenta que estos son elaborados a base de concreto planteamos el siguiente problema de investigación.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es la influencia de fibra de estopa de coco al 1.5 % - 2 % y penca de tuna 1.5 % - 2 % en la trabajabilidad, las resistencias a la compresión y flexión del concreto $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$, Huancayo - Junín 2021?

1.2.2. Problemas específicos

¿En qué medida la adición de fibra de estopa de coco al 1.5 % - 2 % y la penca de tuna al 1.5 % - 2 % influenciará en la trabajabilidad del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, Huancayo - Junín 2021?

¿En qué medida la adición de fibra de estopa de coco al 1.5 % - 2 % y la penca de tuna al 1.5 % - 2 % influenciará en la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, Huancayo - Junín 2021?

¿En qué medida la adición de fibra de estopa de coco al 1.5 % - 2 % y la penca de tuna al 1.5 % - 2 % influenciará en la resistencia a la flexión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, Huancayo - Junín 2021?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar la influencia de la fibra de estopa de coco al 1.5 % - 2 % y penca de tuna 1.5 % - 2 % en la trabajabilidad, las resistencias a la compresión y flexión del concreto $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$, Huancayo – Junín 2021.

1.3.2. Objetivos específicos

Evaluar la influencia en la trabajabilidad del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con la adición de fibra de estopa de coco al 1.5 % - 2 % y la penca de tuna al 1.5 % - 2 % en proporción respecto al peso del cemento.

Evaluar la influencia en la compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con la adición de fibra de estopa de coco al 1.5 % - 2 % y la penca de tuna al 1.5 % - 2 % en proporción respecto al peso del cemento.

Evaluar la influencia en la flexión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con la adición de fibra de estopa de coco al 1.5 % - 2 % y la penca de tuna al 1.5% - 2 % en proporción respecto al peso del cemento.

1.4. Justificación en importancia

1.4.1. Justificación teórica

La estopa de coco tiene como elemento fundamental a las fibras naturales que se asimilan a las microfibras como el polipropileno, este al formar parte de la mezcla de concreto permite reducir la segregación y previene la formación de fisuras, además mejora la resistencia a la flexión en elementos como las losas de las edificaciones, entre otros; por su parte la penca de la tuna cuenta con propiedades químicas y físicas que recubren y protegen el acero de corrosiones y a la vez mejoran la resistencia a la compresión en estado endurecido y la trabajabilidad en estado fresco del concreto.

Por otro lado, esta investigación incentiva el uso de aditivos naturales, ya que estos ayudan al reducir el impacto ambiental que traen consigo los aditivos convencionales, dando la opción de poder industrializar la fibra de estopa de coco y la penca de la tuna para mejorar los resultados de un diseño de mezcla convencional.

1.4.2. Justificación práctica

Se sabe que la industria de la construcción utiliza el concreto como elemento fundamental en cualquier edificación, este a su vez presenta diferentes tipos de fallas en sus propiedades a lo largo de su tiempo de vida, es por ello que con la investigación se busca mejorar la resistencia a la compresión, flexión y la trabajabilidad del concreto, haciendo uso de la penca de la tuna y la estopa de coco como aditivos naturales que cuentan con propiedades físicas y química que mejoran de manera significativa las propiedades de los estados que presenta el concreto.

Mediante el estudio de los aditivos naturales se pretende aportar los beneficios y/o desventajas de la adición de los mismos a las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido durante su desempeño, lo cual se medirá mediante su comportamiento en los ensayos a compresión, flexión y trabajabilidad, por ser las propiedades más relevantes que permiten medir el nivel de serviciabilidad además se pretende con ello se puedan incluir los recursos naturales en la construcción a futuro de tal forma que estas se realicen de forma eco amigable.

1.4.3. Justificación metodológica

El diseño de mezcla de concreto se elabora mediante diversas metodologías; para esta investigación se toma en cuenta la metodología ACI 211, que permite obtener la proporción de los componentes en base a datos iniciales del proyecto, propiedades del cemento y parámetros básicos de los agregados; mediante el uso de tablas que relacionan los requerimientos del diseño con demás factores que permiten determinar el volumen de cada elemento constituyente del concreto.

Este método considera de manera opcional el uso de aditivos para mejorar las propiedades del concreto, cuyas dosis se determinan en función al peso del cemento, en tal sentido se propone utilizar aditivos naturales como la estopa de coco y la penca de tuna que se encuentran a costos accesibles, posterior a realizar los diseños, mezclas y curados de concreto convencional y modificado se procede a comparar la consistencia, la resistencia a la compresión y flexión del concreto según lo especificado en las normas técnicas peruanas establecidas buscando mejorar las propiedades del concreto en estado fresco y la durabilidad del mismo en estado endurecido.

1.5. Hipótesis y descripción de variables

1.5.1. Hipótesis

1.5.1.1. Hipótesis general

Las fibras de estopa de coco al 1.5 % - 2 % y penca de tuna 1.5 % - 2 % influyen significativamente en la trabajabilidad, las resistencias a la compresión y flexión del concreto $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$. Huancayo, 2021

1.5.1.2. Hipótesis específicas

La adición de fibra de estopa de coco al 1.5 % - 2 % y la penca de tuna al 1.5 % - 2 % mejorará significativamente la trabajabilidad del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ Huancayo, 2021.

La adición de fibra de estopa de coco al 1.5 % - 2 % y la penca de tuna al 1.5 % - 2 % mejorará significativamente la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ Huancayo, 2021.

La adición de fibra de estopa de coco al 1.5 % - 2 % y la penca de tuna al 1.5 % - 2 % mejorará significativamente la resistencia a la flexión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ Huancayo, 2021.

1.5.2. Identificación de variables

1.5.2.1. Variable dependiente

Trabajabilidad, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión

1.5.2.2. Variable independiente

Fibra de estopa de coco al 1.5 % y 2 % y la penca de tuna al 1.5 % y 2 %

1.5.3. Operacionalización de variables

Tabla 3. Matriz de operacionalización de variables

TIPO DE VARIABLE	MARCO CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDADES DE MEDIDAS	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN	
VARIABLE INDEPENDIENTE	Fibra de estopa de coco al 1.5% y 2% y la penca de tuna al 1.5% y 2%	Sika (15) , menciona que para “el ACI un aditivo es una sustancia diferente al cemento, adiciones minerales, agregados y fibras que se incluyen en el concreto en un volumen inferior al 5% del peso del cemento” (p. 8), y los porcentajes de dosificación varían de acuerdo al tipo de aditivo que se utilice, ello con el fin de mejorar ciertas características del concreto en estado fresco y endurecido. Se ha estudiado el efecto de la adición de aditivos naturales tales como las fibras de estopa de coco, penca de tuna, cabuya, agave, sábila como alternativa de sustitución de aditivos industrializados en la elaboración del concreto dando en diversos estudios resultados positivos a su empleo (16).	% de dosificación de estopa de coco y penca de tuna en proporción peso del cemento	1.5 % de fibra de estopa de coco y 1.5% de penca de tuna en proporción al peso del concreto	kg	cuantitativa	%máximos %mínimos
			1.5 % de fibra de estopa de coco y 2% de penca de tuna en proporción al peso del concreto	kg	cuantitativa	%máximos %mínimos	
			2 % de fibra de estopa de coco y 1.5% de penca de tuna en proporción al peso del concreto	kg	cuantitativa	%máximos %mínimos	
			2 % de fibra de estopa de coco y 2% de penca de tuna en proporción al peso del concreto	kg	cuantitativa	%máximos %mínimos	
VARIABLE DEPENDIENTE	Trabajabilidad	Propiedades del concreto en estado fresco	Asentamiento	pulg	cuantitativa	3" - 4"	
			Temperatura	°C	cuantitativa	máx. 32 en zonas cálidas	
			Densidad (peso unitario)	Kg/cm ³	cuantitativa	2240 - 2460	
			Contenido de aire	%	cuantitativa	1% - 3%	
VARIABLE DEPENDIENTE	Resistencia a la compresión	Falla por compresión	Ensayo a la compresión	Kg/cm ²	cuantitativa	Fc= kg/cm ²	
			Resistencia a la flexión	“Es la carga máxima para una unidad de área soportada por una muestra, antes de fallar por Compresión (agrietamiento, rotura)” (17 p. 51).	Falla por momento	Ensayos a flexión	Kg/cm ²

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

2.1.1 Antecedentes internacionales

- Tesis titulada: “*Estudio de un material compuesto a base de fibras naturales de cabuya para mejorar las propiedades mecánicas de elementos de concreto reforzado*” presentada por Estrella, S. (2016) para optar el título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad Nacional de Chimborazo – Riobamba. El objetivo de la investigación fue utilizar las fibras naturales para reforzar elementos de concreto, utilizando una metodología cuyo tipo de investigación es exploratoria - descriptiva. Por ello, se realizó un diseño de mezcla con adiciones de fibras de estopa coco en un 3% y de 5cm de longitud además de usar tejidos de fibras de cabuya como compuesto FRCCM, trabajándolos por separado y en conjunto para evaluarlos, obteniendo como resultados las resistencias a la compresión de 24.19, 25.63, 15.14 y 18.79 en MPa para los tratamientos denominados PC, PC-FRCCM, CFRCC y CFRCC-FRCCM respectivamente siendo el tratamiento PC-FRCCM el que incremento en un 6% más a la del tratamiento control; con respecto a la resistencia a la flexión los valores obtenidos fueron de 3.34, 5.29, 4.16 y 6.45 en MPa para los tratamiento PC, PC-FRCCM, CFRCC, CFRCC-FRCCM, siendo la viga CFRCC-FRCCM la de mayor capacidad de carga incrementada en un 93% con respecto a los especímenes patrón. Finalmente, se concluye que las muestras reforzadas con el material compuesto FRCCM alcanzan una resistencia a la compresión de más del 6% y a diferencia de las muestras que contenían las fibras de estopa de coco y

compuestos FRCM mejoraron un 93% su resistencia a flexión, ello en comparación con las muestras sin adición alguna.

- Tesis titulada: "*Propiedades mecánicas y microestructura de concreto conteniendo mucílago de nopal como aditivo natural*" presentada por Ramirez, S. (2008) para optar por el título profesional de Maestro en Ciencias en el Instituto Politécnico Nacional, Oaxaca. El objetivo de la investigación fue utilizar el mucílago de nopal como aditivo natural en la elaboración de concreto hidráulico y poder mejorar sus propiedades mecánicas y microestructurales en estado endurecido, utilizando una metodología del tipo exploratoria, por lo que realizó especímenes de pasta con relación de agua, cemento y mucílago cemento, en ciertos porcentajes cada uno determinando de cada uno de ellos la resistencia a la compresión, y módulo de elasticidad, obteniendo como resultados que para la extracción del mucílago, el proceso con el que se obtuvo un mayor rendimiento fue el de precipitado con acetona, que a comparación de los demás es más costoso, pero más factible para la preservación del mucílago ya que este en estado puro se descompone a los 6 días; en relación al tiempo de fraguado se obtuvo que para la relación 0.45 m/c y 0.6 m/c en referencia a una relación a/c normal se incrementa en un 195 % y 103 % en cada caso, a diferencia de una relación menor como 0.3 que pasa lo contrario; en cuanto a la fluidez, la relación 0.45 m/c es mayor que la 0.45 a/c en un 11 %, en los otros casos en menos fluida; evaluar la resistencia a la compresión fue otro de sus objetivos planteados en su investigación obteniendo con la relación 0.3 m/c se observa una influencia significativa en el incremento de la resistencia del concreto de entre un 1.5% a 5% en referencia a la relación 0.3 a/c. La conclusión a la que se llegó es que el mucílago; debido a su alto contenido de agua actúa como retardante de fragua siendo 100 % más efectivo que el agua, además de incrementar la viscosidad y disminuir la extensibilidad de las pastas de cemento, con respecto a la resistencia mecánica, una relación de 0.30 m/c contribuye a incrementar esta propiedad.
- Artículo científico titulado: "*Influencia de un aditivo natural (mucílago de nopal) en las propiedades electroquímicas del acero de refuerzo del concreto*" presentado por Días, Y., Menchaca, C., Rocabrano, C., y Uruchurtu, J. (2019) en la revista

científica ALCONPAT – Yucatán – México. El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto del mucílago de nopal en las propiedades electroquímicas del concreto haciendo uso del método experimental; para su desarrollo se diseñaron tres concentraciones del aditivo natural en relación al agua, siendo estas de 1:1, 1:2 y 1:3 las que fueron obtenidas por dos métodos de extracción, mediante maceración o aplicando temperatura, elaborando 3 briquetas de cada tratamiento y siendo estas roturadas a los 28 días después del proceso de curado a la par se evaluaban también las técnicas electroquímicas como el potencial de circuito abierto, ruido electroquímico y la resistencia a la polarización lineal. Los resultados para la resistencia a la compresión, los valores obtenidos los 28 días del curado de concreto para los tratamientos denominados CO, CO+1-1N, CO+1-2N, CO+1-3N, CO+1-1NT, CO+1-2NT, CO+1-3NT fueron 248.9, 223.5, 234.9, 246.5, 225.8, 234.6, 244.1 (kg/cm²) en cada caso, donde se puede apreciar que no existen diferencias significativas en cuanto a los valores de resistencia obtenidos y se espera que a un mayor plazo esta propiedad mejore de manera favorable ya que el distintos autores el mucilago de nopal adicionado al concreto puede retrasar el fraguado del cemento; con respecto al comportamiento de los valores de potencial de corrosión en el tiempo se observa los tratamientos con adición de mucilago de nopal mantiene una probabilidad de corrosión del 10 % y durante el avance de la exposición las condiciones ideales de corrosión se mantiene en valores nobles tales como -210 y 60mV a diferencia de la muestra control alcanza valores ce -500mV llegando alcanzar una probabilidad de corrosión del 90 %; también se evaluó el ruido electrónico que se mide a partir de la desviación estándar de voltaje y corriente de las series de tiempo analizadas, obteniendo para la muestra patrón valores cercanos a $2 \times 10^4 \Omega \cdot \text{cm}^2$, valores que indican el inicio de la corrosión y a diferencia de las muestras con adición de nopal que arrojaron valores superiores a $1 \times 10^5 \Omega \cdot \text{cm}^2$ a excepción de la muestra CO+1-3NT que dio valores superiores a $4 \times 10^5 \Omega \cdot \text{cm}^2$, demostrando que mejora significativamente las propiedades electroquímicas del concreto reforzado retrasando así el inicio y la propagación activa de la corrosión. Finalmente, se concluye que con la concentración de 1:3 de mucílago de nopal se lograron valores más altos en cuanto a la resistencia a la compresión, además se observó que este aditivo actúa como retardante de fraguado del concreto; con respecto a afectos de retardar la corrosión del acero, se obtuvieron resultados favorables con la muestra CO+1-3N con una eficiencia del

86 % para la concentración de mucílago de nopal de 1:3 obtenida a partir de la maceración por 2 días sin cocción alguna llegando a una velocidad de corrosión entre insignificante y baja hasta el final de las pruebas.

- Artículo científico titulado: “*Uso de fibra de estopa de coco para mejorar las propiedades mecánicas del concreto*” presentado por Quintero, S. y Gonzáles, L. (2006) publicado en la revista Redalyc – Barranquilla – Colombia. El objetivo de la investigación fue evaluar las propiedades físicas, químicas y mecánicas de morteros reforzados con la adición de fibras de estopa de coco, haciendo uso de una metodología experimental. Para su desarrollo se emplearon las fibras de estopa de coco, que fueron proporcionadas por 3 empresas procesadoras de coco, en porcentajes de 0.5 y 1.5 % a longitudes de 2 y 5cm, por ello se diseñaron 5 tipos de tratamientos incluida la muestra patrón realizando 16 probetas cilíndricas de 6”x12”; 63 probetas cilíndricas de 3”x6” y 17 vigas de 3”x3”x17”; logrando resultados de las resistencias a la compresión de 6.1, 6.05, 7.2, 5.6 y 7.15 en MPa para los tratamientos denominados M1, M2, M3, M4 y M5 respectivamente siendo el tratamiento M5 el que obtuvo mayores valores de resistencia a edades tempranas; con respecto a la resistencia a la flexión los valores obtenidos fueron de 2.5, 2.25, 2.6, 2.9 y 1.8 en MPa para los tratamientos M1, M2, M3, M4 y M5 siendo la viga M4 la de mayor módulo de rotura. Se llega a la conclusión que se observaron bajas deformaciones a los especímenes que contenían un volumen de adición de 1.5% con 5cm de longitud, al evaluar la resistencia a la compresión el tratamiento más óptimo fue el de 1.5% con una longitud de 2cm y el único tratamiento que presentó resistencia a tracción indirecta mayor al concreto patrón fue la que contenía 0.5% de fibra con una longitud de 5cm, por último se podría decir que la aplicación adecuada de la adición de fibras de estopa se daría en elementos sometidos a flexión tales como las losas y vigas.
- Tesis titulada: “*El uso de aditivos de origen natural integral a masas de concreto para la protección contra la corrosión del acero estructural embebido*” presentada por Babilonia, I. y Urango, S. (2015). para optar al título de Ingeniero Civil, en la Universidad de Cartagena de Indias. El objetivo de la investigación fue evaluar la velocidad de corrosión del acero estructural con la adición de la sábila mediante

una exposición del concreto a un medio salino, utilizando el método experimental para la recolección de datos. Para el inicio de la investigación se obtuvo la sábila a partir de un extractado del total de la planta, además elaboró un diseño de mezcla para las resistencias de 3000psi, 3500psi y 4000psi con concentraciones de sábila del 0 %, 15 % y 30 % en relación al agua/cemento, preparando un total de 72 probetas de concreto, 18 de menor dimensión con la inclusión de una barra de acero y las demás que serán roturadas a los 7,14 y 28 días para finalmente observar sus cambios físicos-mecánicos en la resistencia y durabilidad del concreto. Obteniendo para la resistencia de diseño de 3000psi (210 kg/cm²) resultados en los ensayos de compresión a los 28 días de 3020.88, 2148,59, y 2057,42 psi para las concentraciones de sábila de 0, 15 y 30 % respectivamente siendo la adición de 0% de sábila la que obtuvo mayores valores de resistencia. El trabajo llega a la conclusión que los altos porcentajes de adición de sábila disminuyen considerablemente la resistencia a la compresión, no llegando estos a la resistencia requerida debido a la gran concentración de agua que posee; pero en referencia al riesgo de corrosión, esta garantiza la disminución de la velocidad de corrosión del acero estructural embebido.

2.1.2 Antecedentes nacionales

- Tesis titulada “*Influencia de la adición de fibra coco en la resistencia del concreto*” presentada por Villanueva, N. (2016) para optar el título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad Privada del Norte. El objetivo de la investigación fue determinar la influencia de la adición de fibra de coco en la resistencia del concreto de 210 kg/cm², utilizando una metodología cuyo tipo de investigación es el experimental aplicada. El diseño se basó en añadir porcentajes de fibra de estopa de coco del 0.5 %, 1.0 %, 1.5 % y 2.0 % con una longitud de 2.5cm en relación del agregado fino en cada caso, por lo que se elaboraron finalmente un total de 45 probetas y vigas para ser ensayados a compresión y flexión en función al tiempo de madurez establecido por la norma; logrando resultados de las resistencias a la compresión a los 28 días de 212.01, 200.77, 206.62, 160.38 y 138.04 kg/cm² para las adiciones de 0 %, 0.5 %, 1.0 %, 1.5 % y 2.0 % respectivamente siendo la fibra de coco en 1.0 % el que obtuvo mayores valores de resistencia; con respecto a la resistencia a la flexión los valores obtenidos a los 28 días de rotura fueron de 32.09, 36.78, 37.45, 38.31 y 40.63 kg/cm² para las adiciones de 0 %, 0.5 %, 1.0 %, 1.5 %

y 2.0 % siendo la viga con adición de 1.0 % la de mayor módulo de rotura. Se llega a la conclusión que la hipótesis se cumple parcialmente, ya que las probetas de concreto con adición de fibra de coco no presentan un aumento de resistencia a la compresión considerable, en cambio los especímenes con adiciones de fibra de coco ensayadas a flexión presentan resistencias mayores que los especímenes patrón en un 30 %.

- Tesis titulada: “*Efecto de la adición de extracto de paleta de tuna (opuntia ficus-Indica) en la resistencia a compresión del concreto*” presentada por Primo, C. (2014) para optar por el título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad Nacional de Cajamarca. El objetivo de la investigación fue determinar el efecto de la adición de extracto de paleta de tuna (opuntia ficus-indica) en la resistencia a compresión del concreto, utilizando una metodología del tipo experimental, por lo que se realizó 27 probetas con adiciones de 1 %, 3 % y 5 % para así realizar el ensayo de compresión a los 28 días, obteniendo como resultados las compresiones para los diferentes tratamientos, para la rotura a los 7 días, el tratamiento con adición del 1% presenta un mejor promedio con 192.475 kg/cm²; para los 14 días el tratamiento con 1 % de adición presenta el mejor promedio con 226.454 kg/cm²; finalmente a los 28 días el tratamiento con el 1% de adición sigue teniendo el mejor promedio con 307.59 kg/cm²; el tratamiento con el 3 % muestra un promedio de compresiones en 147.093 kg/cm², 173 kg/cm² y 230 kg/cm² a sus 7, 14 y 28 días respectivamente y finalmente con el 5% muestra una resistencia promedio de 132 kg/cm², 146.417 kg/cm² y 157,519 kg/cm² a los 7, 14 y 28 días de la edad del concreto respectivamente. Es por ello que se llega a la conclusión que al adicionar el 1 % de extracto de paleta de tuna, la resistencia a la compresión aumenta en 21 % con respecto a la muestra base.
- Tesis titulada: “*Comportamiento del concreto con adición de fibras de agave americana L para la mejora de sus propiedades en estado fresco, San Carlos - Huancayo 2017*” presentada por Mallaupoma, G. (2019) para optar el título profesional de Ingeniero Civil, sustentando en la Universidad Continental – Huancayo. El objetivo fue evaluar el comportamiento de las propiedades en estado fresco de asentamiento, temperatura, contenido de aire, peso unitario y exudación

de concreto premezclado, empujando una metodología cuyo tipo de investigación es experimental, explicativa y aplicada; en el diseño se elaboró un concreto $f'c=280\text{Kg/cm}^2$ al cual se adicionaron 0 %, 0.5 % 0.75 % y 1 % de fibra de agave americano L con relación al volumen del concreto de una longitud de aproximadamente 50 mm; para la elaboración de los especímenes, el concreto obtuvo para el ensayo en estado fresco de asentamiento. Los resultados de 4 ½”, 3 ½”, 2 ½” y 1 ½” para las adiciones de 0 %, 0.5 % 0.75 % y 1 % respectivamente observando una relación lineal decreciente de acuerdo a la cantidad incrementada de la fibra de agave produciendo reducción en la consistencia del concreto. Llegando a la conclusión que la fibra de agave americana L afecta negativamente las propiedades del concreto convencional en estado fresco y respecto a la consistencia se disminuyó el asentamiento por la absorción de agua de la mezcla, las características de rugosidad y fricción de la fibra.

- Tesis titulada: *“Influencia en las Propiedades Mecánicas de un Concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con la Adición de Mucílago de Tuna, Chimbote, Ancash – 2017”* presentada por Ramos, J. (2017) para optar por el título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad César Vallejo - Nuevo Chimbote. El objetivo de la investigación fue determinar la influencia de la adición de mucílago de tuna en las propiedades mecánicas de un concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ y utilizando una metodología cuyo tipo investigación es aplicada – no experimental – correlacional. Para el cumplimiento de los objetivos se realizó un diseño de mezcla con el $f'c=210\text{kg/cm}^2$ y adiciones de mucílago de tuna del 0 %, 1 %, 1.5 % y 2 % con respecto al peso del cemento para evaluar según las normas técnicas las propiedades mecánicas del concreto, es decir la resistencia a la flexión, compresión y flexión, para lo cual elaboró 72 probetas y 36 vigas, obteniendo 9 muestras de cada tipo logrando resultados de las resistencias a la compresión a los 28 días de 219.05, 247.9 y 263.47 kg/cm^2 para las adiciones de 1.0 %, 1.5 % y 2.0 % respectivamente siendo la fibra de coco en 2.0 % el que obtuvo mayores valores de resistencia; con respecto a la resistencia a la flexión los valores obtenidos a los 28 días de rotura fueron de 25.0136, 24.7067 y 25.2625 kg/cm^2 para las adiciones de 1.0 %, 1.5 % y 2.0% respectivamente siendo la viga con adición de 2.0 % la de mayor módulo de rotura. La conclusión de la investigación es que el mucílago de tuna mejora las propiedades del concreto en gran proporción con la adición de un 2 %, mejorando

la resistencia a la compresión en un 25,46 % la resistencia a la tracción en un 8,68 % y la resistencia a la flexión en un 4 %.

- Tesis titulada: “*Evaluación de la propiedad mecánica del concreto adicionado con fibra de estopa de coco*” presentada por Vela, L. y Yovera, R. (2016) para optar el título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad Señor de Sipán – Pimentel. El objetivo de la investigación fue evaluar las propiedades mecánicas del concreto en estado fresco y endurecido con adición de fibra de estopa de coco, utilizando el método inductivo y deductivo como método científico. Para ello se elaboró dos diseños de mezcla convencional con las resistencias de $f'c=210\text{Kg/cm}^2$ y $f'c=280\text{Kg/cm}^2$ haciendo uso del método ACI, los tratamientos con adición que consideró fueron en función a la longitud de fibra y el porcentaje de adición en relación al peso del cemento; es decir, tomó como referencia las longitudes de 2cm y 5cm además de los porcentajes de adición de 0.5 % y 1.5 % en cada caso, elaborando finalmente un total de 72 probetas cilíndricas y 36 especímenes en forma de viga con los porcentajes de adición y longitudes antes mencionada, todo ello para ser roturadas a las 7, 14 y 28 días evaluando así la resistencia a la compresión, tracción por compresión diametral y resistencia a la flexión además de evaluar sus propiedades en estado fresco tales como el SLUMP, contenido de aire, temperatura y peso unitario. Se obtuvieron como resultados en estado fresco, diseño M2 a 210 f'c kg/cm^2 un SLUMP de 3 plg, contenido de aire en 1.71 %, peso unitario en 2304 kg/cm^3 y la temperatura de 26.8°C . siendo este el mejor tratamiento. Para el concreto en estado endurecido se tiene que para el diseño de un concreto 210 kg/cm^2 los tratamientos que muestra una mejor resistencia a la compresión es el M4, con un valor de 250 kg/cm^2 y el M3 llegando a 232.3 kg/cm^2 , ambos superando los resultados del diseño convencional. Se llega a la conclusión que de las propiedades en estado fresco que varían según el porcentaje de adición de fibra es el SLUMP, ya que cuanto más se le adicione a la mezcla se volverá poco menos trabajable; y en estado endurecido todos los tratamientos cumplen con los parámetros brindados por la norma e incrementan significativamente su resistencia a la compresión, flexión y tracción con el porcentaje de adición de 0.5% de 5cm de fibra.

- Tesis titulada: *“Influencia del aloe-vera sobre la resistencia a la compresión, infiltración, absorción capilar, tiempo de fraguado y asentamiento en un concreto estructural”* presentada por Aburto, M. (2017) para optar por el título de Ingeniero Civil en la Universidad Nacional de Trujillo. El objetivo fue determinar la influencia del porcentaje de Aloe vera sobre la resistencia a la compresión, infiltración, absorción capilar, tiempo de fraguado y asentamiento en un concreto estructural, utilizando una metodología del tipo exploratoria. Se trabajó a partir de un estudio de las partes de la planta de aloe vera juntamente con el concreto para analizar su comportamiento y así poder determinar su mejor uso, también se hizo el diseño de mezcla mediante el método ACI para una resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$ y con porcentajes de adición de aloe vera de 0 %, 1 %, 2 %, 3 %, 4 %, 5 % y 6 % con respecto al total de concreto, siendo esta obtenida mediante la técnica del licuado. Se obtuvieron los siguientes resultados, el asentamiento llegó a 1”; la resistencia a la compresión tomo un valor máximo de 355 kg/cm^2 con la adición del 2 % de Aloe vera, la permeabilidad en su tasa de infiltración con un valor de 0.039 plg/hora al 2% de Aloe vera. Con esos valores se concluye finalmente que la mayor resistencia a la compresión se obtuvo con un 2 % de aloe vera llegando a un $f'c=355\text{kg/cm}^2$ a los 28 días; el tiempo de fraguado se incrementó aproximadamente en 7.6 veces del fraguado inicial, en referencia a la permeabilidad esta disminuyó en un 47.9 % con una tasa de infiltración de 0.039 pulg/hora, por último, en los estudios realizados se mostró que la adición excesiva de aloe vera no ayuda en la mejora de las propiedades del concreto tanto en estado fresco como endurecido.
- Tesis titulada: *“Comparación de la resistencia a compresión de un concreto $f'c=450\text{ kg/cm}^2$ adicionando el 4% y 6% de mucílago de tuna y superplastificante sika n290 al cemento”* presentada por Huerto, E. (2018) para optar por el título profesional de Ingeniero Civil, en la Universidad San Pedro – Huaraz. El objetivo de la investigación fue comparar la resistencia a la compresión de un concreto $f'c=450\text{kg/cm}^2$ con adiciones de un 4 % y 6 % de mucílago de tuna y superplastificante SIKA N290 en relación a la cantidad de cemento; utilizando una metodología con un diseño de investigación experimental del tipo correlacional. Para la realización de su investigación elabora un diseño de mezcla con las proporciones de mucílago y superplastificante SIKA y para la evaluación de las

resistencias a la compresión elaboró 45 probetas, roturándolas a los tiempos de 7, 14 y 28 días, según manda el reglamento, los resultados fueron que para una adición del 6 % de mucilago se llegó a una resistencia máxima de 472.59 kg/cm² a los 28 días de edad del concreto, mientras que para un 4 % de mucílago como adición, se llegó a una resistencia máxima de 464.25 kg/cm². Se llega a la conclusión que la adición de un 6 % de SIKA mejora la resistencia a la compresión en un 7,23 % siendo más óptimo que el adicionado con el mucílago de tuna incrementándose éste en un 4.3 % en comparación a un concreto normal.

- Tesis titulada: *“Concreto con adición de fibras de agave Americana L. y su influencia en la resistencia a esfuerzos axiales en San Carlos – Huancayo”* presentada por Lara, L. (2020) para optar por el título profesional de Ingeniero Civil, en la Universidad Continental. El objetivo de la evaluación fue evaluar la influencia de la adición de fibras de maguey en las propiedades de la resistencia de concreto; utilizando una metodología como el método científico con un enfoque cualitativo-cuantitativo, siendo el tipo de investigación aplicada a nivel experimental. Para su desarrollo se elaboró un concreto $f'c=280\text{Kg/cm}^2$ al cual se adicionaron 0 %, 0.5 % 0.75 % y 1 % de fibra de maguey con relación al volumen del concreto de una longitud de aproximadamente 50mm; para la elaboración de los especímenes, el concreto fue premezclado y provisto de la empresa concretera UNICON, estos fueron ensayados a los 7,14,21 y 28 días para la obtención de resultados de la resistencia a la compresión y en el caso de la resistencia a la flexión se tomaron los resultados a los 14, 28 y 42 días. Se obtuvieron los resultados siguientes para una adición del 0.50 % se llegó a una resistencia a la compresión de 408 kg/cm², para una adición del 0.75 % una resistencia a la compresión de 411 kg/cm², mientras que para una adición del 1 % una resistencia a la compresión de 394 kg/cm². Es por ello que se llega a conclusión que la adición de fibra de agave Americana L. al 0.75 % con respecto al volumen del concreto incrementa la resistencia a los esfuerzos axiales de compresión en un 1.73 % con respecto a la muestra patrón y al 1.00 % de adición incrementa los esfuerzos axiales de tracción en un 7.89 % pero finalmente se observa que el porcentaje óptimo de adición es al 0.75 % ya que a mayor adición la mezcla requiere de mayor hidratación perdiendo así su trabajabilidad además de procurar se realice el proceso de curado lo antes posible.

- Tesis titulada: “*Uso del extracto del mucílago del cactus como aditivo y su influencia en la consistencia y en la resistencia a la compresión del concreto*” presentada por Huerta, M. (2020) para optar el grado de doctor en Ingeniería Civil en la Universidad Nacional Federico Villarreal. El objetivo de la investigación fue evaluar si el uso del extracto del mucílago del cactus influye en el revenimiento (consistencia) y en la resistencia a fuerzas axiales de compresión del concreto, mediante una metodología de tipo investigación experimental aplicada – correlacional, de enfoque cuantitativo. El tamaño muestral estuvo conformado por 96 probetas cilíndricas con mucílago del cactus al 0,25 %, 0,50 %; 0,75 % y 1.0 % como aditivo tipo molienda en polvo blanquecino que añadido al concreto permitió estudiar su influencia en la consistencia y resistencia a la compresión de acuerdo a las normas técnicas peruanas 339.035-2009 y 339.034-2013 respectivamente. Obteniendo resultados que mejoraron su consistencia, con menores valores en todos los tratamientos adicionados que las pruebas al concreto convencional; las resistencias a la compresión a los 28 días fueron de 239.63, 200.77, 222.57, 218.63 y 228.43 kg/cm² para las adiciones de 0,25 %, 0,50 %; 0,75 % y 1.0 % respectivamente, siendo la dosis de 0.25 % la que obtuvo mayores valores de resistencia. Llegando a la conclusión que, el uso del extracto de mucílago del cactus en todos los casos de adición influye significativamente en la consistencia (cm) y en la resistencia a la compresión (kg/cm²). La prueba T de student evidencia para la propiedad de consistencia que la correlación es muy significativa con dosificación del 0,25 % con valores mayores de revenimiento de la mezcla; mientras que para la propiedad de resistencia a la compresión la relación significativa fue con la adición de 0,25 y 0,50 % y la relación no significativa fue cuando la proporción de aditivo es 0,75 % y 1,0 %; sin embargo, todas las muestras experimentales presentaron mayor resistencia a la compresión mecánica que las muestras patrón.
- Tesis titulada: “*Influencia de la adición de mucílago de nopal (Opuntia ficus-Índica) en las propiedades mecánicas del concreto permeable*” presentada por Inga, T. (2019) para optar por el título profesional de Ingeniero Civil, sustentó en la Universidad Peruana Unión. El objetivo de la investigación fue evaluar la influencia

de la adición de mucilago de nopal (*Opuntia ficus-índica*) en las propiedades mecánicas del concreto permeable; utilizando una metodología cuyo tipo de investigación es aplicada, el nivel es explicativo, con un diseño del tipo experimental, siendo cuantitativa el enfoque de la investigación. Para su desarrollo se realizó 4 diseño de mezcla de un concreto F'c 210 kg/cm² considerando el mismo criterio de diseño; relación a/c 0.35, 16.30 % de contenido de vacíos, 10 % de agregado fino, b/bo= 0.93 y 24.5 % de volumen de pasta (Mezcla Tipo I: concreto permeable base, Mezcla Tipo II: concreto permeable (CP) con 1% de mucilago de nopal (MN), Mezcla Tipo III: CP con 3% MN y Mezcla IV: CP con 5% MN, en peso cemento). Obteniendo resultados para el concreto en estado fresco, de la prueba de asentamiento de 0.35 cm (Mezcla Tipo I) y 0.30 cm (Mezcla Tipo II, III y IV); por otro lado los resultados para el concreto en estado endurecido, en el caso de la resistencia a la compresión se obtuvieron 78.10 Kg/cm², 178.55 Kg/cm², 119.68 Kg/cm² y 94.90 Kg/cm² para la Mezcla Tipo I, II, III y IV respectivamente a los 7 días; 188.85 Kg/cm², 229.55 Kg/cm², 203.54 Kg/cm² y 202.87 Kg/cm² para la Mezcla Tipo I, II, III y IV respectivamente a los 28 días. Llegando a la conclusión que la adición del mucilago de nopal en el diseño de mezcla no afecta al asentamiento, ya que en todos los casos se tiene una consistencia seca de 0.30 cm; en el caso de la resistencia a la compresión el mucilago de nopal influye positivamente con la adición del 1% obteniéndose 229.55 kg/cm², en cambio con la adición del 5% la resistencia a la compresión se ve afectada con 202.87 kg/cm².

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Aditivos

Según Abanto (17) "Se denominan aditivos a las sustancias añadidas a los componentes fundamentales del concreto con el propósito de modificar alguna de sus propiedades y hacerlo mejor para el fin que se destine" (p. 43).

- **Tipos de aditivos**

Kosmatka, Kerkhoff, Panarresse, & Tanessi (19) indican que los aditivos químicos pueden clasificarse, de acuerdo a la normatividad ASTM C 494 y NTP 334.088 según sus funciones en:

- ✓ Tipo A: Reductor de agua: Los aditivos reductores de agua se usan para disminuir la cantidad de agua de mezcla necesaria para la producción de un concreto con un

revenimiento (asentamiento) específico, para reducir la relación agua cemento, para disminuir el contenido de cemento y para aumentar el revenimiento.

- ✓ Tipo B: Retardador de fragua: “Los aditivos retardadores son muy útiles para extender el tiempo de fraguado del concreto, pero también se usan para disminuir la pérdida de revenimiento y extender la trabajabilidad, especialmente antes de la colocación del concreto en ambientes con altas temperaturas.” (19)

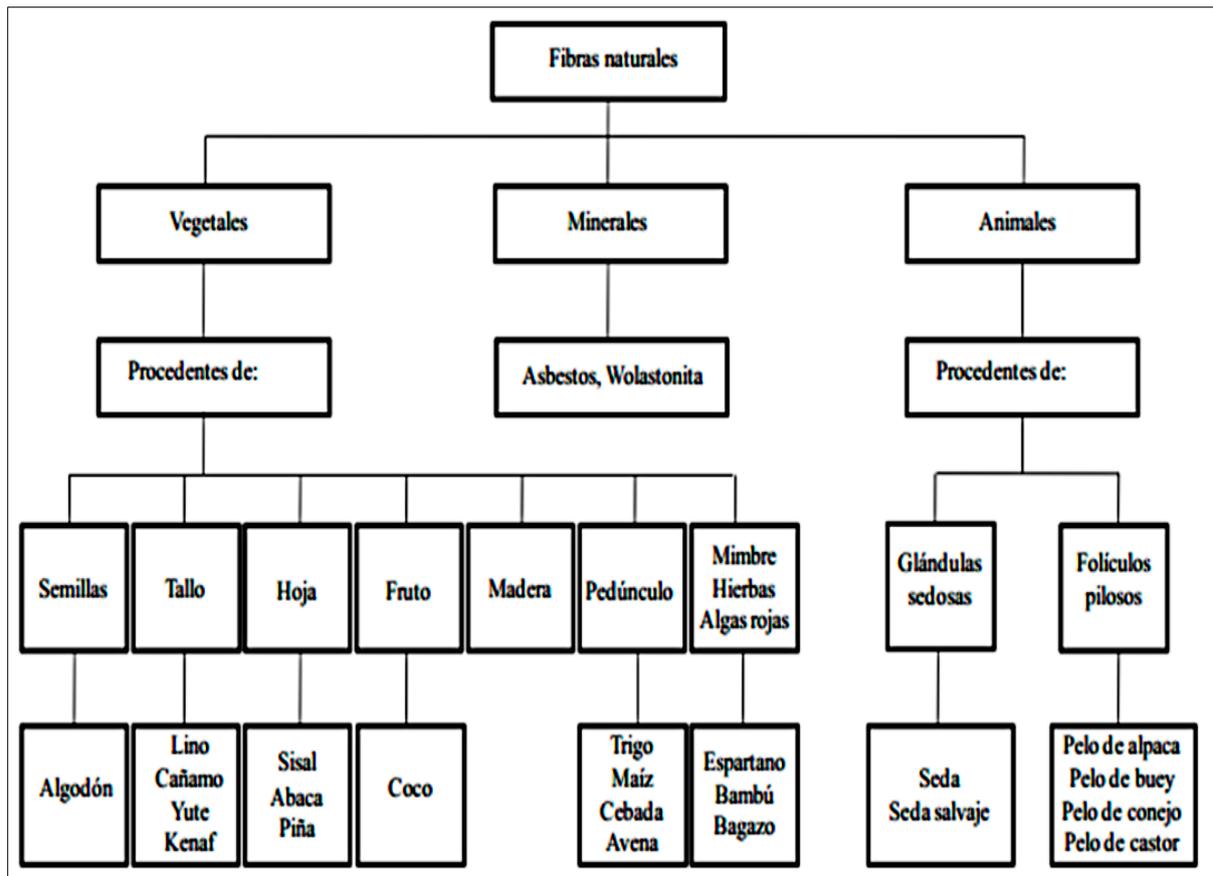
- ✓ Tipo C: Acelerador de fragua: “Los aditivos aceleradores (acelerantes) se usan para acelerar la tasa de hidratación (fraguado) y el desarrollo de la resistencia del concreto en edades tempranas.” (19)

Los aditivos son materiales orgánicos o inorgánicos que se agregan a la mezcla de concreto y que cambian algunas características del proceso de hidratación, el endurecimiento e incluso la estructura interna del concreto. La clasificación natural de los aditivos se realiza para conocer algunos productos de uso o disponibilidad común, que actúan modificando propiedades del concreto y que ofrecen una fuente potencial de investigación local para desarrollar aditivos económicamente rentables. (20)

2.2.2. Fibras naturales

Las fibras naturales se encuentran dispuestas en toda la biósfera en forma de árboles, plantas y cultivos. Su uso está obteniendo importancia en aplicaciones industriales, tecnología de tejidos textiles, compósitos, pasta celulósica y papel, ingeniería civil y actividades de construcción. (21)

Las fibras naturales se subdividen en función de su origen, es decir, si provienen de plantas, animales o minerales, tal como se aprecia en la figura 2:



*Figura 2. Clasificación de las fibras naturales según su origen
Tomada de Paricaguán, 2015, p 40. Adaptado de Maya y Rajesh, 2008*

2.2.3. Propiedades mecánicas de las fibras naturales

De acuerdo a Paricaguán (22) las fibras naturales deben contar con ciertas propiedades mecánicas para considerarse como posible refuerzo en matrices de concreto y diversas investigaciones han contribuido a estudiar estos elementos; tal como se aprecia en la tabla 4 a continuación:

Tabla 4. Propiedades mecánicas típicas de las principales fibras naturales

Tipo de fibra	Longitud	Diámetro	Densidad absoluta	Módulo de elasticidad	Resistencia última	Elongación de ruptura	Absorción de agua
	mm	mm	g/cm ³	Gpa	Mpa	%	%
Yute	1800-3000	0.10-0.20	1.02-1.04	26-32	250-350	1.5-1.9	62
Lino	500	-	-	100	1000	1.8-2.2	-
Bambú	2500-3500	0.05-0.40	1.52	33.4	350-500	-	40-45
Caña de azúcar	50-300	0.20-0.40	1.20-1.30	15-19	170-290	-	70-75
Sisal	-	0.10-0.50	-	13.26	280-568	3-5	60-70
Henequén	-	0.36	1.4	-	91-307	2.3-7.6	163.1
Pasto de elefante	-	0.45	-	5	178	3.6	-
Plátano	-	0.43	0.298	1.4	92	5.9	276
Musamba	-	0.82	-	0.9	83	9.7	-
Coco	50-350	0.10-0.40	1.12-1.15	19-26	120-200	10-25	130-180

Tomada de Paricaguan, 2015, p 41. Adaptado de Bledzki y Gassan (1999); Luo y Netravali (1999); Herrera y Valadez (2004).

2.2.4. Fibras de estopa de coco o fibras de bonote

Según Villegas (23) , nos dice que:

La estopa del coco es el mesocarpio fibroso que esta entre el epicarpio duro o cubierta exterior, el endocarpio o envoltura dura, constituye aproximadamente el 22% del peso total del fruto maduro. El valor principal de la cáscara radica en su contenido de fibra. En el área rural las cáscaras se usan como combustibles domésticos, para producir cenizas usadas como fertilizante, como cobertura para conservar la humedad del suelo y para evitar el crecimiento de la hierba. (p. 39).

2.2.4.1. Características morfológicas

Las fibras de coco presentan las siguientes características: (23 p. 45)

- Pertenece a la familia de las fibras duras, tales como el "sisal", el "hanequen" y "abacá".
- Es una fibra multicelular que tiene como principales componentes la celulosa y el leño, lo que confiere elevados índices de rigidez y dureza.
- La baja conductividad al calor, la resistencia al impacto, a las bacterias y al agua, son algunas de sus características.

- La resistencia, durabilidad y resiliencia, convierten a la fibra de coco en un material versátil y perfectamente indicado para los mercados del aislamiento (térmico y acústico).
- Alta porosidad, hasta el 95 % que le confiere una excelente distribución del aire y agua. El paso del aire sigue siendo superior al 20 % aún saturado de agua favoreciendo la salud de las raíces.

2.2.4.2. Características físicas de la fibra de estopa de coco

Las principales características físicas de las fibras de coco son: (23 p. 73)

- Diámetro/anchura 16 micrones
- Sola fibra longitud 20 a 30 cm. Densidad 0,85 g/cc.
- Romper el alargamiento 30 %
- El hincharse en agua el 5 % en diámetro
- No electroestática
- Inodora
- Resistente a la humedad - amplia difusión.
- No atacable por roedores. ∞ Difusión del vapor de agua
- Conductividad térmica: 0,043 a 0,045W/mk
- Reducción de los ruidos de percusión (de acuerdo con los espesores): 25 a 35 db (en forjado)
- Reducción de ruidos aéreos: 47 db (en media)
- Porosidad total (% v/v) 94-96
- Alta elasticidad
- Resistente a la polilla; resistente a los hongos y a la putrefacción
- Proporciona el aislamiento excelente contra temperatura

2.2.4.3. Composición química y propiedades mecánicas de la estopa de coco

La composición química de las fibras en general son las variables más importantes para determinar las principales propiedades mecánicas de las fibras; el módulo de Young, la tensión y aumentan a medida que se incrementa el contenido en celulosa de la fibra. (24)

La fibra de estopa de coco tiene una de las más altas concentraciones de celulosa y lignina; (25) además su composición química en general de acuerdo a resultados de estudios elaborados en diversas investigaciones, se mencionan en la tabla N°5:

Tabla 5. Composición química de los principales constituyentes de la fibra de coco porcentajes en masa y densidad de acuerdo a principales autores

Referencia	Celulosa %	Lignina %	Hemicelulosa %	Densidad (kg/m ³)
(Agopyan, 2005)	35-60	20-48	15-28	1117-1165
(Asasutjarit et al., 2007)	68.9	32.2	16.8	1100-1300
(Bismark et al., 2001)	36-43	41-45	0.15-0.25	-
(Bledzki et al., 1996)	43	45	0.30	1150
(Dos Santos, 2006)	36-43	20-45	0.15-0.20	1200
(Silva, 2002)	53	40.8	-	1177
(Silva et al., 2000)	32-43	40-45	-	1150

Nota: Porcentajes expresados en composición molar. *Tomado de Paricaguan, 2015, p 52*

Las fibras de estopa de coco están constituidas de celulosa, con lignina y hemicelulosa como materiales predominantes. Presenta un amplio rango en sus propiedades químicas y físicas que dependen del lugar en el cual fueron cultivadas, el clima, los métodos de extracción, entre diversos factores (26). En la tabla 6 se muestran los principales componentes de dicha fibra, y sus propiedades mecánicas de acuerdo a diversas investigaciones:

Tabla 6 Propiedades mecánicas y absorción hasta condición de saturación de las fibras de coco de acuerdo a principales autores

Referencia	Resistencia a la tracción (MPa)	Módulo de Young (Gpa)	Elasticidad (%)	Ángulo de microfibrillas (θ)	Absorción (%)
(Agopyan, 2005)	107	2.8	37.7	-	93.8-161
(Bismark et al., 2001)	131-1.75	4.0-6.0	15-40	41-45	-
(Bledzki et al., 1996)	140	5	15	45	-
(Dos Santos, 2006)	175	4.0-6.0	15-40	-	-
(Silva, 2002)	95-118	2.8	23.9-51.4	30-49	-
(Silva et al., 2000)	131-175	4.0-6.0	15-40	39-40	-
(Toledo, 2000)	108.3-251.9	2.5-4.5	13.7-41	-	85-135

Tomado de Paricaguan, 2015, p 52

2.2.4.4. Usos de las fibras de estopa de coco

La parte fibrosa del fruto denominado mesocarpio y epicarpio o cáscara conocida como estopa de coco tiene diversos usos, por ejemplo, en la fabricación de ropa fina

resistente al agua de mar y en general en la manufactura de cuerdas, cepillos, sogas, alfombras, filtros, relleno de colchones y almohadas, entre otros. Además, que por su alto contenido de lignina tiene una buena combustión. (27)

Al observar las cualidades de las fibras de coco que se han estudiado en diversas investigaciones con mucha confiabilidad a continuación se presentan algunos de los usos potenciales de este material: (23)

- **Fibro cemento de coco**

De acuerdo a Rojas (28) y en referencia a la redacción de Gutiérrez (29):

Tablero de coco fibrocemento (CFB) se produce con materiales fibrosos como la fibra de coco, hojas, espatas, y la madera triturada mezclada con cemento. Este tipo de paneles pueden ser usados en construcción de casas como muros en drywall, revestimiento del techo, el techo y como soporte de la base y encofrado de suelos.

Existen varias opciones de acuerdo a las necesidades de construcción tales como molido colado, molido no colado, placas de fibra de coco y molido colado en bloque

- **Construcción de viviendas pre fabricadas**

Según Villegas (23 pp. 19-20) nos dice que:

El alto precio de los materiales tradicionales de construcción para viviendas provoca un aumento en la demanda de casas prefabricadas. Las casas prefabricadas tienen las mismas garantías que una construcción tradicional de ladrillo, con algunas ventajas como el tiempo de ejecución de la obra y el coste de las mismas. Estas viviendas no tienen nada que envidiar a las casas de construcción tradicional, siendo incluso más confortables, debido a los materiales aislamiento térmico-acústico, ahorrando en energía por tanto en los gastos en la factura de calefacción o aire acondicionado.

Al mismo tiempo, realizamos una función de conservación del planeta por el ahorro energético sobre la combustión de materiales fósiles, reduciendo así la contaminación atmosférica.

Gracias a las propiedades ignífugas de la fibra de coco el módulo estructural prácticamente se puede considerar poco inflamable, se han analizado muchos experimentos que han demostrado que la densidad y la toxicidad de los gases del humo no influyen en los tableros aglomerados.

2.2.4.5. Lugar de ubicación

De acuerdo a Cook. O en: (30 p. 338)

El origen sudamericano del coco definido en una publicación del National Herbarium de Washington reside en el hecho de que todas las palmeras próximas al coco, es decir 20 géneros y 200 especies, son nativas de América del Sur, y con excepción del *Elaeis guineensis*, originario del África, los cocos cercanos al coco nucifera tienen por patria los valles interiores y las mesetas de los Andes.

Actualmente se tiene producción de coco en todos los trópicos del mundo, pero en Perú la producción es relativamente baja, encontrándose la mayor cantidad de cultivos en San Martín, Loreto y Ucayali sin embargo su producción a menor escala se puede encontrar en toda la selva del país. (31)

2.2.5. Penca de la tuna

Según Pina (32) en la revista *Cactáceas y suculentas mexicanas*:

La tuna (*Opuntia ficus*) es una planta de gran importancia en los sistemas agropastoriles de los andes peruanos. Esta cactácea se encuentra ampliamente distribuida en el país, especialmente en los valles interandinos donde ha encontrado condiciones adecuadas para su establecimiento. Sus frutos son consumidos en forma natural tanto por campesinos como por pobladores locales y son comercializados en los principales mercados del país (p.175).

2.2.5.1. Características morfológicas de la penca de tuna

De acuerdo a Amaya (33) en el texto *Cultivo de tuna*, promovido por la Gerencia Regional Agraria La Libertad señala:

- El tallo: La tuna es un vegetal arborescente de 3 a 5m de alto, su tronco es leñoso y mide de entre 20 a 50cm de diámetro. En el Perú las variedades más usuales desarrollan portes de aproximadamente 1,5 a 2,00m de altura.
- Cladodios: Forman pencas denominadas cladodios de 30 a 60cm. de largo x 20 a 40cm de ancho y de 2 a 3cm de espesor. Sus ramas están formadas por pencas de color verde opaco con areolas que contienen espinas más o menos numerosas de color amarillas. Estas estructuras transforman la luz en energía química a través de la fotosíntesis y están recubiertos por una cutícula del tipo lipídica, interrumpida por la presencia de estomas, los mismos que permanecen cerrados durante el día.
- Hojas: Son cladodios internos, transformadas en espinas en forma de garra, engrosadas en su base, para defensa; las caducas sólo se observan sobre tallos tiernos. Cuando se produce la renovación de pencas, en cuyas axilas se hallan las aréolas de las cuales brotan las espinas, de aproximadamente 4 a 5 mm de longitud.

2.2.5.2. Composición química de la penca de tuna

Parte de la composición química de la penca de la tuna se presenta en la tabla 7.

Tabla 7. Composición química de la paleta de tuna (*Opuntia Ficus – Indica*)

Componente	Cladodio	
	De 1 mes de edad (aprox.)	De 1 año de edad (aprox.)
Humedad %	92.57	94.33
Proteína (x, 6.25) %	0.94	0.48
Grasa %	0.17	0.11
Fibra %	0.3	1.06
Cenizas %	0.08	1.6
Carbohidratos %	5.96	2.43
Vitamina C (mg/100g*)	37.27	23.11
Ca%	0.042	0.339
Na%	0.0018	0.0183
K%	0.00098	0.145
Fe%	0.0792	0.322

Nota: Los resultados se dan en mg de ácido ascórbico / 100g de paleta fresca. **Tomado de Primo, 2014, p 19.**

2.2.5.3. Propiedades físicas y químicas del mucílago de la penca de la tuna

La propiedades físicas y químicas de la penca de la tuna varían de acuerdo al tipo de especie, la edad de cladodio, la estación climática y la topografía del lugar de plantación, es decir, el tipo de suelo, lluvia, temperatura, etc. (34) Sus propiedades le permiten intervenir de manera positiva en distintos ámbitos, como es en el área de salud, para el tratamiento de enfermedades gástricas, analgésico, antiinflamatorio, antiviral, entre otras; para el tratamiento de aguas contaminadas con metales pesados, materias fecales y mal olor; (35) para la agricultura, mejorando la infiltración de agua en suelo; forma también parte de nuestra dieta alimenticia como aglutinante de sabores y sustituto de grasas; exhibe también fuerte capacidad emulsificante, también el al ámbito de la “construcción y pinturas, la adición del mucílago como adhesivo natural en la cal, con la finalidad de restaurar y proteger edificios históricos.” (36 p. 8)

2.2.5.4. Usos de la penca de tuna

En el texto Cultivo de tuna, promovido por la Gerencia Regional Agraria La Libertad: Amaya (33) , menciona que de la tuna se utiliza el mucílago, la cáscara, la pulpa y sus compuestos químicos para la elaboración de aceites comestibles, pectinas y colorantes. Además, este se emplea para la elaboración de vinos, licores, refresco "tuna", miel de tuna tipo maple, queso de tuna, mermeladas, jaleas, deshidratados para dulces de alto valor energético, barras de cereales, alcohol industrial, vinagres, aromatizantes, pasta y harina forrajera. La *Opuntia ficus indica*, también es utilizada con fines medicinales, como astringente, antiinflamatorio, antipirético, analgésico, tonificante, afrodisíaco y laxante, entre otros usos como la elaboración de colorantes a partir del mismo cultivo mediante la infesta del insecto Carmín de la Cochinilla; otro de los usos que se le da a esta planta es para la fabricación de pinturas impermeabilizantes, que pueden ser aplicados en cualquier construcción con tierra, cemento u otros materiales, para protegerla. La protección de la construcción se da contra el frío, la humedad del ambiente, del agua, de los insectos y otros.

2.2.5.5. Lugar de ubicación

La *Opuntia ficus indica* se desarrolla bien en climas áridos y muy áridos con lluvias de verano, por lo que se refiere a precipitación pluvial es poco exigente, ya que se le encuentra en zonas con lluvias de 125 o más milímetros al año, aunque los excesos

de humedad pueden provocar enfermedades fungosas y daños por insectos. En lo que respecta a suelos, se adapta bien a diversas texturas y composiciones, pero se desarrolla mejor en suelos sueltos, arenosos, de profundidad media, con un pH preferentemente alcalino y a altitudes que varían entre los 800 y 2.500m.s.n.m., aunque también pueden encontrarse a altitudes menores cerca de la costa. En terrenos apropiados con pH neutro y sin problema de plagas, la *Opuntia ficus indica* puede llegar a vivir hasta 80 años. (33)

2.2.6. Propiedades del concreto

2.2.6.1. Propiedades del concreto en estado fresco

“Al principio el concreto parece una “masa”. Es blando y puede ser trabajado o moldeado en diferentes formas. Y así se conserva durante la colocación y la compactación” (37 p. 46). Además, el concreto recién mezclado (amasado) debe ser plástico o semifluido y generalmente capaz de ser moldeado a mano. Una mezcla de concreto muy húmeda se puede moldear en el sentido de que puede colarse (colocarse) en el molde o cimbras (encofrado), pero no está dentro de la definición de “plástico” – aquél que es flexible y capaz de ser moldeado de la misma manera que un terrón de arcilla para moldear (19 pp. 2-3). Las propiedades son las siguientes:

2.2.6.1.1. Trabajabilidad

“Es considerada como la propiedad del concreto en estado fresco por la cual se determina su habilidad para ser transportado, colocado, ser vibrado para su apropiada consolidación y terminar sin segregación alguna” (38 p.13.)

2.2.6.1.2. Consistencia

“Es un término utilizado para indicar su estado de fluidez en estado fresco, si no fluye (seca) o si fluye (fluida), se dice que es el grado de humedad de la mezcla fresca” (38 p. 24).

2.2.6.1.3. Plasticidad

Sánchez (39) manifiesta que:

Se denomina como plasticidad a una consistencia del concreto tal que pueda ser fácilmente moldeado, pero que le permita al concreto fresco cambiar de

forma lentamente si se saca el molde. Por tal razón, no se pueden considerarse como mezclas de consistencia plástica ni las muy secas ni las muy fluidas. Para aclarar un poco estos conceptos, debe tenerse en cuenta que, dentro de ciertos límites, las mezclas húmedas son más manejables que las mezclas secas, pero dos mezclas que tengan la misma consistencia no son igualmente manejables. Para que ello sea así deben tener el mismo grado de plasticidad (p. 112).

2.2.6.1.4. Exudación

“La exudación es el desarrollo de la separación del agua en la superficie del concreto recién colocado durante su fraguado. La exudación es normal y no debería disminuir la calidad del concreto adecuadamente colocado, acabado y curado” (39 p.4).

2.2.6.1.5. Segregación

“Es la descomposición mecánica de la mezcla de concreto en estado fresco en sus partes constituyentes (cuando el agregado grueso se separa del mortero). La segregación da lugar a concretos menos durables y más débiles” (40 p.34).

2.2.6.1.6. Tiempo de fraguado

Gonzales y Mendoza (40) explican que:

Es la determinación del tiempo que pasa desde la adición del agua a la mezcla hasta que la mezcla pierde la viscosidad (fraguado inicial) donde la mezcla esta semidura y un poco hidratada, cuando la mezcla deja de deformarse con cargas relativamente pequeñas se vuelve rígida (tiempo de fragua final), el tiempo de fraguado nos da una idea de cuánto tiempo tenemos disponible para mezclar, transportar, colocar, vibrar y apisonar el concreto, también el tiempo mínimo para transitar sobre ellos y para empezar a curar (p. 34).

2.2.6.1.7. Temperatura

“La temperatura del concreto fresco afecta todas las propiedades del concreto en estado plástico, especialmente el asentamiento y el contenido del aire. Por ello es conveniente verificarla, aunque hoy en día no existe ningún método normalizado para medirla” (39 p. 124).

2.2.6.2. Ensayos de asentamiento o consistencia

“Es el ensayo más usual en el mundo ya que tiene una simplicidad y rapidez, que lo hace práctico en cualquier parte. Este ensayo mide la consistencia o fluidez del concreto en estado fresco, donde el tamaño máximo del agregado grueso puede ser 2” (39 p. 124)., este ensayo está regido por la normativa ASTM C 143 – 2008 o NTP 339.035 – 2009.

2.2.7. Propiedades mecánicas del concreto:

“El comportamiento mecánico o las propiedades mecánicas de un material, reflejan la relación entre la fuerza aplicada y la respuesta del material,” (41 p.3), estas se evaluarán a partir de tres tipos de concreto sometidos a esfuerzos de compresión, tensión y flexión, además, partiendo de las tendencias de los resultados, se proponen correlaciones numéricas para estimar las propiedades mecánicas básicas de los concretos, (31) tales como módulo de elasticidad, resistencia a tensión indirecta y resistencia a tensión por flexión (42 p. 297).

2.2.7.1. Resistencia a la compresión

Es una de las propiedades del concreto endurecido que está relacionado con: densidad, impermeabilidad, durabilidad, resistencia a la abrasión, resistencia al impacto, resistencia a la tensión y resistencia a los sulfatos. Para la NRMCA (43 p.1): La resistencia a la compresión del concreto es la medida más común de desempeño que emplean los ingenieros para diseñar edificios y otras estructuras. La resistencia a la compresión se mide fracturando probetas cilíndricas de concreto en una máquina de ensayos a la compresión. Esta se calcula a partir de la carga de ruptura dividida por el área de la sección que resiste a la carga.

La normativa utilizada para el ensayo de la rotura de testigos para evaluar la resistencia a la compresión es el ASTM C 39/C 39M:2015 o la NTP 339.034 – 2015.

2.2.7.2. Resistencia a la flexión

“Es una medida de la resistencia a la falla por momento de una viga o losa de concreto.”(44 p.18) Este factor es importante en estructuras de concreto simple, como las losas de pavimentos. Rivera (45) menciona que:

Este parámetro es aplicado en estructuras tales como pavimentos rígidos; debido a que los esfuerzos de compresión que resultan en la superficie de contacto entre las llantas de un vehículo y el pavimento son aproximadamente iguales a la presión de inflado de las mismas, la cual en el peor de los casos puede llegar a ser de 5 o 6 kg/cm² (p. 256).

La normativa del utilizada para el ensayo de la rotura viguetas para evaluar la resistencia a la flexión es el ASTM C 78 / ASTM C 293 o la NTP 339.078 / NTP 339.079.

2.2.8. Diseño de mezcla: Método ACI

Para el diseño por el método ACI 211, Villegas et al (46) nos dice que en general los métodos se diferencian en la forma de calcular los porcentajes de participación de los agregados. Los resultados obtenidos se tomarán como una primera estimación. El método establece unas tablas para el cálculo de los materiales componentes del concreto, es por ello que este método es uno de los más usados a nivel mundial. El procedimiento para el cálculo de diseño es el siguiente: Primero escogemos el tipo de asentamiento que se desea lograr en el concreto, para ello recurrimos a la tabla 8 donde se presenta el asentamiento y el tipo de consistencia.

Tabla 8. Tabla de consistencia y asentamiento	
Consistencia	Asentamiento
Seca	0" (0mm) a 2" (50mm)
Plástica	3" (75mm) a 4" (100mm)
Fluida	≥ 5" (125mm)

Tomado de Laura, 2016, p 7.

Es necesario conocer las especificaciones del tipo de cemento a utilizar y a las características físicas de los agregados fino y grueso, es decir, el peso específico, peso unitario, módulo de fineza, % de absorción; % contenido de humedad, datos necesarios para la elaboración del diseño. Dando inicio al diseño, primero estimamos la cantidad de agua y aire según la siguiente tabla 9 que se muestra a continuación.

Tabla 9. Tabla de requerimientos aproximados de agua de mezclado y de contenido de aire para diferentes valores de asentamiento y tamaños máximos de agregados

Slump	Tamaño máximo nominal de agregado							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	4"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	---
% Aire atrapado	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	---
% de Aire incorporado en función del grado de exposición								
Normal	4.5	4	3.5	3	2.5	2	1.5	1
Moderada	8	5.5	5	4.5	4.5	4	3.5	3
Extrema	7.5	7	6	6	5.5	5	4.5	4

Tomado de Torre, 2016, p 102.

Definimos la relación A/C (agua/ cemento) en la tabla 11 en función al Fcr trabajado y definido mediante la tabla 10, obteniendo los siguientes resultados.

Tabla 10. Resistencia a la compresión promedio

f'c	f'cr
Menos de 210	F'c + 70
210 a 350	F'c + 84
Sobre 350	F'c + 98

Tomado de Laura, 2016, p 6.

Tabla 11. Relación agua/ cemento y resistencia a la compresión del concreto

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS (f'cr) (kg/cm2)*	RELACIÓN AGUA/CEMENTO DE DISEÑO EN PESO	
	CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO	CONCRETO CON AIRE INCORPORADO
450	0.38	---
400	0.43	---
350	0.48	0.4
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.7	0.61
150	0.8	0.71

*Los valores corresponden a resistencias promedio estimadas para concreto que no contengan más del porcentaje de aire mostrado en la tabla 5.1. Para una relación agua/cemento constante, la resistencia del concreto se reduce conforme aumenta el contenido de aire

Tomado de Laura, 2016, p 10.

Seguido de ello calculamos el peso del cemento y su volumen y para establecer el porcentaje de intervención de agregado grueso y agregado fino recurrimos a la tabla 12.

Tabla 12. Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto

TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO		Volumen del agregado grueso, seco y compactado (*) por unidad de volumen de concreto, para diferentes módulos de fineza del agregado fino			
		MODULO DE FINEZA DEL AGREG. FINO			
mm.	Pulg.	2.40	2.60	2.80	3.00
10	3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5	1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
20	3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
25	1"	0.71	0.69	0.67	0.65
40	1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
50	2"	0.78	0.76	0.74	0.72
70	3"	0.81	0.79	0.77	0.75
150	6"	0.87	0.85	0.83	0.81

* Los volúmenes de agredo grueso mostrado, esta en condición seca y compactada, tal como se describe en la norma ASTM C29.

Estos volúmenes han sido seleccionados a partir de relaciones empíricas para producir concretos con un grado adecuado de trabajabilidad para construcciones armadas usuales.

Para concretos menos trabajables, tales como el requerido en la construcción de pavimentos, pueden incrementarse los valores en 10% aprox.

Para concretos más trabajables, tales como los que pueden requerirse cuando la colocación es hecha por bombeo, los valores pueden reducirse hasta en un 10%.

Tomado de Laura, 2016, p 10.

Por último, es importante considerar realizar la corrección por absorción y por humedad ya que son parámetros que pueden cambiar debido a que elementos como los agregados presentan un porosidad definida que hace que el agua de la mezcla sea absorbida por ellos provocando una disminución en la relación A/C, pero a su vez estos también cuentan con una humedad natural debido a su exposición con el medio ambiente lo que hace que cambie sus condiciones de humedad incrementando así la cantidad de agua en la mezcla y por ende aumento en la relación A/C que otorga una mayor trabajabilidad a la mezcla pero a su vez reduce su resistencia; es por ello que se prevé el ajuste por dichas condiciones.

2.3. Definición de términos básicos

- **Agrietamiento:** es la separación del concreto en una o más elementos producida por una fractura o rotura, su abertura es incontrolada y afecta a todo su espesor. (47 p. 45)
- **Fisuración:** son roturas, más conocidas como aberturas que afectan a la superficie o acabado superficial de la estructura. (47 p. 45).
- **Durabilidad del concreto:** “Capacidad para resistir la acción del medio ambiente circundante, los ataques químicos, biológicos, la abrasión y cualquier otro proceso de deterioro.” (48 p. 44).
- **Fraguado:** “Son las reacciones químicas entre los componentes minerales del clínker, el sulfato cálcico y el agua; y raíz de esto se produce la hidratación del cemento Portland. Las reacciones se producen de manera simultánea, a diferentes velocidades e influenciándose una sobre otras hasta llegar al endurecimiento” (49 p. 40).
- **Relación agua cemento:** “Es la relación que, por razones de trabajabilidad, el agua siempre es mayor para la hidratación del cemento, siendo esto conocido como agua de consistencia normal” (50 p. 61).
- **Aditivos:** “Los aditivos son sustancias que, añadidas al concreto, alteran sus propiedades tanto en estado fresco como endurecido. Por su naturaleza, se clasifican en aditivos químicos y aditivos minerales.” (51 p. 15).
- **Dosificación:** “Establecer las proporciones apropiadas de los materiales que componen al concreto, a fin de obtener la resistencia y durabilidad requeridas, o bien, para obtener un acabado o pegado correctos. Generalmente expresado en gramos por metro (g/m).” (52 p. 57).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método y alcance de la investigación

Para el desarrollo de esta investigación se inició con la obtención de datos acerca de las características de los materiales a emplear en el diseño de mezcla; es decir, el tipo de cemento, que en nuestro fue el tipo 1; los agregados, a los que se les realizaron los ensayos de granulometría, contenido de humedad, absorción, módulo de fineza , entre otros debido a que son fundamentales para la elaboración de nuestro diseño de mezcla; el agua fue potable y la penca de la tuna se extrajo de Izcuchaca – Huancavelica debido a la facilidad de recursos en la zona y la estopa de coco se obtuvo de la zona selva de la región Junín – San Ramón, pudiendo observarse durante la visita a campo la abundancia de este fruto en distritos puntos de la selva peruana, estas fueron procesadas antes de ser incorporadas al diseño de mezcla.

El diseño de mezcla se elaboró utilizando el método ACI, para un $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$, y se le adicionó a la proporción de los materiales la penca de la tuna y las fibras de estopa de coco en los porcentajes de un 1.5 % - 2.0 % en función a la cantidad de cemento obtenida al final del diseño; para el caso de las fibras de estopa de coco se adicionó teniendo una longitud de 2cm, en todos los tratamientos.

Una vez realizada la mezcla y antes de ser colocada en las 90 probetas y 30 viguetas se le realizarón los ensayos pertinentes al concreto en estado fresco, es decir, el SLUMP con el fin de evaluar la trabajabilidad del concreto en dicho estado; una vez terminadas estas pruebas se procedió a colocarlos en la probetas y viguetas,

muestras que pasarón a la posa de curado para posteriormente se roturadas a las 7, 14 y 28 días en caso de las probetas y a los 28 días para las viguetas, de esta manera se obtuvieron los resultados sobre su resistencia a la compresión y flexión, tabulando los resultados finales.

3.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación es aplicada, ya que se utilizarán conocimientos previos y definidos con la finalidad de conseguir nuevos conocimientos para que los resultados sean en la creación de nuevos métodos técnicas para solucionar problemas inmediatos de un hecho (53) , es decir, la investigación aplicada se caracteriza porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos adquiridos, a la vez que se adquieren otros, después de implementar y sistematizar la práctica basada en investigación, en tal sentido se quiere, mediante la realización de probetas y vigas, demás de su análisis en los laboratorios, demostrar la mejora de la resistencia a la compresión y flexión del concreto juntamente con lograr una trabajabilidad aceptable con el uso de la penca de la tuna y las fibras de estopa de coco como aditivos, llegando a ser esta una investigación constructivista o utilitaria.

3.3. Nivel de la investigación

El nivel de la investigación es explicativo, ya que pretenden establecer la relación causa y efecto de las variables presentes en la investigación, es decir, la relación de la adición de fibras de estopa de coco y la penca de la tuna con la resistencia a la compresión y flexión del concreto además de la trabajabilidad de este, para explicar los resultados obtenidos, dandose para ello la manipulación de variables que corresponde a la parte experimental del proyecto. Según Hernández Sampieri (53):“su interés se centra en explicar por que ocurre un fenómeno y en que condiciones se manifiesta o por que se relacionan dos o mas variables” (p. 95), por su parte Supo menciona que este nivel “ explica el comportamiento de una variable en función a otra(s); por ser estudios de causa – efecto requieren control y debe cumplir con criterios de causalidad”(54 p. 2).

3.4. Método de investigación

El método de la investigación es el método científico de enfoque cuantitativo ya que los datos y resultados obtenidos son datos numéricos provenientes de una recolección

de datos basados en instrumentos estandarizados que permiten medir y poder demostrar si estos son válidos y confiables, es por ello que serán analizados estadísticamente. (53)

3.5. Diseño de la investigación

El diseño de investigación será experimental puro, ya que se relacionan las variables X e Y; “estos diseños llegan a incluir una o mas variables independientes y una o mas dependientes. Asimismo, pueden utilizar prepruebas y postpruebas para analizar la evolución de los grupos antes y despues del tratamiento”(53 , p 141). Los diseños experimentales se utilizan cuando el investigador pretende establecer el posible efecto de una causa que se manipula, y que para poder realizar el diseño de investigación elegido se debe establecer las variables con las cuales se va trabajar, en nuestro caso el uso de la penca de tuna y las fibras de estopa de coco como aditivos para la mejorar la resistencia a la compresión y flexión del concreto ademas de la trabajabilidad de este en estado fresco; debemos tener en cuenta también el grado de relación que estas poseen, ya que una influye de manera directa en los resultados de la otra, siendo estos más visibles y se prestan a encontrar un patrón. (53)

RGe	X	O1
RGc	----	O2

RGe = Grupo experimental

RGc = Grupo control

X= Tratamiento

Tratamientos:

Tabla 13. Tabla de tratamientos de dosificaciones de fibra de estopa de coco y penca de tuna

TRATAMIENTOS			
T0 =RG_c	+	-----	O1
T1 =RG₁	+	Fibra de coco 1.5% + Penca de tuna 1.5%	O2
T2 =RG₂	+	Fibra de coco 1.5% + Penca de tuna 2%	O3
T3 =RG₃	+	Fibra de coco 2% + Penca de tuna 1.5%	O4
T4 =RG₄	+	Fibra de coco 2% + Penca de tuna 2%	O5

3.6. Población y muestra

3.6.1. Población

Probetas cilíndricas y viguetas elaboradas en un laboratorio de tecnología del concreto que se encuentre debidamente certificado según las normas NTP 339.033 y ASTM C 31. Se elaborarán en total 90 probetas de 15cm de diámetro x 30cm de altura y 30 viguetas de 15cm x 15cm x 53cm para los ensayos de compresión y flexión respectivamente.

3.6.2. Muestra

Probabilística, debido a que todos los elementos de la población tienen una probabilidad mayor de cero de ser seleccionadas de la muestra. El método a utilizar será el muestreo aleatorio simple que se realizará mediante un sorteo o tabla de números según los porcentajes de adición. (54)

- 45 probetas: 9 probetas que corresponden al grupo control y 36 probetas con adiciones, es decir el grupo experimental.
- 15 viguetas: 3 viguetas que corresponden al grupo control y 12 viguetas con adiciones del grupo experimental

Tal como se muestra en la siguiente tabla 14:

TRATAMIENTO	# DE PROBETAS Y VIGUETAS POR DÍAS DE ROTURA					
	7 días de curado		14 días de curado		28 días de curado	
Concreto patrón	3	probetas sin porcentajes de adición	3	probetas sin porcentajes de adición	3	probetas y 3 viga sin porcentajes de adición
Concreto patrón + Fibra de coco 1.5% + Penca de tuna 1.5%	3	probetas con porcentajes de adición del 1.5% de fibra de coco y 1.5% de penca de tuna	3	probetas con porcentajes de adición del 1.5% de fibra de coco y 1.5% de penca de tuna	3	probetas y 3 viga con porcentajes de adición del 1.5% de fibra de coco y 1.5% de penca de tuna
Concreto patrón + Fibra de coco 1.5% + Penca de tuna 2.0%	3	probetas con porcentajes de adición del 1.5% de fibra de coco y 2.0% de penca de tuna	3	probetas con porcentajes de adición del 1.5% de fibra de coco y 2.0% de penca de tuna	3	probetas y 3 viga con porcentajes de adición del 1.5% de fibra de coco y 2.0% de penca de tuna

Concreto patrón +	3	probetas con	3	probetas con	3 probetas y 3 viga con
Fibra de coco 2.0% +		porcentajes de adición		porcentajes de adición	porcentajes de adición
Penca de tuna 1.5%		del 2.0% de fibra de		del 2.0% de fibra de	del 2.0% de fibra de
		coco y 1.5% de penca		coco y 1.5% de penca	coco y 1.5% de penca
		de tuna		de tuna	de tuna
Concreto patrón +	3	probetas con	3	probetas con	3 probetas y 3 viga con
Fibra de coco 2.0% +		porcentajes de adición		porcentajes de adición	porcentajes de adición
Penca de tuna 2.0%		del 2.0% de fibra de		del 2.0% de fibra de	del 2.0% de fibra de
		coco y 2.0% de penca		coco y 2.0% de penca	coco y 2.0% de penca
		de tuna		de tuna	de tuna

3.6.3. Unidad muestral

- ✓ Probetas cilíndricas de dimensiones 15cm de diámetro x 30cm de altura y que cumplan con la norma NTP 339.033, ASTM C 31.
- ✓ Viguetas prismáticas de dimensiones 15cm x 15cm x 53cm que cumplan con la norma NTP 339.033, ASTM C 31

3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.7.1. Técnicas de recolección de datos

La técnica a emplear será la observación directa que consiste en observar el proceso de la dosificación de los aditivos penca de tuna y fibras de estopa de coco al concreto hasta realizar su análisis después en laboratorio (53).

3.7.2. Técnicas de análisis y procesamiento de datos

El instrumento a utilizar será la ficha de observación que consiste en registrar los datos de los ensayos de cada una de las probetas y viguetas de los tratamientos previamente definidos (53), mostradas en la figura 3.

evaluar el comportamiento de los resultados de la resistencia a la compresión de cada tratamiento en función al tiempo.

Además de las pruebas de regresión lineal, se les aplicará a nuestros resultados una prueba de ANOVA mediante la cual se verificará la diferencia de medias entre las resistencias a la compresión de los tratamientos, donde rechazaremos la hipótesis nula que nos dice que todos los tratamientos son iguales y aceptamos la alterna que nos dice que los tratamientos son diferentes y estas si se ven afectadas por las dosificaciones de manera significativa si el p-valor es menor a 0.05 o el F calculado por el SPSS es mayor que el F tabulado ($F_c > F_t$).

Finalmente, mediante la prueba de DUNCAN se verificará cuál de los tratamientos propuestos es el más efectivo y si algunos de ellos son parecidos entre sí, ya que podría existir una diferencia significativa pero no todos son igual de efectivos

3.9. Equipos utilizados de recolección y procesamiento de datos

3.9.1. Equipos utilizados en la recolección de datos

Para la recolección de datos en laboratorio se hicieron uso de una prensa para ensayo de resistencia a la compresión que se muestra en la figura 4, esta debe ser calibrada de forma anual no llegando a tiempos mayores a los 13 meses y que cumpla con las ASTM E 4.



**Figura 4. Prensa para ensayo a la compresión
Tomada de Laboratorio de Tecnología del Concreto**

De igual manera que para los ensayos de resistencia a la flexión del concreto en estado endurecido, se utilizó misma máquina, pero con la distribución de cargas de manera diferente, de la forma que se muestra en la figura 5.



**Figura 5. Máquina de resistencia a la flexión con carga a los tercios del claro
Tomada de Laboratorio de Tecnología del Concreto**



**Figura 6. Máquina de resistencia a la flexión con espécimen de muestra patrón
Tomada de Laboratorio de Tecnología del Concreto**

Para la recolección de resultados de los ensayos a la trabajabilidad se tomó mediante la prueba de asentamiento de concreto en estado fresco con el cono de ABRAMS descrita en la NTP 339.035 – ASTM C 143, donde se verifica el asentamiento del concreto en esta fresco en un rango de $\frac{1}{2}$ " hasta los 9" para de esta manera verificar que el diseño cumpla con los requerimientos de las especificaciones,

para ello se hace uso del cono de Abrams, una barra compactadora y un flexómetro que nos sirve como instrumento de medida.



Figura 7. Realizado el ensayo del SLUMP

Previo al desarrollo del diseño de mezcla, se realizan la caracterización de los agregados, además de definir el tipo de cemento, los aditivos a utilizar y el agua. Lo primero se define mediante el empleo de ensayos tales como contenido de humedad, granulometría, peso específico, peso unitario suelto y compactado, entre otros haciendo uso común de elementos tales como se muestran en las figuras 8,9,10 y 11:



**Figura 8. Horno de temperatura controlada para realizar pruebas de contenido de humedad, peso específico y absorción
Tomada de Laboratorio de Tecnología del Concreto**



Figura 9. Moldes cilíndricos, varilla y pala para ensayos de peso unitario



Figura 10. Tamices para el ensayo de granulometría



Figura 11. Balanza de precisión y balanza digital, entre otros materiales de laboratorio

3.9.2. Programas utilizados para el procesamiento de datos

Mediante el programa Excel y usando sus funciones de estadística podremos procesar los datos obtenidos de los ensayos aplicados a los especímenes, además del programa SPSS para corroborar el grado de correlación y significancia que se da entre las variables estudiadas ello tal como se muestra en la figura 12.

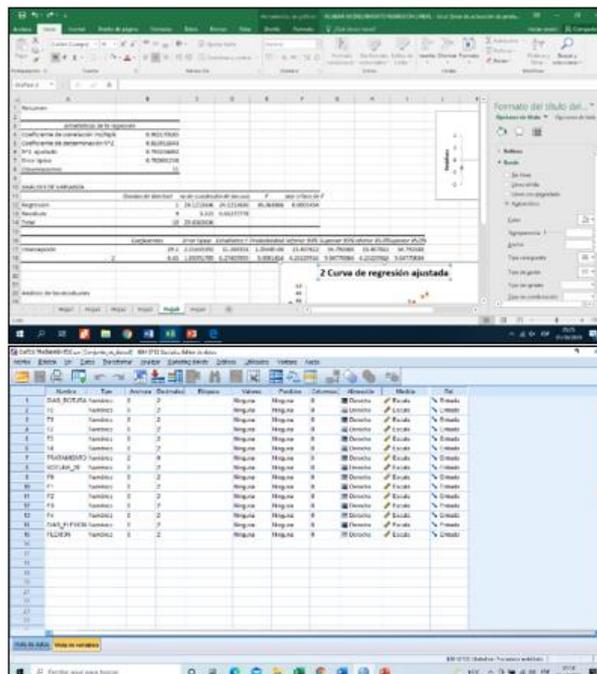


Figura 12. A. Programa Excel para el procesamiento de datos estadísticos – B. Programa SPSS

3.10. Desarrollo de la investigación

Para el desarrollo de la investigación se llevaron a cabo una serie de procedimientos que nos permitieron obtener los aditivos naturales propuestos, previa revisión de antecedentes, la caracterización de los agregados además de los insumos que fueron parte del diseño de mezcla.

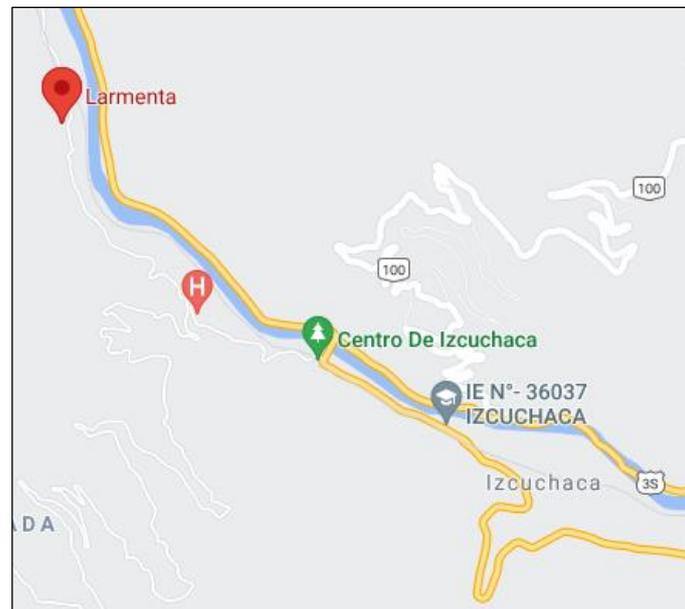
3.10.1. Procesamiento de aditivos

3.10.1.1. Procesamiento de penca

Este aditivo natural pasó por dos etapas antes de su utilización en el concreto. En primer lugar, se tuvo que extraer la penca y después se le aplicó un tratamiento para recién utilizarlo dentro del trabajo de investigación.

3.10.1.1.1 Extracción de penca

La penca de la tuna se extrajo en el anexo de Larmenta, distrito de Izcuchaca, provincia de Huancavelica, departamento de Huancavelica.



**Figura 13. Ubicación de la extracción de la penca
Tomada de Google Maps**

Para la extracción se utilizaron herramientas como machete, utilizado para cortar las pencas; tenazas metálicas grandes para cortar y movilización de las pencas; pinzas que sirvieron para quitar las espinas de la penca y costales, para guardar y trasladar las pencas.

También, se utilizaron los siguientes implementos de seguridad: guantes, chaleco y mandil de seguridad, todo ello utilizado para la protección del cuerpo contra las espinas.

El procedimiento utilizado fue:

Con las tenazas y los machetes se procedió a cortar las pencas, eso se realizó con mucho cuidado por las espinas presentes. Tal como se muestra en la figura 14 A, seguido se pasó a retirar las espinas de la penca utilizando las pinzas como se muestra en la figura 14 B



Figura 14. A. Extrayendo las pencas de tuna B. Extrayendo las espinas de la penca

Una vez obtenida la penca libre de espinas, se guardó en los costales cubiertos con cartón a modo de protección, para así transportarlo hasta el lugar en donde se realizó el procesamiento. Se extrajeron 4 costales de penca, con un aproximado de 12 pencas por costal.



Figura 15. Guardando la penca de la tuna en el costal

- **Procesamiento para su posterior adición al concreto**

En esta etapa se procesó la penca, para que pueda ser utilizada en los 4 tratamientos propuestos dentro del trabajo de investigación. Para ello se utilizaron las siguientes herramientas:

- Cuchillo. - Para cortar la penca de tuna.
- Recipiente con agua. - Para llenar los trozos de penca de tuna.
- Extractora. - Para poder extraer la penca de tuna.
- Botellas de plástico. - Para almacenar el extracto de la penca de tuna.
- Benzoato de Sodio. - Para mantener las propiedades del mucilago de la penca.

Para iniciar con la obtención del aditivo en base a pencas de tuna; primero, se procedió a lavar cada penca de tuna, luego a pelar y quitarle todo el material malogrado, además de algunas espinas que quedaron al momento de la cosecha del insumo; después se procedió a cortar la penca en trozos cuadrados de aproximadamente 3 a 4 cm, de tal forma que nos permita su fácil manipulación, como se muestra en la figura 16 A y B. Los trozos se almacenaron en un recipiente con agua, por aproximadamente 5 minutos a modo de enjuague.



Figura 16. A. Cortando la penca en pequeños trozos, B. Almacenamiento de los trozos cortados

Luego, mediante el uso de la extractora se procedió extraer los trozos de penca, para así obtener el jugo mucilago tal como se muestra en la figura 17 A y B. Finalmente se guardó la penca extractada en botellas de plástico, para luego llevarlas al laboratorio.



Figura 17. A. Extractando los trozos de penca; B Extracto de penca de tuna

Cabe resaltar que este procedimiento se realizó de 24 a 48 horas antes de realizar los especímenes de concreto con los aditivos naturales. También, se utilizó benzoato de sodio para que el mucílago como tal no pierda sus propiedades al estar almacenada dentro de las botellas de plástico, se echó la siguiente proporción de 10g por kilo de jugo de penca de tuna

Una vez hecho todo el procedimiento descrito, se pasó a agregar este aditivo natural en porcentajes del 1.5 % al 2 % de acuerdo al peso del cemento del diseño de mezcla.



Figura 18. Extracto de penca de tuna adicionada al agua que se utilizara en la mezcla en función a los porcentajes requeridos por tratamiento

3.10.1.2. Procesamiento de la estopa de coco

La fibra del coco al igual que la penca de la tuna pasó dos fases, que es la extracción y el procesamiento para obtener solamente la fibra y utilizarlo en el trabajo de investigación.

3.10.1.2.1. Extracción de coco

El coco fue obtenido del distrito de San Ramon, provincia de Chanchamayo en el departamento de Junín, fue almacenado en costales y trasladado a Huancayo para su procesamiento.

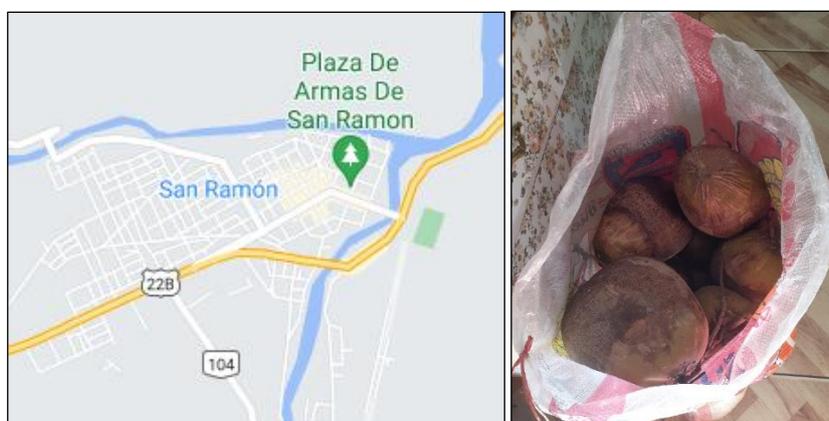


Figura 19. A. Ubicación de la procedencia del coco; B. Coco almacenado en costales Tomada de "Google Maps"

La extracción fue mediante la compra de los cocos, en un distribuidor de la misma ciudad. Estos fueron enviados a la ciudad de Huancayo para su posterior tratamiento. La cantidad de cocos comprados fue de 70. Se optó por la compra de cocos de la selva central ya que estos cuentan con más fibra que otros de distintos lugares, esta información fue obtenida por indicaciones de productores y vendedores de coco de la zona, además de la bibliografía revisada.

3.10.1.2.2. Procesamiento

El procesamiento del coco fue más complejo, ya que se tenían que realizar más pasos y por ende mayor demanda de tiempo para obtener las fibras de coco. En esta etapa se utilizaron un matillo, para poder quitar la cascara del coco, lavatorios, para sumergir al coco con agua, cepillo metálico, para quitar las fibras del coco, cuchillo, para quitar las fibras y posteriormente para cortar las fibras, bolsas, para almacenar las fibras de coco, cal, para limpiar las impurezas de las fibras de coco, regla, para marcar los 2 cm a cortar en las fibras de coco y una tijera, para cortar las fibras de coco.

El procedimiento consta de varios pasos. Primero se tiene romper el cascara del coco, para interactuar con la fibra, así como se muestra en la figura 20 A. Luego, se dejarán sumergidos de 16 a 24 horas, esto para que las fibras sean más fáciles de sacar.



Figura 20. A. Pelado de la cascara del coco; B. El coco Sumergido en agua

Luego, se sacarán los cocos y se empezarán a sacar las capas de fibra, hasta dejar al coco sin fibras. Como se muestran en las figuras 21 A y B.



Figura 21. A. El coco sin fibras; B. Fibra de coco mezclada con desperdicios

Se sacarán las fibras de estas capas y se irán almacenando una recipiente o bolsa.



Figura 22. Colocado de la fibra extraída manualmente en un recipiente

Ahora se tendrá que sumergir las fibras de coco en agua con cal, esto para limpiar las impurezas que tiene la fibra. La proporción a echar es de 10 gr por litro de agua. Se dejará sumergido por 48 horas, como se muestra en la figura 23 A y B.



Figura 23. A. Fibra de coco reposada con cal y agua; Fibra de coco reposada con cal y agua, ahí podemos apreciar la suciedad.

Una vez culminada las 48 horas, se procederá a lavar las fibras, este procedimiento se tiene que repetir hasta que el agua se torne medianamente cristalina tal como se muestra en la figura 24 A y B. Finalmente se procederá a secar las fibras de coco como se presenta en la figura 25.



Figura 24. A. Lavado de la fibra de coco; B. Agua medianamente cristalina, después del lavado de las fibras



Figura 25. Secado de la fibra de coco

Ahora se tendrá que cortar las fibras de coco a 2 cm, esta longitud es recomendada por otras investigaciones realizadas con la fibra de coco, ya que con esta longitud las propiedades mecánicas mejoran a comparación que con otras longitudes. Para cortar se utilizó una regla y un marcador para hacer del procedimiento más rápido, de igual se realizó el procedimiento con tijeras como se muestra en la figura 26. Una vez que las fibras se cortaron, es procedió a almacenarlas en bolsas de plástico para que así sean llevadas al laboratorio para su utilización. Al igual que la penca de tuna, se agregará la fibra de coco en 1.5% y 2% en relación al peso del cemento, de acuerdo al diseño de mezcla.



Figura 26. A. Cortado de 2cm de la fibra de coco; B. Almacenamiento de la fibra de coco cortada



Figura 27. Fibra de coco cortada a 2 cm lista para ser adicionada a la mezcla

3.10.2. Diseño de mezcla

3.10.2.1. Ensayos al agregado grueso y fino

- **Granulometría**

De acuerdo a la NTP 400.012 (55) “Una muestra de agregado seco, de masa conocida, es separada a través de una serie de tamices que van progresivamente de una abertura mayor o menor, para determinar la distribución del tamaño de las partículas.” (p, 2); los resultados de este ensayo se presentan en el anexo 1A y 2A.



Figura 28. Ensayo de análisis granulométrico del agregado fino y grueso

- **Contenido de humedad**

De acuerdo a la NTP 339.185 (56) se tiene como objetivo “determinar el porcentaje total de humedad evaporable en una muestra de agregado fino o grueso por secado. La humedad evaporable incluye la humedad superficial y la contenida en los poros del agregado” (p. 2).



Figura 29. Muestreo de los agregados grueso y fino de acuerdo a la NTP 400.010



Figura 30. Secado de la muestra mediante el horno de temperatura controlada

- **Peso unitario y vacíos en los agregados**

De acuerdo a la NTP 400.017 (57) se tiene como objetivo determinar: “la densidad de masa (“peso unitario”) del agregado en condición suelto o compactado, y calcular los vacíos entre partículas en agregados finos o gruesos.”



Figura 31. A. Peso unitario en condición suelta. B. Determinación de la masa suelta



Figura 32. A. Peso unitario en condición compactada. B. Determinación de la masa compactada



Figura 33. A. Peso unitario en condición suelta. B. Determinación de la masa suelta



Figura 34. A. Peso unitario en condición compactada. B. Determinación de la masa compactada

- **Densidad, Densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso**

De acuerdo a la NTP 400.021 (58), una muestra de agregado es sumergida en agua por $24 \text{ h} \pm 4 \text{ h}$ para esencialmente llenar los poros. Luego, la muestra es removida del agua, y el agua superficial de las partículas es secada y se determina la masa. Posteriormente, el volumen de la muestra se determina por el método de desplazamiento de agua. Finalmente, la muestra es secada en horno y la masa determinada. Usando los valores de la masa obtenidos y las fórmulas de este método de ensayo, es posible calcular la densidad, densidad relativa (gravedad específica), y la absorción.



Figura 35. A. Sumersión del agregado grueso. B. Secado superficial saturado



Figura 36. A. Determinación de la masa. B. Secado de la masa en el horno

- Densidad, Densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino**
 De acuerdo a la NTP 400.022: Una muestra de agregado es retirada en agua por $24\text{ h} \pm 4\text{ h}$ para esencialmente llenar los poros. Luego es retirada del agua, el agua superficial de las partículas es secada y se determina la masa. Posteriormente, la muestra (o una parte de ella) se coloca en un recipiente graduado y el volumen de la muestra se determina por el método gravimétrico o volumétrico. Finalmente, la muestra es secada en horno y la masa se determina de nuevo. Usando los valores de la masa obtenidos y mediante las fórmulas de este método de ensayo, es posible calcular la densidad, densidad relativa (gravedad específica), y la absorción. (59)



Figura 37. A. Sumersión del agregado fino. B. Secado superficial saturado



Figura 38. A. Determinación de volumen por gravimetría. B. Secado del agregado fino en el horno

- **Absorción y peso específico de la fibra de estopa de coco**

Debido a que no se cuenta con alguna norma específica para la determinar dichos parámetros de las fibras naturales, se tuvo como referencia el uso de la norma NTP 400.022 en referencia al método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino.

Procedimiento:

Se tomó una muestra de fibra de estopa de coco de 300 gr, la que fue sumergida en agua durante $24h \pm 4$ para saturar la muestra, luego se procedió a secarla superficialmente para poder medirla en dicho estado.

Después, se puso la muestra en el horno a una temperatura de $110 \pm 5^{\circ}C$ durante 1 día, transcurrido este tiempo se procedió a pesar la muestra seca y realizar los cálculos correspondientes para determinar el porcentaje de absorción mediante el uso de la siguiente fórmula:

Ecuación 1.

Ecuación para determinar el porcentaje de absorción.

$$\%Absorción = \frac{W_{sss} - W_s}{W_s} \times 100$$

Donde:

W_{sss} : Peso de fibra de estopa de coco saturada superficialmente

W_s : Peso de la fibra seca



Figura 39. A. Peso de muestra saturada superficialmente seca; B. Muestra en el horno; C. Peso de la muestra seca

Para realizar el ensayo de peso específico se pesó 30 gr de fibra de estopa de coco en condición saturada superficialmente seca; una vez dentro de la fiola se dejó reposar por aproximadamente 5min y agitar para eliminar el aire atrapado; finalmente se anota la variación de agua causada por la adición de la fibra.



Figura 40. A. Peso de la fiola; B. Agregando agua a la fiola + muestra; C. Peso de la fiola + muestra después de eliminar el aire

Los resultados de este ensayo se encuentran en el anexo 11A.

3.10.2.2. Elaboración del diseño de mezcla

Para el diseño de mezcla se elabora mediante el método del ACI ya que es un método que nos permite obtener un diseño más óptimo, permitiéndonos controlar la relación de agua y cemento. Primero seleccionamos el asentamiento de 3" a 4" ya

que deseamos un concreto con una consistencia plástica, estos valores son elegidos a partir de la tabla 8.

El tipo de cemento a utilizar es el CEMENTO SOL I, este tiene un peso específico de 3150 kg/m³ según su ficha técnica; el diseño que se propone tiene como f'c= 210 kg/cm², se obtuvo un tamaño nominal de 1", y como tamaño máximo nominal ¾"; los siguientes datos serán presentados en la tabla 15 donde se consolidan las características de todos los elementos que van a intervenir en el diseño de la mezcla.

Tabla 15. Consolidación de resultados

ELEMENTOS	P.esp Kg/m ³	P.U.C Kg/m ³	MF%	Absorción%	Contenido de humedad %
CEMENTO	3150				
AGREGADO FINO	2750	1840	3.03	1.38	0.3
AGREGADO GRUESO	2597	1677	6.66	0.62	0.2
AGUA	1000				
ADITIVO					

dosis variable en % del peso del cemento

Sin aire incorporado

Nota: P.U.C: peso unitario compactado; MF: Módulo de fineza

Dando inicio al diseño, primero estimamos la cantidad de agua y aire según la tabla 9 donde según el TMN del agregado grueso que es de ¾" y el asentamiento deseado que es de 4", se obtiene 205 L de agua con un 2% de aire atrapado.

Definimos la relación A/C (agua/ cemento) en función al Fcr trabajado mediante la tabla 10, siendo el F'c, el de diseño y F'cr que incluye un factor de seguridad para asegurar la calidad en la resistencia a la compresión de la mezcla que se va diseñar

$$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$F'cr = 294 \text{ kg/cm}^2$$

De la tabla 11 definimos la relación agua cemento en función al F'cr de diseño.

250	0.62
294	A/C
300	0.55

Al encontrarse nuestro F'_{cr} de diseño entre los valores de 250 y 300 se procede a realizar una interpolación que me dará la relación agua cemento que se va utilizar en el diseño, para este caso se obtuvo una relación de 0.56 a/c.

Calculamos el peso del cemento y su volumen

$$\text{Peso del cemento} = \frac{P_{H2O}}{\text{Relacion A/C}}$$

$$\text{Peso del cemento} = 366.07 \text{ kg}$$

$$\text{Vol del cemento} = \frac{P \text{ del cemento}}{P \text{ especifico de cemento}}$$

$$\text{Vol del cemento} = 0.1162 \text{ m}^3$$

Para hallar el volumen de agregado hacemos uso de la tabla 12 que nos da el volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto, mediante la relación del tamaño máximo del agregado grueso y el módulo de fineza del agregado fino; mediante la tabla 16 observaremos el volumen de agregado que faltaría para completar el 1m² de concreto

Tabla 16. Resumen de volumen de elementos sin considerar los agregados

ELEMENTO	PESO	VOLUMEN
Agua	205.000	0.2050
Cemento	366.071	0.1162
Aire		0.0200
Balance Vol		0.3412

Entonces el volumen de agregado sería: $\text{Vol de agregados} = 1 - 0.3412 = 0.6588$

Para establecer el porcentaje de intervención de agregado grueso y agregado fino recurrimos a la siguiente tabla 12, donde obtenemos un factor de 0.58 con el finalmente hallamos el peso y volumen del agregado grueso que es de 0.375m³.

$$\text{Peso de agregado grueso} = \text{factor de la tabla} * P \text{ unitario piedra}$$

$$\text{Peso de agregado grueso} = 0.58 * 1677$$

$$\text{Peso de agregado grueso} = 972.66 \text{ kg}$$

$$\text{Vol de agregado grueso} = \frac{P \text{ de agregado grueso}}{P \text{ especifico agregado grueso}}$$

$$\text{Vol de agregado grueso} = 0.375 \text{ m}^3$$

Como siguiente paso, hallamos el peso y volumen del agregado fino en función al volumen restante después de la obtención del volumen de agregado grueso requerido que es de 781.7kg.

$$\text{Peso de agregado fino} = \text{Vol abs de agregado fino} * P \text{ especifico de agregado fino}$$

$$\text{Vol de agregado fino} = 1 - 0.716\text{m}^3$$

$$\text{Vol de agregado fino} = 0.284\text{m}^3$$

$$\text{Peso de agregado fino} = 781.7\text{kg}$$

Finalmente, obtenemos la siguiente tabla resumen de los pesos y volúmenes de cada uno de los elementos que intervienen en el diseño de mezcla, la tabla 17 no muestra el diseño final ya que para ello es necesario realizar correcciones como el contenido de humedad y la absorción.

Tabla 17. Resumen de pesos y volumen de los elementos

ELEMENTOS	PESO	VOLUMEN
Agua	205.000	0.2050
Cemento	366.071	0.1162
Aire		0.0200
Agregado grueso	972.660	0.3745
Agregado fino	781.700	0.2843
TOTAL	2325.432	1.000

Por último, es importante considerar realizar la corrección por absorción y por humedad ya que son parámetros que pueden cambiar debido a que elementos como los agregados presentan un porosidad definida que hace que el agua de la mezcla sea absorbida por ellos provocando una disminución en la relación A/C, pero a su vez estos también cuentan con una humedad natural debido a su exposición con el medio ambiente lo que hace que cambie sus condiciones de humedad incrementando así la cantidad de agua en la mezcla y por ende aumento en la relación A/C que otorga una mayor trabajabilidad a la mezcla pero a su vez reduce su resistencia; es por ello que se prevé el ajuste por dichas condiciones, dichos resultados se presentan la tabla 18, juntamente con el resumen de los pesos y su corrección por cada elemento presente en el diseño de mezcla.

Tabla 18. Resumen de la corrección de pesos debido al porcentaje de absorción y contenido de humedad presente en los agregados

ELEMENTOS	PESO	% ABSORCIÓN	% CONTENIDO HUMEDAD	PESO CORREGIDO	
Agua	205.0			218	Kg
Cemento	366.1			366	Kg
Aire					Kg
Agregado grueso	972.7	6.030	1.95	975	Kg
Agregado fino	781.7	10.787	2.35	784	Kg
TOTAL	2325.43	16.818	4.29	2342	Kg
				1m3	

Necesitamos la cantidad de materiales para 12 briquetas para un concreto convencional, esta cuenta con las dimensiones mostradas en la figura 41.



Figura 41. Dimensiones de briketa
Tomado de Boletín de construyendo juntos – Aceros Arequipa

Se sabe que una briketa de dimensiones de 15 cm de diámetro por 30 cm de alto, tiene como volumen 0.0053 m^3 , ahora considerado un 25 % de desperdicios y la necesidad de una tanda para 9 briquetas por cada tratamiento obtenemos el siguiente volumen:

$$V = V(9 \text{ briquetas}) + 25\%V(9 \text{ briquetas})$$

$$V = 0.0053 * 9 + 25\% * 0.0053 * 9$$

$$V = 0.0596 \text{ m}^3$$

Redondeando para un $V = 0.06 \text{ m}^3$; la cantidad de materiales a utilizar para las realizar las 9 briquetas del diseño patrón se muestran en la tabla 19.

Tabla 19. Cantidad de materiales para 0.06m³ de concreto convencional tratamiento 0
CANTIDAD DE MATERIALES PARA 0.06m³ (9 BRIQUETAS) DE CONCRETO CONVENCIONAL

ELEMENTOS	PESO CORREGIDO	TANDA	
Agua	218	13.1	kg
Cemento	366	22.0	kg
Aire	0	0.0	kg
Agregado grueso	975	58.5	kg
Agregado fino	784	47.0	kg
TOTAL	2342.25	140.5	kg

Se sabe que una briqueta de dimensiones de 15cm x 15cm x 53cm volumen 0.011925 m³, ahora considerado un 25% de desperdicios y la necesidad de una tanda para 3 viguetas por cada tratamiento obtenemos el siguiente volumen:

$$V = V(3 \text{ viguetas}) + 25\%V(3 \text{ viguetas})$$

$$V = 0.0119 * 3 + 25\% * 0.0119 * 3$$

$$V = 0.0447 \text{ m}^3$$

Redondeando para un volumen de $V = 0.045\text{m}^3$, la cantidad de materiales para realizar las 3 viguetas del diseño patrón se muestran en la tabla 20.

Tabla 20. Cantidad de materiales para 0.045 m³ de concreto convencional – tratamiento 0
CANTIDAD DE MATERIALES PARA 0.045 m³ (3 VIGUETAS) DE CONCRETO CONVENCIONAL

ELEMENTOS	PESO CORREGIDO	TANDA	
Agua	218	9.8	kg
Cemento	366	16.5	kg
Aire	0	0.0	kg
Agregado grueso	975	43.9	kg
Agregado fino	784	35.3	kg
TOTAL	2342.25	105.4	kg

Los resultados de los diseños de mezcla para el tratamiento T0 que corresponde al tratamiento patrón y los de más tratamientos que son T1, T2, T3 y T4 se encuentra en los anexos 3A, 4A, 5A y 6A respectivamente

3.10.3. Determinación de la trabajabilidad del concreto en estado fresco

Una vez terminada la mezcla homogénea dentro del trompito, se procedió a sacar el concreto en un buggy, para realizar determinar el SLUMP y estimar la trabajabilidad del concreto en estado fresco.



Figura 42. Concreto vaciado perteneciente al tratamiento 3

Para comenzar a realizar primero se tiene que humedecer la lámina y cono metálico, para ser colocado en una superficie plana y no absorbente, como se observa en la siguiente figura:

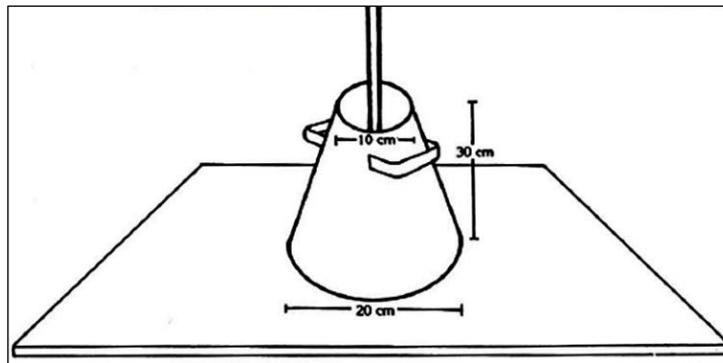


Figura 43. Instrumentos utilizados para hacer el ensayo
Tomada de "Tecnología del Concreto y del Mortero", por Guzmán. 2001, p.112.

Posteriormente el molde se tiene que presionar hacia abajo, cogiendo las agarraderas, con el objetivo de colocar la mezcla sin que esta se salga por la parte inferior del molde.



Figura 44. Haciendo presión en el cono de ABRAMS para realizar el ensayo

El cono se tiene que llenar en tres capas, cada una aproximadamente con la tercera parte del volumen total del molde. La altura hasta la segunda capa llega aproximadamente a los 15.5 cm y en la tercera capa se apilará el concreto sobre el molde. Cada capa fue apisonada 25 veces con una varilla lisa de 16 mm de diámetro y 60 cm de longitud, con uno de los extremos redondeados.

La introducción de la varilla se debe de hacer en diferentes sitios de la superficie, con el objetivo de un buen compactado. Se debe tener en cuenta que la primera capa se compacta en todo el espesor, mientras la segunda y la tercera la varilla debe de penetrar 1" en la capa inmediatamente inferior. En la tercera capa, se suele llenar excesivamente, ya que al momento de hacer el compactado el concreto se asienta por debajo del molde.



Figura 45. A. Llenado en 3 capas el Cono de ABRAMS. B. Varillado en el cono de ABRAMS

Una vez terminado con el compactado, se debe de enrasar la superficie con la varilla u otro instrumento apropiado, seguido a eso se quitó la mezcla que estuvo alrededor de la base del molde, dejando limpia la zona.



Figura 46. Limpieza de la base del molde limpio

Inmediatamente después, se retiró el molde alzándolo cuidadosamente en dirección vertical en un lapso de 5 a 10 segundos, sin hacer movimientos que involucren negativamente a la mezcla, es ahí que por falta de apoyo el concreto se debe de asentar.



Figura 47. Retirado del cono para determinar el asentamiento

Cabe resaltar que este ensayo se realizó dentro de los 5 minutos siguientes al muestreo y se realizó aproximadamente en 2 minutos y medio (tiempo sugerido para buenos resultados). Entonces la diferencia entre la altura del molde y la altura medida del centro del concreto abatido se considera como el asentamiento.



Figura 48. A. Cono retirado, listo para medir el SLUMP. B. Toma de medida del asentamiento

El mismo procedimiento y consideraciones se tuvo en cuenta con todos los tratamientos y muestra patrón, para determinar si el concreto es trabajable. Después de haber realizado las mediciones procedemos a comparar los resultados obtenidos con la tabla de consistencia y asentamiento propuesta para el diseño de mezcla y verificar que tan trabajable o cerca al rango propuesto se encuentran los resultados;

también se debe tomar en consideración la tabla 21, donde se menciona las tolerancias permisibles del asentamiento partiendo del SLUMP de diseño

Tabla 21. Tolerancias para rangos de asentamientos

ESPECIFICACIONES		TOLERANCIAS
Asentamiento Nominal	2" (50 mm) a menos	±1/2" (15 mm)
	2" a 4" (50 mm a 100 mm)	±1" (25 mm)
	Más de 4" (100 mm)	±1 1/2" (40 mm)
Asentamiento "máximo" o "no debe exceder"	3" (75 mm) o menos	En exceso: 0" (0 mm) En defecto: 1 1/2" (40 mm)
	Más que 3" (75 mm)	En exceso: 0" (0 mm) En defecto: 2 1/2" (65 mm)
Tiempo de conservación en estos rangos (responsabilidad productor)		±1/2" (15 mm)
		30 minutos desde llegada a obra

Tomado de ASTM C94 / C94M

3.10.4. Elaboración y curado de especímenes de concreto

De acuerdo a Gonzales et.al. (40) se tiene como objetivo: “preparar y curar especímenes de forma cilíndrica y de viga, de muestras representativas de concreto fresco.”, en la tabla 22.

Tabla 22. Moldes cilíndricos y moldes viga

MOLDES CILÍNDRICOS Y VIGUETAS

Según Gonzales et.al. (40) : “Los moldes para los especímenes o los elementos de cierre en contacto con el concreto, serán de acero, fierro fundido u otro material no absorbente que no reaccione con el concreto de Cemento Portland u otros cementos hidráulicos”

MOLDES CILÍNDRICOS

“Los moldes para preparar probetas de concreto deberán cumplir con la NTP 339.209.”



MOLDES VIGA

“La superficie interior de los moldes deberá ser lisa. Los lados, fondo y extremos deberán estar en ángulo recto entre ellos y serán planos sin deformación.”



Tomado de la NTP 339.033-2015

Para el moldeo de especímenes es necesaria una varilla compactadora, esta “tendrá su extremo de compactación, o ambos extremos, terminados en punta semiesférica del mismo diámetro de la varilla.” NTP 339.033; un martillo con cabeza de goma (caucho) o cuero, con una masa de $0,6 \pm 0,2$ kg, entre otras herramientas como son la pala, cucharón, espátula y plancha (60). Finalmente, para medir el asentamiento necesitas el aparato para medir el asentamiento del concreto que debe cumplir los requisitos de la NTP 339.035.

- **Moldeo de especímenes**

Lugar de moldeo: instalaciones del laboratorio de MatestLab, lugar cercano a la poza de almacenamiento y curado.



Figura 49. Mezclado de concreto en trompo

- **Consolidación:**

El método de consolidación es mediante apisonado, el cual consiste en colocar el concreto en el molde el número requerido de capas de aproximadamente igual volumen, apisonar cada capa con el extremo semiesférico de la barra compactadora, aplicando el número requerido de golpes. En la primera capa la barra debe penetrar hasta el fondo de la capa a través de su altura. En el apisonado de la capa se debe tener cuidado de no dañar la parte inferior del molde. Distribuir uniformemente los golpes de la barra sobre la sección transversal del molde. Para cada capa superior, la barra debe penetrar toda la capa a través de su altura, de manera que la barra penetre hasta la capa precedente aproximadamente 25 mm. Después de consolidar cada capa, se procederá con el martillo a golpear ligeramente las paredes del molde unas

10 a 15 veces, con el fin de eliminar los vacíos y burbujas de aire que puedan haber quedado atrapadas. Usar la mano abierta para golpear ligeramente los moldes cilíndricos de un solo uso, los cuales son susceptibles de dañarse si se golpean con el martillo. Después de golpear los lados del molde, se acomoda el concreto de cada capa, a lo largo de los lados del molde cilíndrico y extremo del molde viga, con un badilejo o herramienta adecuada. Ajustar el faltante en los moldes que no fueron llenados completamente con una porción de concreto representativa durante la consolidación de la capa superior. Se debe remover el concreto en exceso en los moldes. (60)



Figura 50. A. Colocado de concreto en probetas. B. Compactado de capa



Figura 51. A. Golpe con martillo de goma. B. Enrasado con badilejo



Figura 52. A. Colocado y compactado de concreto en probetas B. Golpe con martillo de goma

- **Curado:**

El método aplicado es el de curado estándar, después de ser desencofrado se mantiene agua libre en las superficies de las probetas cilíndricas y las vigas a una temperatura de $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ de acuerdo a la NTP 334.077.



Figura 53. Curado estándar de probetas cilíndricas y vigas

3.10.5. Determinación de la resistencia a la compresión del concreto

El método de la resistencia a la compresión consiste en “aplicar a una carga axial de compresión a testigos preparados a una velocidad de carga prescrita, hasta que se presente la falla” (61 p. 1), estos resultados son usados como control de calidad del concreto en referencia a su mezclado y colocado evaluando de esta manera la efectividad de la mezcla y los aditivos utilizados en el diseño; el aparato mediante el cual se obtendrán los resultados es la prensa para ensayo a la compresión, esta debe

estar equipada con dos bloques de carga de acero con dos caras endurecidas y debe ser calibrada regularmente al año; se debe tomar en cuenta que para realizar el ensayo los dos bloques de no deben exceder los valores presentados en la tabla 23:

Tabla 23. Diámetro máximo de espécimen de ensayo en relación al diámetro máximo de cara de la carga

DIÁMETRO DEL ESPÉCIMEN DE ENSAYO (MM)	DIÁMETRO MÁXIMO DE LA CARA DE CARGA (MM)
51	102
76	127
102	165
152	254
203	279

Tomado de MTC E 704-2000

- **Procedimiento:**

El ensayo a la compresión se debe realizar inmediatamente las muestras curadas sean extraídas de su logro de curado ya que se debe ensayar en condiciones húmedas, los tiempos de rotura se deben encontrar dentro de la tolerancia indicada en la tabla 24.

Tabla 24. Tabla de tolerancias de tiempo permisibles para roturar probetas cilíndricas

Edad de ensayo	Tolerancia permisible
24	± 0.5 horas a 2.1 %
3	2 horas a 2.8 %
7	6 horas a 3.1 %
28	20 horas a 3.0 %
90	2 días a 2.2%

Tomado de MTC E 704-2000

Primero se debe colocar la muestra entre los bloques de carga y sobre la plataforma de la máquina de ensayo, previamente se debe limpiar las superficies inferiores y superiores antes de colocar el espécimen. Se debe verificar que el indicador de carga este en cero previa a la aplicación de carga.

La velocidad de movimiento de carga aplicada deberá ser mantenida al menos durante la mitad final de la fase de carga anticipada; la alta velocidad de carga será aplicada de manera controlada de tal manera que el espécimen no se someta a cargas de choque (61).

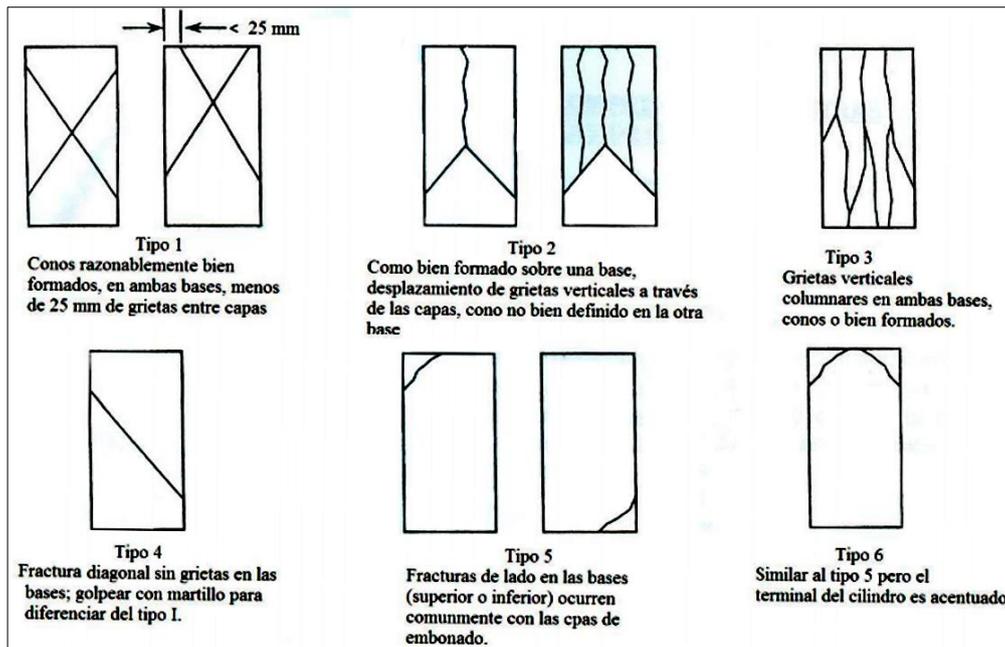


Figura 54. Espécimen colocado y alineado, listo para rotura

Al aplicar la carga a la compresión, mientras el indicador comienza a disminuir constantemente, se puede visualizar en el espécimen el patrón de fractura el cual puede ser de diferentes tipos tal como se muestra en la figura 56.



Figura 55. Tipo de fractura obtenidas en laboratorio



**Figura 56. Esquema de patrones de tipo de fractura
Tomado de NTP 339.034 - 2015**

- **Cálculos**

Para calcular la resistencia a la compresión se debe dividir la carga máxima alcanzada por el espécimen durante el ensayo entre el área promedio de la sección previamente medida.

Ecuación 2.

Ecuación para el cálculo de la resistencia a la compresión (61)

$$\text{Resistencia a la compresión} = \frac{\text{Carga Máxima (Kg)}}{\text{Área promedio (m}^2\text{)}}$$

El informe obtenido a partir de los resultados son también el número y tipo de espécimen a ensayar, el diámetro además de la longitud el espécimen en cm² o pulgadas 2, el área de la sección transversal, la carga máxima, la resistencia a la compresión en kPa, la edad del espécimen y finalmente los defectos en el refractado del espécimen.

Los resultados se pueden visualizar en los anexos 7A, 8A y 9A.

3.10.6. Determinación de la resistencia a la flexión del concreto

El método de la resistencia a la flexión consiste en aplicar la carga en el tercio medio de la luz de una viga simplemente apoyada hasta que se presente un tipo de falla, de esta manera se obtiene una flexión pura, llevando al espécimen a una condición de trabajo más real. El módulo de rotura se tendrá que calcular, según el tipo de falla que se presente, “dentro del tercio medio” o “una distancia no mayor del 5% de la luz libre”. Cabe resaltar que los resultados se representan como el módulo de rotura. La máquina de ensayo deberá de cumplir con la norma ASTM E 4, para su utilización; se emplearán placas de apoyo para asegurar que las fuerzas aplicadas sean perpendiculares a la cara del espécimen, estas deben de ser constantes e incrementadas gradualmente. (NTP 339-078), tal como se muestra en la figura 57.

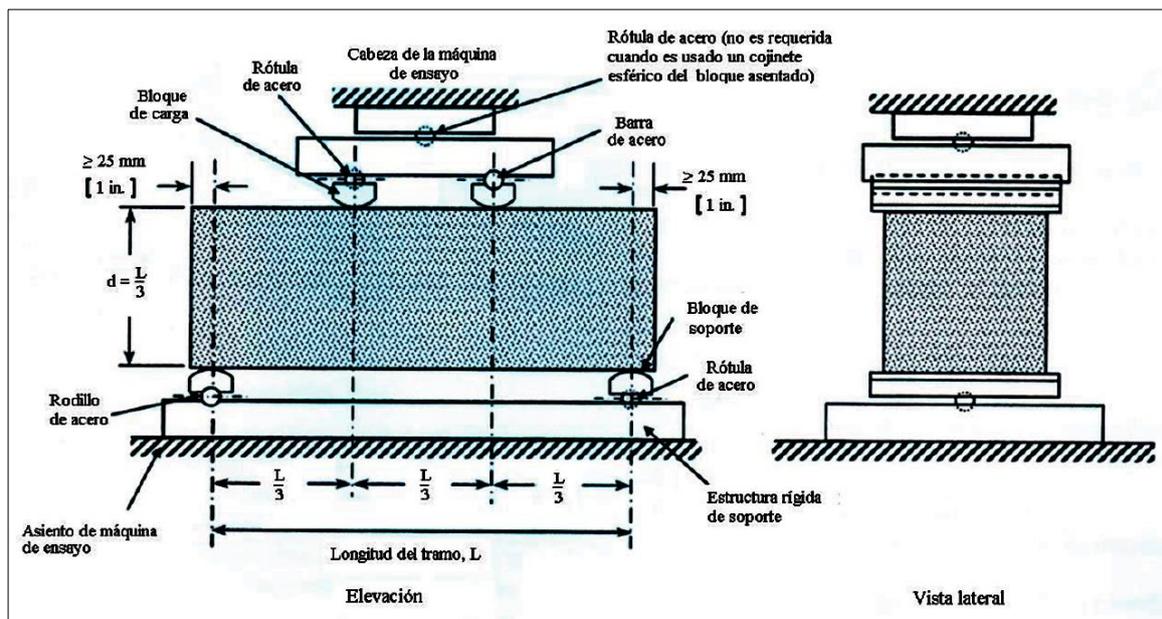


Figura 57. Diagrama de un dispositivo adecuado para ensayar vigas a flexión con cargas a los tercios

Tomado de NTP 339.078 – 2012

- **Procedimiento:**

El ensayo a la flexión se debe realizar inmediatamente después de que las muestras curadas sean extraídas de su posa de curado ya que se debe ensayar en condiciones húmedas. Se debe de tener en cuenta la distribución de las luces en “L/3” para garantizar la distribución de cargas, para eso debe de marcar con un resaltador las distancias conforme a lo mencionado.



Figura 58. Medición y marcación a los tercios centrales

Verificar que las barras fijadas en la parte inferior deban tener una distancia de 25 mm del centro de gravedad hacia el eje lateral.

Después de ello, se deberá colocar la viga en la máquina, teniendo en cuenta las consideraciones mencionadas (tener como referencia la figura 59). Después de aplicada la carga no se debe de presentar impactos hasta el punto de ruptura, se debe registrar el resultado arrojado por la máquina.



Figura 59. Espécimen en la máquina de rotura y punto de falla en el tercio central

Se debe de tomar 3 medidas por cada dimensión al plano de falla (uno a cada borde y al centro). Se debe de registrar el ancho promedio, profundidad promedio y la línea de ubicación de la fractura en la sección de falla.

- **Cálculos**

En el caso de que se falla ocurra en el tercio medio de la luz, el módulo de rotura se calculará como indica la NTP 339-078, ((62) p. 12).

Ecuación 3.

Ecuación de módulo de rotura en el tercio medio de la luz

$$M_r = \frac{PL}{bh^2}$$

En donde:

Mr: es el módulo de rotura, en MPa.

P: Es la carga máxima de rotura indicada por la máquina de ensayo, en N.

L: Es la luz libre entre apoyos, en mm.

b: Es el ancho promedio de la viga en la sección de falla, en mm.

h: Es la altura promedio de la viga en la sección de falla, en mm.

Pero si la falla ocurre fuera del tercio medio y a una distancia no mayor al 5 % de la luz libre, el módulo de rotura se calculará como indica la NTP 339-078, ((62) p. 12).

Ecuación 4.

Ecuación del módulo de rotura fuera del tercio medio

$$M_r = \frac{3Pa}{bh^2}$$

En donde:

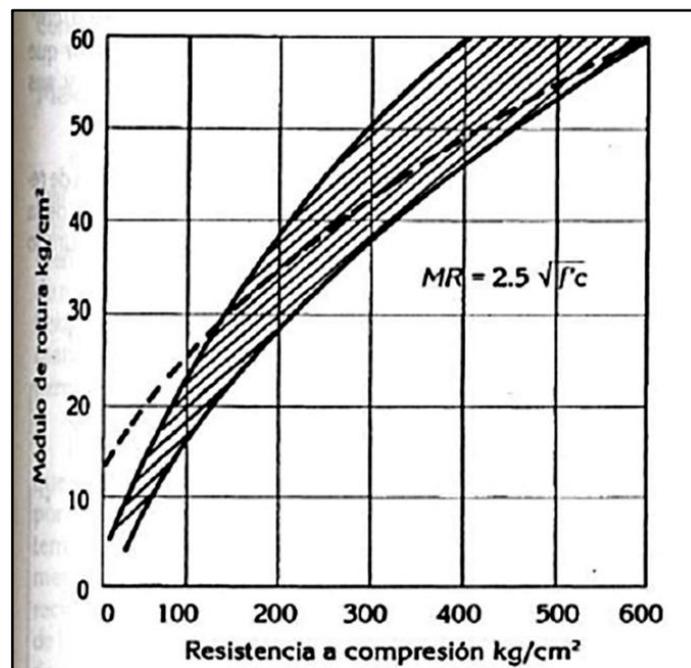
a: Es la distancia promedio entre la línea de falla y el apoyo más cercano, medida a lo largo de la línea central de la superficie inferior de la viga, en mm.

Por otro lado, si la falla ocurre fuera del tercio medio y a una distancia mayor al 5% de la luz libre de la viga, se tendrá que volver a hacer el ensayo, ya que será rechazado.

Los resultados de este ensayo se pueden encontrar en el anexo 10A.

- **Módulo de ruptura**

Según investigaciones a lo largo de la historia se ha podido determinar que a medida que aumenta la resistencia a la compresión, la resistencia a la flexión hace lo mismo, pero en una menor proporción. Sánchez de Guzmán, nos dice que: la correlación que existe entre la resistencia a la compresión del concreto y su módulo de rotura no es lineal sino más bien del tipo parabólico (39 p.142); esto se puede observar mejor de la siguiente manera en la figura 60:



*Figura 60. Resistencia a la compresión vs Módulo de rotura
Tomado de Sánchez de Guzmán, 2001, p 120.*

Por otro lado, la NRMCA nos dice que; “el Módulo de Rotura es cerca del 10% al 20% de la resistencia a compresión”. El módulo de Rotura se puede utilizar cuando no se disponga de ensayos de flexión, la ecuación que recomienda el Comité Europeo del Concreto, es la siguiente:

Ecuación 5.

Ecuación de la Relación del Módulo de rotura y la resistencia a la compresión.

$$MR = K\sqrt{f'c}$$

Donde:

MR= Modulo de rotura del concreto en kg/cm²

f'c= Resistencia a la compresión del concreto en kg/cm²

K= Valor que varía entre 2 y 2.7 (Comité Europeo del Concreto recomienda 2.5 y el ACI 2)

Cabe resaltar que la correlación no guarda una relación con la edad y el tipo de agregado empleado, es decir es válida para cualquier tipo de mezcla.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados del tratamiento y análisis de la información

Se diseñó un concreto con un $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ utilizando el método ACI 211 ya que es el más utilizado en el Perú y a nivel mundial, este se basa directamente en tablas que se rigen bajo el principio del módulo de fineza y emplea agregados que cumplen con las ASTM C-33 donde se establecen los límites de sustancias nocivas o perjudiciales de los agregados en el concreto. De acuerdo a los ensayos realizados a los agregados, notamos que el agregado fino tiene un módulo de finura de 3.03, lo que ingresa dentro de los rangos permitidos según el cuadro límite de sustancias nocivas que tiene como rango $2.3 < MF < 3.1$ y cumple con las especificaciones técnicas de la norma NTP 400.012; para el contenido de humedad nos regimos a la norma NTP 339.185 que el agregado fino debe contener como máximo un 8 %, según nuestro ensayo realizado el resultado obtenido es de un 0.3 % lo que nos indica que se encuentra dentro del parámetro propuesto por la norma, de la misma manera para el agregado grueso, la norma propone un máximo de 4 % y los resultados obtenidos fueron de un 0.2 %, es decir los dos agregados cumplen con lo establecido inicialmente.

4.1.1. Resultados de trabajabilidad de un concreto $f'c=210$ kg/cm² con la adición de fibras de estopa de coco y penca de tuna en proporciones combinadas de 1.5% y 2.0% en ambos aditivos.

Mediante la prueba del SLUMP se busca definir el tipo de asentamiento que presentan los concretos en estado fresco, buscando de forma ideal que este se encuentre en un rango de 3" a 4" que denota una consistencia plástica según lo establece la norma ASTM C 143 y NTP 339.035, en base a este concepto se obtuvieron los siguientes resultados mostrados en la tabla 25 donde se comparan las variaciones del tratamiento control, es decir el concreto sin adiciones, con los tratamientos con porcentajes de adición de fibras de estopa de coco y penca de tuna al 1.5 % y 2.0 % de forma alternada.

Tabla 25. Resultados del asentamiento de concreto del tratamiento control y demás tratamientos con adiciones de fibras de estopa de coco y penca de tuna en proporciones combinadas

TRATAMIENTO	SLUMP	VARIACIÓN
To = Diseño patrón ($f'c=210\text{Kg/cm}^2$)	3.5	0.0%
T1= To + Fibra de coco 1.5% + Penca de tuna 1.5%	2.5	28.57%
T2= To + Fibra de coco 2.0% + Penca de tuna 1.5%	2	42.86%
T3= To + Fibra de coco 1.5% + Penca de tuna 2.0%	1.5	57.14%
T4= To + Fibra de coco 2.0 % + Penca de tuna 2.0%	1	71.43%

En esta tabla se puede observar que el diseño patrón se encuentra en el intervalo del tipo plastificado en un rango de 3" a 4" como menciona la tabla de consistencia y asentamientos especificados para el diseño de mezcla ACI, siendo el resultado de 3.5" cumpliendo con lo especificado en el diseño de mezcla; a diferencia de los tratamientos adicionados que muestran una consistencia seca ubicándose dentro del rango de 0" a 2", obteniéndose como resultados 2", 1.5" y 1", para los tratamientos T2, T3 y T4 respectivamente; por su parte el T1 muestra una consistencia semi plástica siendo esta de 2.5" pudiendo ser trabajable de acuerdo al uso que se le dé en obra.

De acuerdo a los parámetros encontrados en la NTP 339.114 - ASTM C 94 / C94M, que se muestran en la tabla 10, se cuenta con diseños de SLUMP de 3.5", 2.5" y 2" que se consideran tolerantes ± 1 " lo cual es aceptable para los tratamientos T0, T1 y T2 respectivamente; a diferencia de los tratamientos T3 y T4 que sobrepasan los límites permisibles.

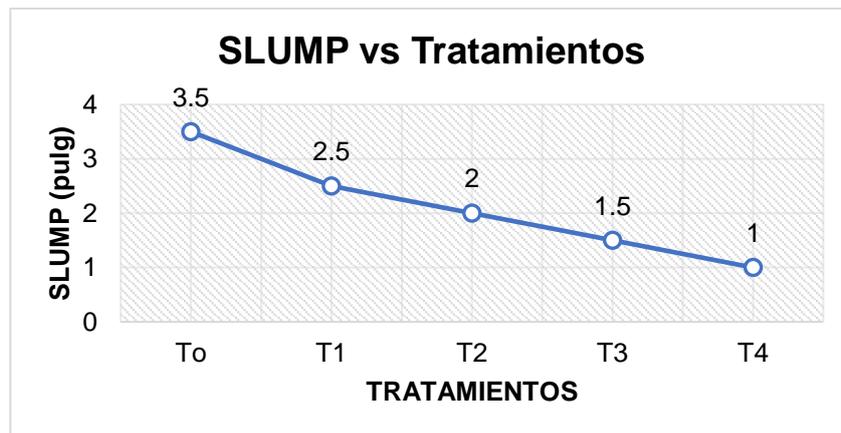


Figura 61. SLUMP vs Tratamientos

La figura 61 muestra una relación directamente proporcional; ya que, el incremento de aditivos naturales tales como la estopa de coco y penca de tuna producen una disminución desfavorable en el asentamiento.

4.1.2. Resultados de la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² con la adición de fibra de estopa de coco al 1.5 % - 2 % y la penca de tuna al 1.5 % - 2 % en proporción respecto al peso del cemento.

Se presentan los resultados luego de aplicar una carga de compresión axial a los cilindros de concreto a una velocidad continua hasta la falla; de acuerdo a la NTP 339.034 - 2015. La resistencia a la compresión fue calculada dividiendo la carga máxima lograda en el ensayo, entre el área de la sección transversal del espécimen; dichos valores están en función al tamaño, forma, dosificación, proceso de mezclado, edad, temperatura, moldeo, elaboración y las condiciones de humedad durante el curado.

Se presentan los resultados luego de aplicar una carga de compresión axial a los cilindros de concreto a una velocidad continua hasta la falla; de acuerdo a la NTP 339.034 - 2015. La resistencia a la compresión fue calculada dividiendo la carga

máxima lograda en el ensayo, entre el área de la sección transversal del espécimen; dichos valores están en función al tamaño, forma, dosificación, proceso de mezclado, edad, temperatura, moldeo, elaboración y las condiciones de humedad durante el curado.

- Comportamiento de la resistencia a la compresión de un concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ – del tratamiento control.

Tabla 26. Resumen de promedios de la resistencia a la compresión del tratamiento control a los días de rotura

PORCENTAJE DE ADICIÓN	DÍA DE ROTURA	TESTIGO	CARGA ÚLTIMA (Kgf)	DIÁMETRO PROMEDIO (cm ²)	RESISTENCIA (Kgf/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (Kgf/cm ²)	Cv
T0 - 0% DE ADICIÓN	7 DÍAS	Testigo 1	32293	14.7	190.276	194.593	1.92
		Testigo 2	33394	14.7	196.763		
		Testigo 3	33390	14.7	196.740		
	14 DÍAS	Testigo 1	40111	14.7	236.341	236.198	1.14
		Testigo 2	40529	14.7	238.804		
		Testigo 3	39620	14.7	233.448		
	28 DÍAS	Testigo 1	44891	14.7	264.506	264.028	0.91
		Testigo 2	44367	14.7	261.418		
		Testigo 3	45172	14.7	266.161		

Tabla 27. Resumen de promedios de % de resistencia a la compresión en función al $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y resistencia mínima esperada del T0 – 0% de adición

PORCENTAJE DE ADICIÓN	DÍA DE ROTURA	RESISTENCIA PROMEDIO (Kgf/cm ²)	RESISTENCIA MÍNIMA ESPERADA (Kgf/cm ²)	% DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$
T0 - 0% DE ADICIÓN	7 DÍAS	194.593	147	92.66%
	14 DÍAS	236.198	184	112.48%
	28 DÍAS	264.028	210	125.73%

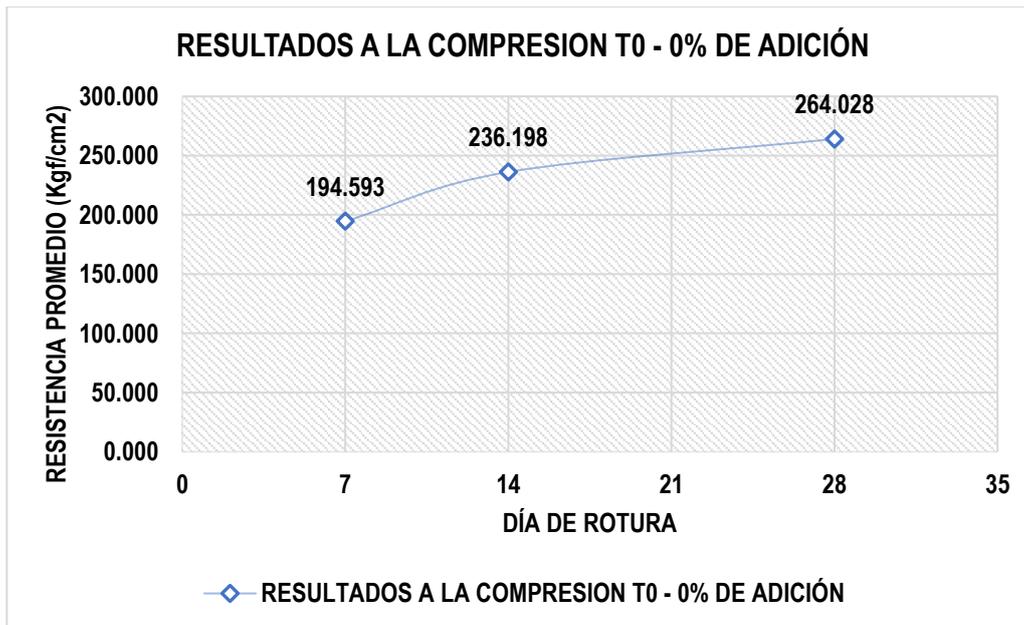


Figura 62. Gráfica lineal de la resistencia a la compresión del tratamiento T0 – tratamiento control

En la figura 62, se observa el comportamiento normal de un concreto convencional ya que la resistencia a la compresión del T0 (muestra patrón sin adición de fibra y penca) es superior a los valores mínimos esperados de acuerdo a la edad de ruptura tal como se observa en la tabla 27 y se puede interpretar que los valores de la resistencia del concreto tienen tendencia creciente en función al tiempo, siendo el valor promedio obtenido a los 28 días de 264 kg/cm² que es superior en 25.73 % a la resistencia de diseño ($f'c=210$ kg/cm²).

- Comportamiento de la resistencia a la compresión de un concreto $f'c=210$ kg/cm² con la adición de estopa de coco y penca de tuna en proporciones de 1.5% y 1.5% del peso del cemento.

Tabla 28. Resumen de promedios de porcentajes de adición del 1.5 % de estopa de coco y 1.5 % de penca de tuna

PORCENTAJE DE ADICIÓN	DÍA DE ROTURA	TESTIGO	CARGA ÚLTIMA (Kgf)	DIÁMETRO PROMEDIO (cm ²)	RESISTENCIA (Kgf/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (Kgf/cm ²)	Cv
T1 - 1.5% FIBRA DE COCO - 1.5% PENCA DE TUNA	7 DÍAS	Testigo 1	35311	14.7	208.059	205.075	2.52
		Testigo 2	35311	14.7	208.059		
		Testigo 3	33792	14.7	199.108		
	14 DÍAS	Testigo 1	40653	14.7	239.534	243.899	1.55
		Testigo 2	41759	14.7	246.051		
		Testigo 3	41769	14.7	246.110		
	28 DÍAS	Testigo 1	46519	14.7	274.098	281.080	2.27
		Testigo 2	47955	14.7	282.559		
		Testigo 3	48638	14.7	286.583		

Tabla 29. Resumen de promedios de % de resistencia a la compresión en función al $f'c=210$ kg/cm² y resistencia mínima esperada del T1 – 1.5 % de estopa de coco y 1.5 % de penca de tuna

PORCENTAJE DE ADICIÓN	DÍA DE ROTURA	RESISTENCIA PROMEDIO (Kgf/cm ²)	RESISTENCIA MÍNIMA ESPERADA (Kgf/cm ²)	% DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN F'c=210 kg/cm ²
T1 - 1.5% FIBRA DE COCO - 1.5% PENCA DE TUNA	7 DÍAS	205.075	147	97.65%
	14 DÍAS	243.899	184	116.14%
	28 DÍAS	281.080	210	133.85%

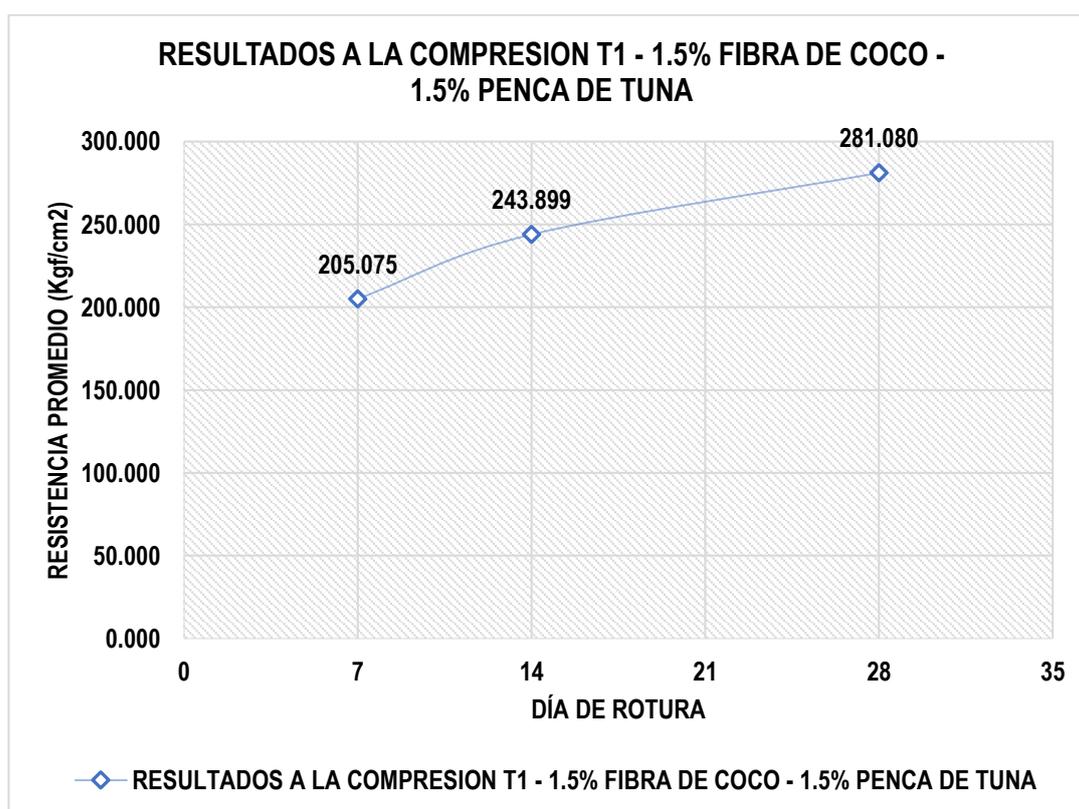


Figura 63. Grafica lineal de la resistencia a la compresión con adición de 1.5% de estopa de coco y 1.5% de penca de tuna en función a los días de rotura

En la figura 63, se observa también el comportamiento normal del concreto; ya que, la resistencia a la compresión del tratamiento T1 (muestra con adición de 1.5% de estopa de coco y 1.5% de penca de tuna) es superior a los valores mínimos esperados de acuerdo a la edad de ruptura tal como se observa en la tabla 29 y se puede interpretar que los valores de la resistencia del concreto tienen tendencia creciente en función al tiempo, siendo el valor promedio obtenido a los 28 días de 281 kg/cm² superior en 33.85% a la resistencia de diseño ($f'c=210$ kg/cm²).

- Comportamiento de la resistencia a la compresión de un concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con la adición de estopa de coco y penca de tuna en proporciones de 1.5 % y 2.0 % del peso del cemento

Tabla 30. Resumen de promedios de porcentajes de adición del 1.5 % de estopa de coco y 2.0 % de penca de tuna

PORCENTAJE DE ADICIÓN	DÍA DE ROTURA	TESTIGO	CARGA ÚLTIMA (Kgf)	DIÁMETRO PROMEDIO (cm ²)	RESISTENCIA (Kgf/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (Kgf/cm ²)	Cv
T2 - 1.5% FIBRA DE COCO - 2.0% PENCA DE TUNA	7 DÍAS	Testigo 1	39489	14.7	232.676	239.880	3.94
		Testigo 2	40120	14.7	236.394		
		Testigo 3	42526	14.7	250.571		
	14 DÍAS	Testigo 1	45220	14.7	266.444	268.214	1.16
		Testigo 2	46131	14.7	271.812		
		Testigo 3	45210	14.7	266.385		
	28 DÍAS	Testigo 1	51174	14.7	301.526	303.704	2.37
		Testigo 2	52906	14.7	311.731		
		Testigo 3	50551	14.7	297.855		

Tabla 31. Resumen de promedios de % de resistencia a la compresión en función al $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y resistencia mínima esperada del T2 – 1.5 % de estopa de coco y 2.0 % de penca de tuna en función a los días de rotura

PORCENTAJE DE ADICIÓN	DÍA DE ROTURA	RESISTENCIA PROMEDIO (Kgf/cm ²)	RESISTENCIA MÍNIMA ESPERADA (Kgf/cm ²)	% DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$
T2 - 1.5% FIBRA DE COCO - 2.0% PENCA DE TUNA	7 DÍAS	239.880	147	114.23%
	14 DÍAS	268.214	184	127.72%
	28 DÍAS	303.704	210	144.62%

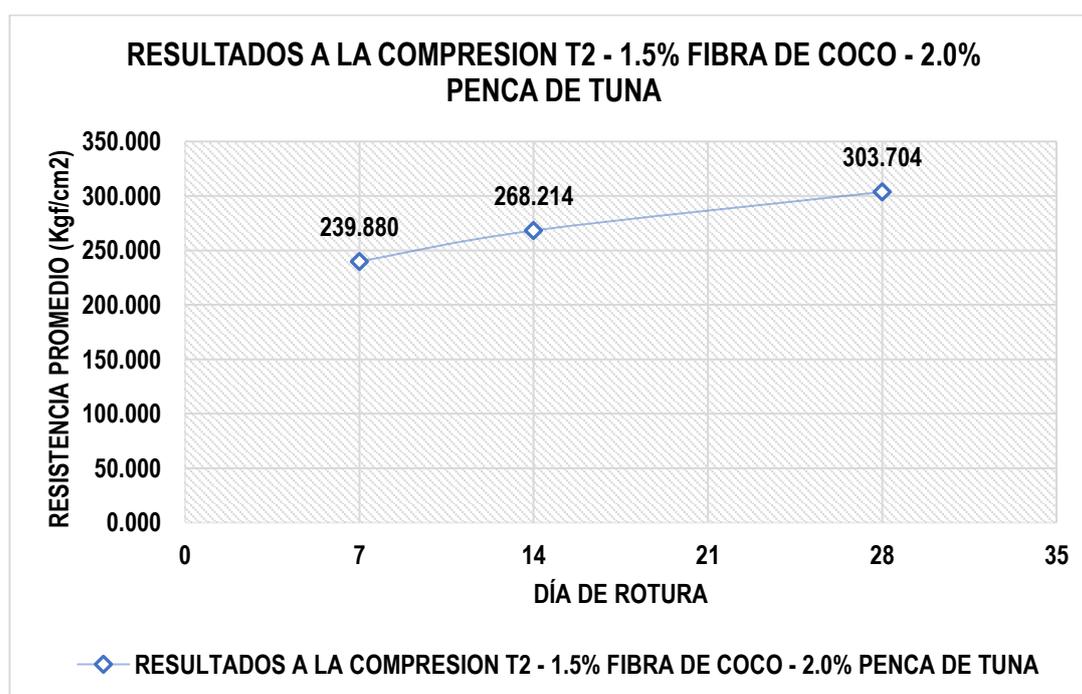


Figura 64. Grafica lineal de la resistencia a la compresión con adición de 1.5% de estopa de coco y 2.0% de penca de tuna en función a los días de rotura

En la figura 64, de igual manera se observa el comportamiento normal del concreto ya que la resistencia a la compresión para el T2 (muestra con adición de 1.5 % de estopa de coco y 2.0 % de penca de tuna) es superior a los valores mínimos esperados de acuerdo a la edad de ruptura y mayores a la resistencia de diseño ($f'c=210 \text{ kg/cm}^2$) tal como se observa en la tabla 31 y se interpreta que los valores de la resistencia del concreto tienen tendencia creciente en función al tiempo, siendo el valor promedio obtenido para los 7 días de 240 kg/cm^2 superior en 14.23 % a la resistencia de diseño y para los 28 días de 304 kg/cm^2 superior en 44.62 % a la resistencia de diseño.

- Comportamiento de la resistencia a la compresión de un concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con la adición de estopa de coco y penca de tuna en proporciones de 2.0 % y 1.5 % del peso del cemento

Tabla 32. Resumen de promedios de porcentajes de adición del 2.0% de estopa de coco y 1.5% de penca de tuna

PORCENTAJE DE ADICIÓN	DÍA DE ROTURA	TESTIGO	CARGA ÚLTIMA (Kgf)	DIÁMETRO PROMEDIO (cm ²)	RESISTENCIA (Kgf/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (Kgf/cm ²)	Cv
T3 - 2.0% FIBRA DE COCO - 1.5% PENCA DE TUNA	7 DÍAS	Testigo 1	45962	14.7	270.816	268.475	1.43
		Testigo 2	44812	14.7	264.040		
		Testigo 3	45920	14.7	270.569		
	14 DÍAS	Testigo 1	47975	14.7	282.677	287.196	1.82
		Testigo 2	48536	14.7	285.982		
		Testigo 3	49715	14.7	292.929		
	28 DÍAS	Testigo 1	54210	14.7	319.415	319.201	0.39
		Testigo 2	54364	14.7	320.322		
		Testigo 3	53947	14.7	317.865		

Tabla 33. Resumen de promedios de % de resistencia a la compresión en función al $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y resistencia mínima esperada del T3 – 2.0% de estopa de coco y 1.5% de penca de tuna en función a los días de rotura

PORCENTAJE DE ADICIÓN	DÍA DE ROTURA	RESISTENCIA PROMEDIO (Kgf/cm ²)	RESISTENCIA MÍNIMA ESPERADA (Kgf/cm ²)	% DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$
T3 - 2.0% FIBRA DE COCO - 1.5% PENCA DE TUNA	7 DÍAS	268.475	147	127.85%
	14 DÍAS	287.196	184	136.76%
	28 DÍAS	319.201	210	152.00%

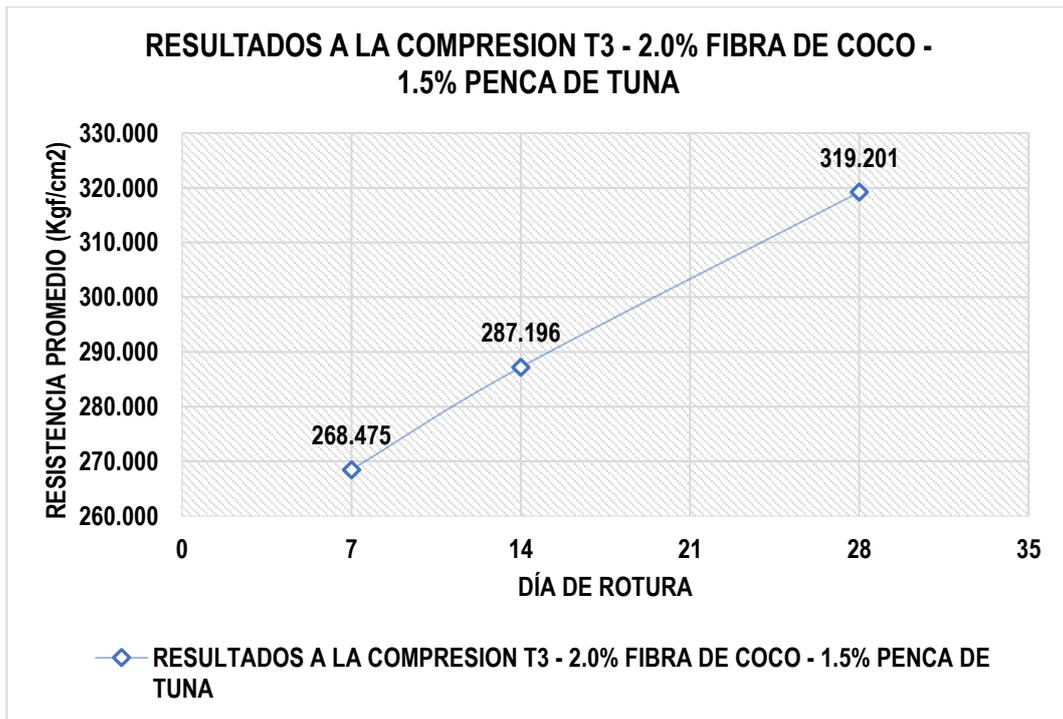


Figura 65. Gráfica lineal de la resistencia a la compresión con adición de 2.0 % de estopa de coco y 1.5 % de penca de tuna en función a los días de rotura

En la figura 65, se observa también el comportamiento normal del concreto; ya que, la resistencia a la compresión en el tratamiento T3 (muestra con adición de 2.0 % de estopa de coco y 1.5 % de penca de tuna) es superior a los valores mínimos esperados de acuerdo a la edad de ruptura y mayores a la resistencia de diseño ($f'c=210 \text{ kg/cm}^2$) tal como se observa en la tabla 33 y se interpreta que los valores de la resistencia del concreto tienen tendencia creciente en función al tiempo, siendo el valor promedio obtenido para los 7 días de 268 kg/cm^2 superior en 27.85 % y para los 28 días de 319 kg/cm^2 superior en 52.00 % a la resistencia de diseño en ambos casos, siendo este el tratamientos con el que se obtiene valores más altos para la resistencia a la compresión.

- Comportamiento de la resistencia a la compresión de un concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con la adición de estopa de coco y penca de tuna en proporciones de 2.0 % y 2.0 % del peso del cemento.

Tabla 34. Resumen de promedios de porcentajes de adición del 2.0 % de estopa de coco y 2.0 % de penca de tuna

PORCENTAJE DE ADICIÓN	DÍA DE ROTURA	TESTIGO	CARGA ÚLTIMA (Kgf)	DIÁMETRO PROMEDIO (cm ²)	RESISTENCIA (Kgf/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (Kgf/cm ²)	Cv
T4 - 2.0% FIBRA DE COCO - 2.0% PENCA DE TUNA	7 DÍAS	Testigo 1	33194	14.7	195.585	186.752	4.40
		Testigo 2	30439	14.7	179.352		
		Testigo 3	31452	14.7	185.321		
	14 DÍAS	Testigo 1	39885	14.7	235.009	234.815	0.21
		Testigo 2	39916	14.7	235.192		
		Testigo 3	39755	14.7	234.243		
	28 DÍAS	Testigo 1	47521	14.7	280.002	278.199	0.85
		Testigo 2	46763	14.7	275.536		
		Testigo 3	47361	14.7	279.059		

Tabla 35. Resumen de promedios de % de resistencia a la compresión en función al $f'c=210$ kg/cm² y resistencia mínima esperada del del T4 – 2.0 % de estopa de coco y 2.0 % de penca de tuna en función a los días de rotura

PORCENTAJE DE ADICIÓN	DÍA DE ROTURA	RESISTENCIA PROMEDIO (Kgf/cm ²)	RESISTENCIA MÍNIMA ESPERADA (Kgf/cm ²)	% DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN $F'c=210$ kg/cm ²
T4 - 2.0% FIBRA DE COCO - 2.0% PENCA DE TUNA	7 DÍAS	186.752	147	88.93%
	14 DÍAS	234.815	184	111.82%
	28 DÍAS	278.199	210	132.48%

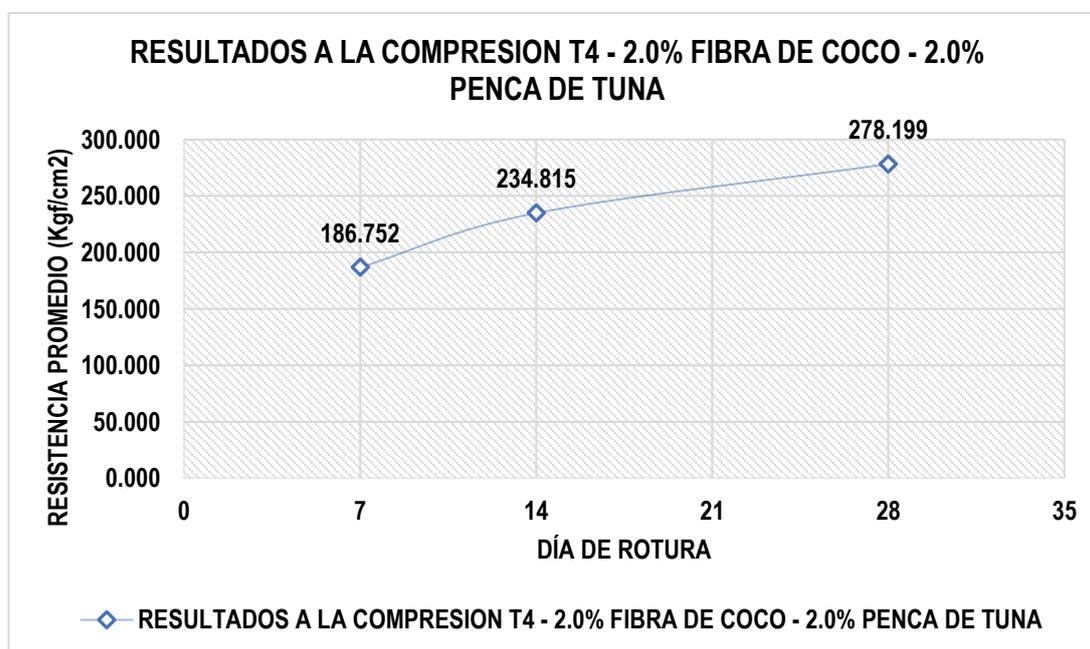


Figura 66. Gráfica lineal de la resistencia a la compresión con adición de 2.0% de estopa de coco y 2.0% de penca de tuna en función a los días de rotura.

En la figura 66, de igual forma se observa también un comportamiento normal del concreto; ya que, la resistencia a la compresión en el T4 (muestra con adición de 2.0 % de estopa de coco y 2.0 % de penca de tuna) es superior a los valores mínimos

esperados de acuerdo a la edad de ruptura tal como se observa en la tabla 35 y se puede interpretar que los valores de la resistencia del concreto tienen tendencia creciente en función al tiempo, siendo el valor promedio obtenido para los 28 días de 281 kg/cm² superior en 33.85 % a la resistencia de diseño ($f'_c=210$ kg/cm²).

- Comportamiento de la resistencia a la compresión de testigos de concreto con la adición de fibras de estopa de coco y penca de tuna en 1.5% - 2.0% en combinación a través del tiempo.

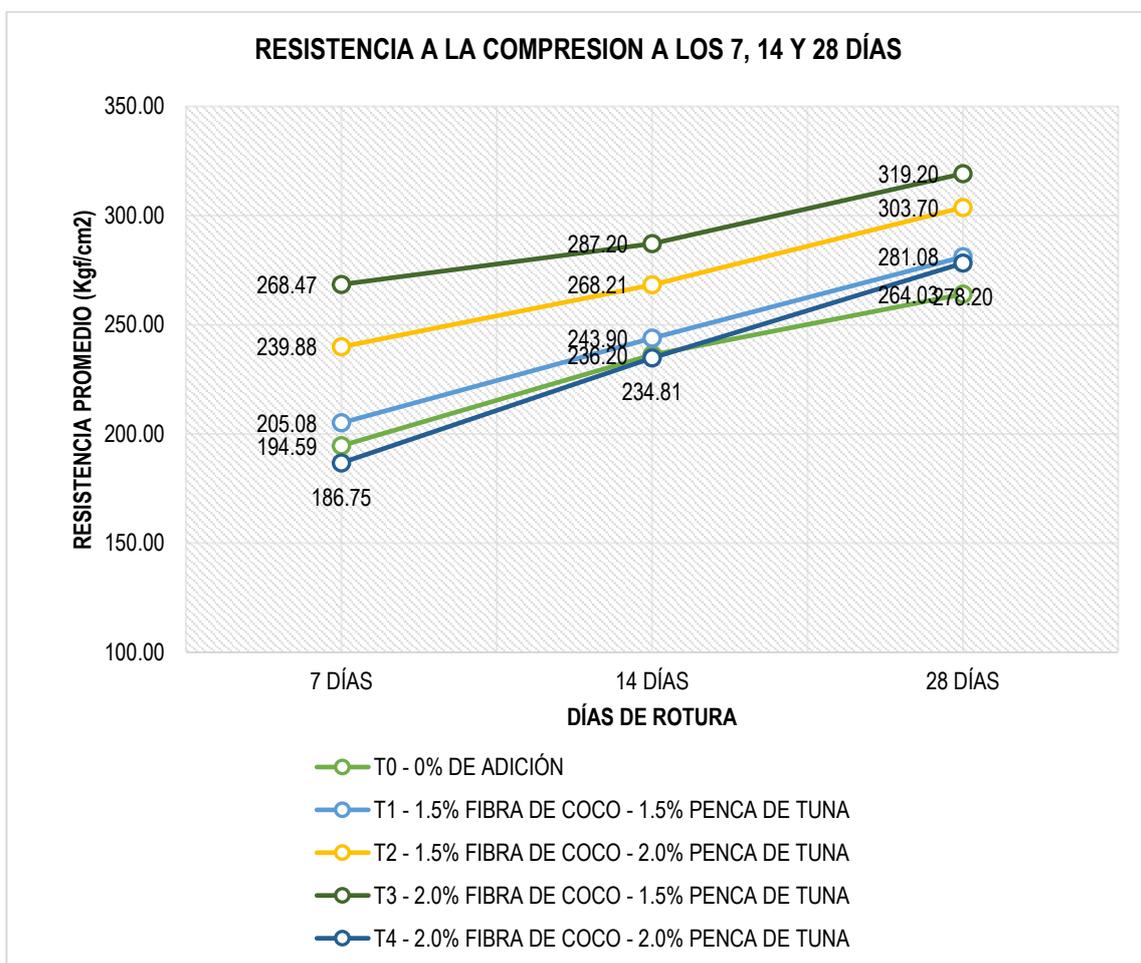


Figura 67. Gráfica lineal de la resistencia a la compresión con adición de 1.5% - 2.0% de estopa de coco y 1.5% - 2.0% de penca de tuna en función a los días de rotura

Se observa en la figura 67 que en todos los tratamientos la resistencia a la compresión tiene tendencia creciente en función al tiempo y que a partir de los 14 días se obtuvieron valores mayores a la resistencia de diseño. Se puede apreciar que respecto a los tratamientos con adiciones el T3 muestra mejores resultados en todas las edades y el T4 muestra resultados menos favorables a los 7 y 14 días, pero es

igual de efectivo que los demás tratamientos a los 28 días, donde estos muestran valores mayores al T0 (muestra patrón) evidenciando que las adiciones de estopa de coco (1.5 - 2) % y penca de tuna (1.5 - 2) % contribuyen a mejorar la propiedad de resistencia a la compresión del concreto.

- Comportamiento de la resistencia a la compresión de testigos de concreto a los 7 días con adiciones de 0 %, 1.5 % - 2.0 % en combinaciones

Tabla 36. Influencia de la adición estopa de coco y penca de tuna en porcentajes de 2.0 % - 1.5 % en la resistencia a la compresión a los 7 días de madurez

PORCENTAJE DE ADICIÓN	TESTIGO	CARGA ÚLTIMA (Kgf)	RESISTENCIA (Kgf/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (Kgf/cm ²)	Cv
T0	Testigo 1	32293	190.276	194.593	1.92
	Testigo 2	33394	196.763		
	Testigo 3	33390	196.740		
T1	Testigo 1	35311	208.059	205.075	2.52
	Testigo 2	35311	208.059		
	Testigo 3	33792	199.108		
T2	Testigo 1	39489	232.676	239.880	3.94
	Testigo 2	40120	236.394		
	Testigo 3	42526	250.571		
T3	Testigo 1	45962	270.816	268.475	1.43
	Testigo 2	44812	264.040		
	Testigo 3	45920	270.569		
T4	Testigo 1	33194	195.585	186.752	4.40
	Testigo 2	30439	179.352		
	Testigo 3	31452	185.321		

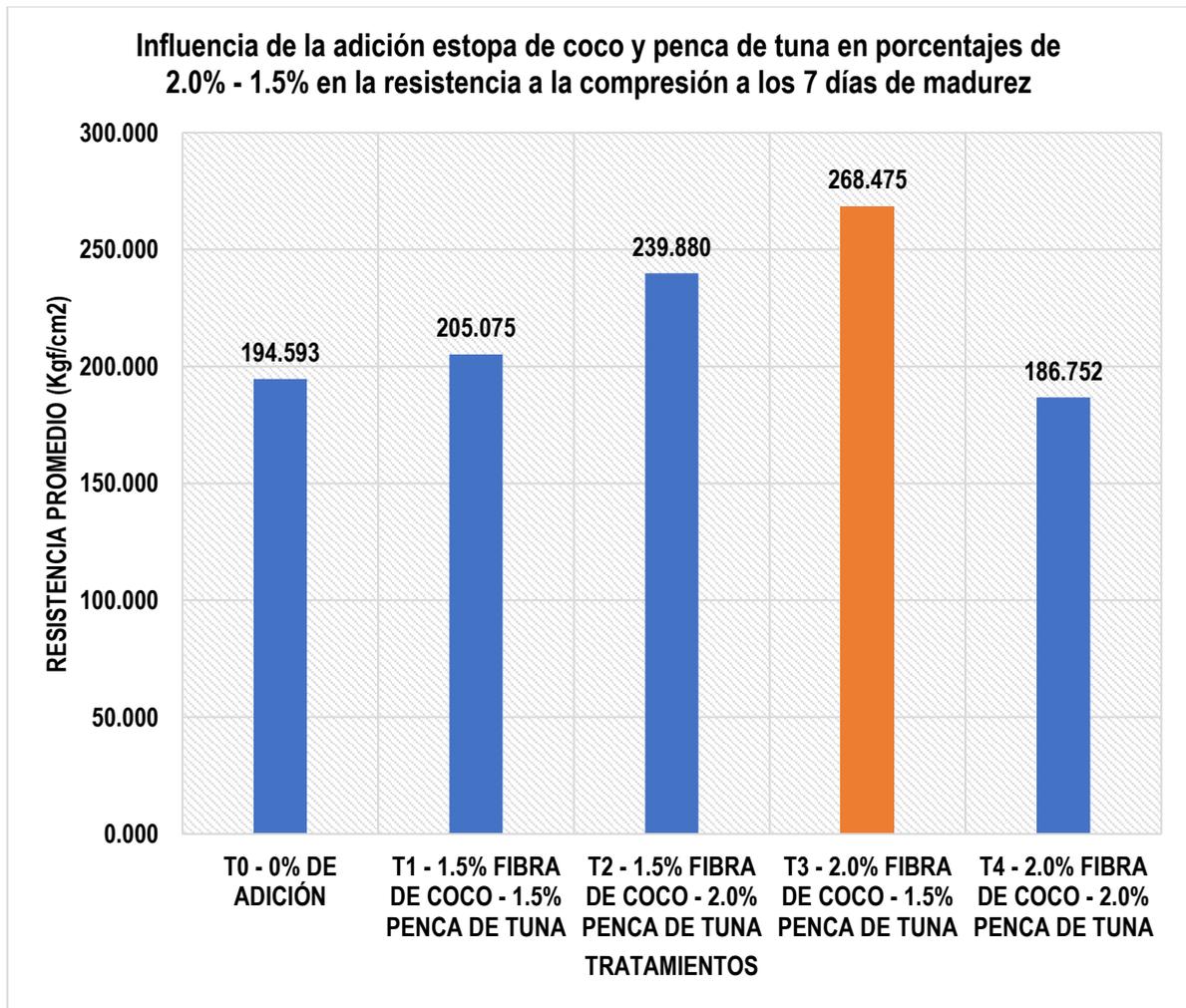


Figura 68. Influencia de la adición estopa de coco y penca de tuna en porcentajes de 2.0 % - 1.5 % en la resistencia a la compresión en testigos cilíndricos a los 7 días de madurez

En la figura 68 se observa que a la edad de siete días se obtuvieron valores de 195, 205, 240, 268 y 186 kg/cm² para los tratamientos T0, T1, T2, T3 y T4 respectivamente siendo el T3 que obtuvo la resistencia más alta siendo superior en 37.97 % a la muestra patrón y el T4 logró el valor menor de resistencia que fue superado por la muestra patrón en 4.03 % tal como se observa en la tabla 36.

- Comportamiento de la resistencia a la compresión de testigos de concreto a los 14 días con adiciones de 0 %, 1.5% - 2.0 % en combinaciones

Tabla 37. Influencia de la adición estopa de coco y penca de tuna en porcentajes de 2.0 % - 1.5 % en la resistencia a la compresión a los 14 días de madurez

PORCENTAJE DE ADICIÓN	TESTIGO	CARGA ÚLTIMA (Kgf)	RESISTENCIA (Kgf/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (Kgf/cm ²)	Cv
T0	Testigo 1	40111	236.341	236.198	1.14
	Testigo 2	40529	238.804		
	Testigo 3	39620	233.448		
T1	Testigo 1	35311	239.534	243.899	1.55
	Testigo 2	35311	246.051		
	Testigo 3	33792	246.110		
T2	Testigo 1	39489	266.444	268.214	1.16
	Testigo 2	40120	271.812		
	Testigo 3	42526	266.385		
T3	Testigo 1	47975	282.677	287.196	1.82
	Testigo 2	48536	285.982		
	Testigo 3	49715	292.929		
T4	Testigo 1	39885	235.009	234.815	0.21
	Testigo 2	39916	235.192		
	Testigo 3	39755	234.243		

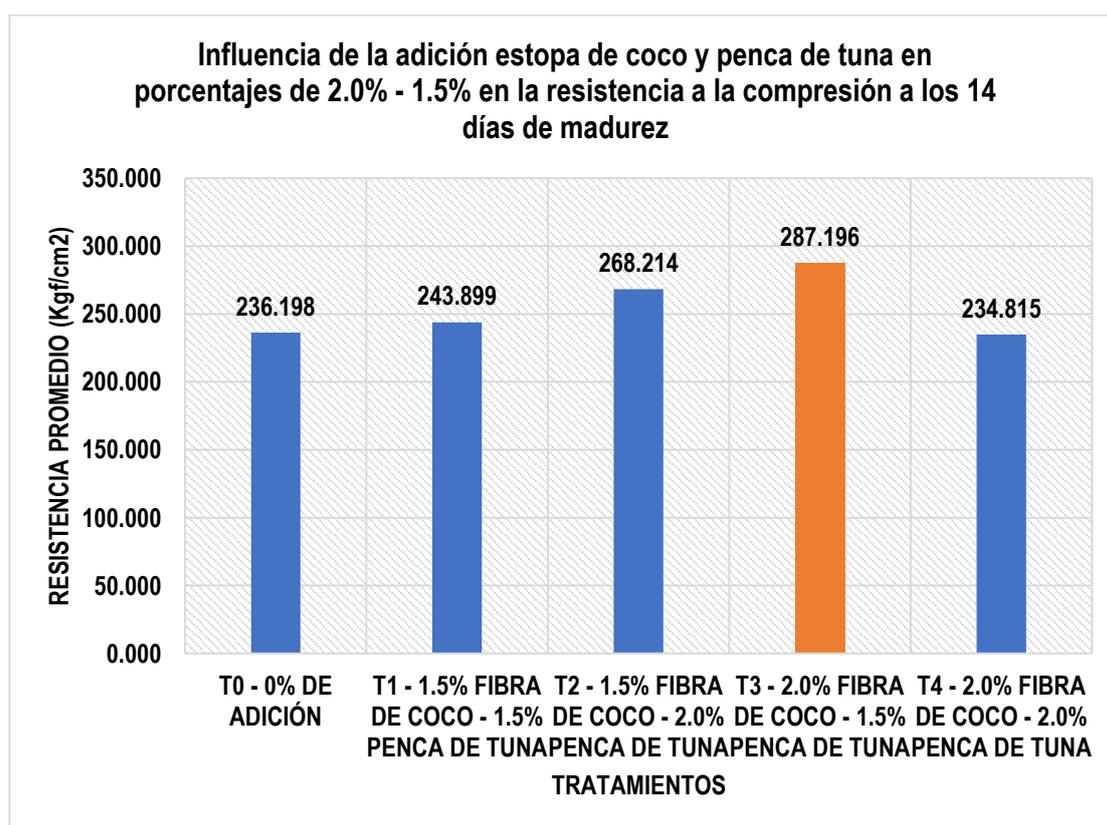


Figura 69. Influencia de la adición estopa de coco y penca de tuna en porcentajes de 2.0 % - 1.5 % en la resistencia a la compresión en testigos cilíndricos a los 14 días de madurez.

En la figura 69 se observa que a la edad de catorce días se obtuvieron valores de 236, 244, 268, 287 y 235 kg/cm² para los tratamientos T0, T1, T2, T3 y T4

respectivamente los cuales son mayores a la resistencia de diseño ($f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$). El T3 que obtuvo la resistencia más alta siendo superior en 21.59 % a la muestra patrón y el T4 logró el valor menor de resistencia que fue superado por la muestra patrón en 0.59 % tal como se observa en la tabla 39.

- Comportamiento de la resistencia a la compresión de testigos de concreto a los 28 días con adiciones de 0 %, 1.5% - 2.0 % en combinaciones

Tabla 38. Influencia de la adición estopa de coco y penca de tuna en porcentajes de 2.0 % - 1.5 % en la resistencia a la compresión a los 28 días de madurez

PORCENTAJE DE ADICIÓN	TESTIGO	CARGA ÚLTIMA (Kgf)	RESISTENCIA (Kgf/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (Kgf/cm ²)	Cv
T0	Testigo 1	44891	264.506	264.028	0.91
	Testigo 2	44367	261.418		
	Testigo 3	45172	266.161		
T1	Testigo 1	46519	274.098	281.080	2.27
	Testigo 2	47955	282.559		
	Testigo 3	48638	286.583		
T2	Testigo 1	51174	301.526	303.704	2.37
	Testigo 2	52906	311.731		
	Testigo 3	50551	297.855		
T3	Testigo 1	54210	319.415	319.201	0.39
	Testigo 2	54364	320.322		
	Testigo 3	53947	317.865		
T4	Testigo 1	47521	280.002	278.199	0.85
	Testigo 2	46763	275.536		
	Testigo 3	47361	279.059		

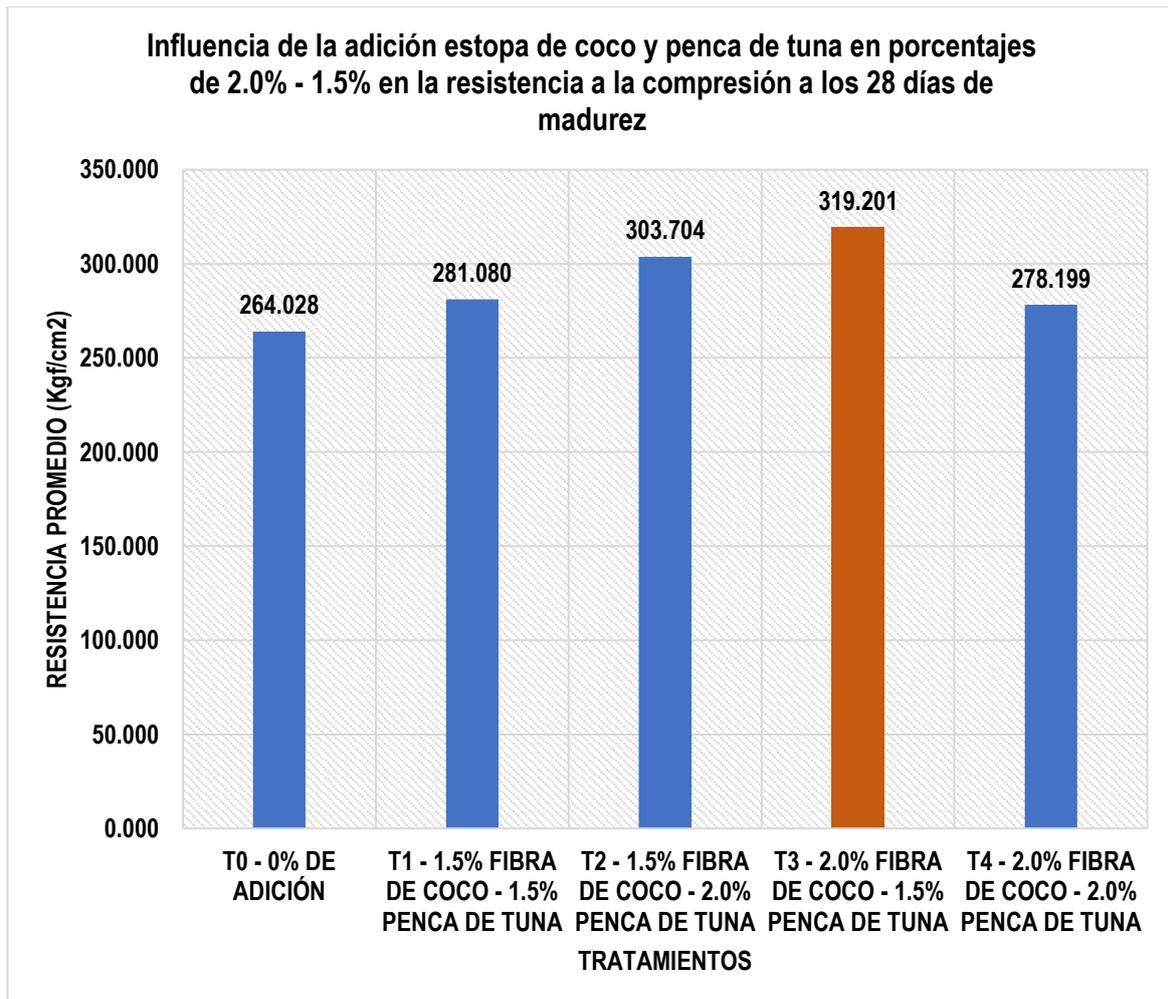


Figura 70. Influencia de la adición estopa de coco y penca de tuna en porcentajes de 2.0% - 1.5% en la resistencia a la compresión en testigos cilíndricos a los 28 días de madurez

En la figura 70 se observa que a la edad de veintiocho días se obtuvieron valores de 264, 281, 304, 319 y 278 kg/cm² para los tratamientos T0, T1, T2, T3 y T4 respectivamente; los cuales son favorablemente mayores a la resistencia de diseño ($f'c=210$ kg/cm²). El T3 obtuvo la resistencia más alta siendo superior en 20.90 % a la muestra patrón y el T4 logró el valor menor de resistencia respecto a los tratamientos con adición que también fue superior a la muestra patrón en 5.37 % tal como se observa en la tabla 39.

- Comportamiento de la resistencia a la compresión de testigos de concreto a los 7, 14 y 28 días con adiciones de 0 %, 1.5 % - 2.0 % en combinaciones

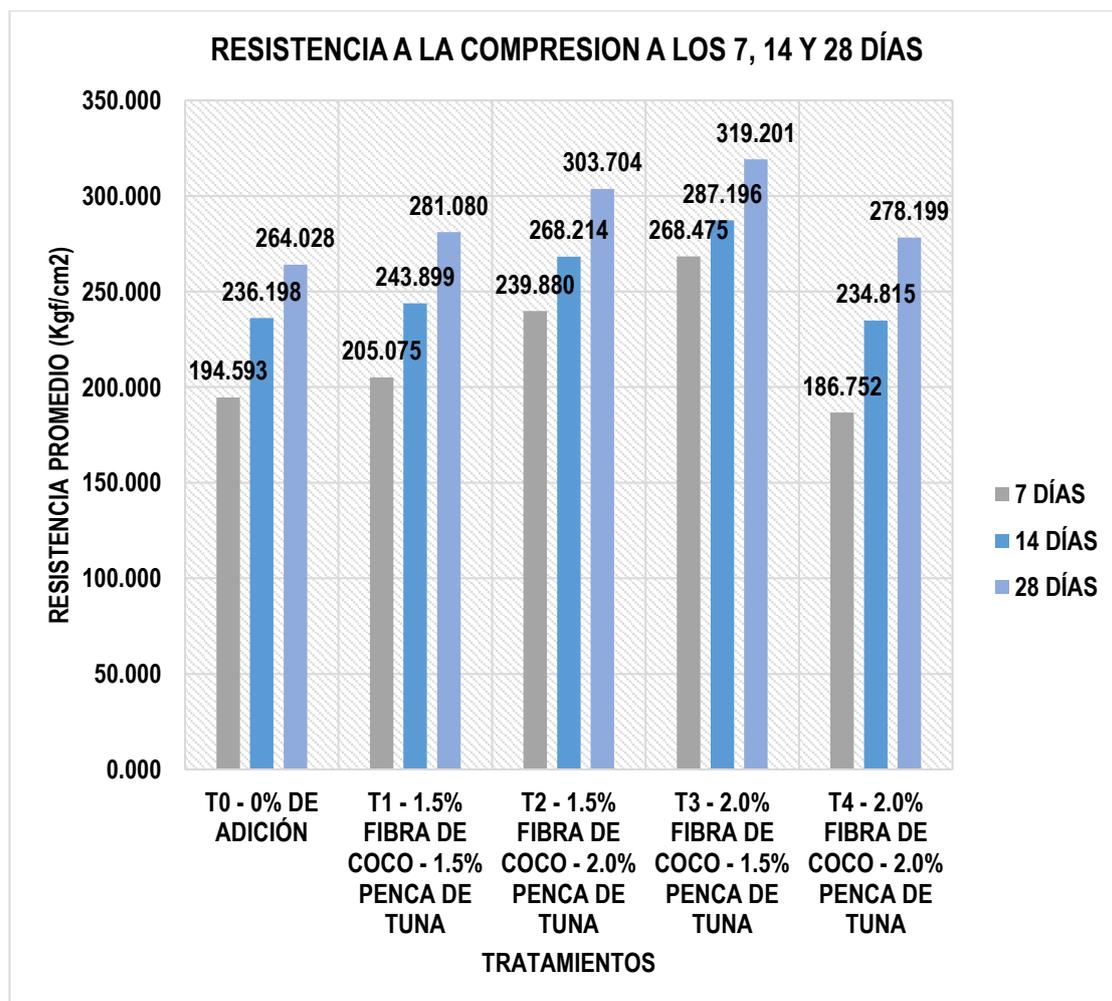


Figura 71. Influencia de la adición estopa de coco y penca de tuna en porcentajes de 2.0 % - 1.5 % en la resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días de madurez

En la figura 71 se observa que el tratamiento T3 en las edades de 7, 14 y 28 días obtuvo las resistencias más altas de 268, 287 y 319 Kg/cm² respectivamente, logrando a los 28 días un incremento en la resistencia a la compresión de 20.90 % en función al T0 de muestra patrón, por lo que se puede interpretar que al adicionar 2.0 % de fibra de coco y 1.5 % de penca de tuna se obtiene los porcentajes más óptimos de estos aditivos naturales para alcanzar mayores resistencias a fuerzas de compresión en comparación a los demás tratamientos. Respecto a los tratamientos con adición el T4 fue el que obtuvo menores valores de resistencia en todas las edades de rotura, excepto a los 28 días que sí logró superar a la muestra patrón en 5.37 % tal como se observa en la tabla 39.

Tabla 39. Comparación de la resistencia a la compresión con la muestra patrón

PORCENTAJE DE ADICIÓN	DÍAS DE ROTURA		
	7	14	28
T0 - 0% DE ADICIÓN	0.00%	0.00%	0.00%
T1 - 1.5% FIBRA DE COCO - 1.5% PENCA DE TUNA	5.39%	3.26%	6.46%
T2 - 1.5% FIBRA DE COCO - 2.0% PENCA DE TUNA	23.27%	13.55%	15.03%
T3 - 2.0% FIBRA DE COCO - 1.5% PENCA DE TUNA	37.97%	21.59%	20.90%
T4 - 2.0% FIBRA DE COCO - 2.0% PENCA DE TUNA	-4.03%	-0.59%	5.37%

4.1.3. Resultados de la resistencia a la flexión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con la adición de fibra de estopa de coco al 1.5 % - 2 % y la penca de tuna al 1.5 % - 2 % en proporción respecto al peso del cemento.

Se presentan los resultados luego de aplicar una carga en los tercios de luz de la viga hasta que se produzca la falla de acuerdo a la NTP 339.078 – 2012. El módulo de rotura se calculó según la ubicación donde sucedan las fallas, las cuales se produjeron dentro del tercio central de la luz libre. Los resultados calculados se reportan como el módulo de rotura, dichos valores están en función al tamaño, dosificación, preparación, edad, condiciones de humedad durante el curado o si la viga ha sido moldeada al tamaño requerido.

- Comportamiento de la resistencia a la flexión de un concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ – del tratamiento control.

Tabla 40. Resumen de resistencias a la flexión a los 28 días en vigueta del T0 – 0 % de adición

PORCENTAJE DE ADICIÓN	DÍA DE ROTURA	VIGUETA	Carga Última (Kgf)	Luz entre apoyos (cm)	b (cm)	d (cm)	Mod. Rup. (Kgf/cm ²)	Mod. Rup. Prom. (Kgf/cm ²)	Cv
T0 - 0% DE ADICIÓN	28 DÍAS	Vigueta 1	2874	45	15.1	15.1	37.564	37.01	1.47
		Vigueta 2	2791	45	15.1	15.1	36.479		
		Vigueta 3	2831	45	15.1	15.1	37.002		

- Comportamiento de la resistencia a la flexión de un concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con la adición de estopa de coco y penca de tuna en proporciones de 1.5% y 1.5% del peso del cemento.

Tabla 41. Resumen de resistencias a la flexión a los 28 días en viguetas del T1 con adiciones de 1.5% de estopa de coco y 1.5 % de penca de tuna

PORCENTAJE DE ADICIÓN	DÍA DE ROTURA	VIGUETA	Carga Última (Kgf)	Luz entre apoyos (cm)	b (cm)	d (cm)	Mod. Rup. (Kgf/cm ²)	Mod. Rup. Prom. (Kgf/cm ²)	Cv
T1 - 1.5% FIBRA DE COCO - 1.5% PENCA DE TUNA	28 DÍAS	Vigueta 1	3025	45	15.1	15.1	39.537	39.24	0.70
		Vigueta 2	2984	45	15.1	15.1	39.001		
		Vigueta 3	2997	45	15.1	15.1	39.171		

- Comportamiento de la resistencia a la flexión de un concreto $f'c=210$ kg/cm² con la adición de estopa de coco y penca de tuna en proporciones de 1.5 % y 2.0 % del peso del cemento.

Tabla 42. Resumen de resistencias a la flexión a los 28 días en viguetas del T2 con adiciones de 1.5 % de estopa de coco y 2.0 % de penca de tuna

PORCENTAJE DE ADICIÓN	DÍA DE ROTURA	VIGUETA	Carga Última (Kgf)	Luz entre apoyos (cm)	b (cm)	d (cm)	Mod. Rup. (Kgf/cm ²)	Mod. Rup. Prom. (Kgf/cm ²)	Cv
T2 - 1.5% FIBRA DE COCO - 2.0% PENCA DE TUNA	28 DÍAS	Vigueta 1	2912	45	15.1	15.1	38.060	38.38	4.49
		Vigueta 2	2819	45	15.1	15.1	36.845		
		Vigueta 3	3079	45	15.1	15.1	40.243		

- Comportamiento de la resistencia a la flexión de un concreto $f'c=210$ kg/cm² con la adición de estopa de coco y penca de tuna en proporciones de 2.0% y 1.5% del peso del cemento.

Tabla 43. Resumen de resistencias a la flexión a los 28 días en viguetas del T3 con adiciones de 2.0% de estopa de coco y 1.5% de penca de tuna

PORCENTAJE DE ADICIÓN	DÍA DE ROTURA	VIGUETA	Carga Última (Kgf)	Luz entre apoyos (cm)	b (cm)	d (cm)	Mod. Rup. (Kgf/cm ²)	Mod. Rup. Prom. (Kgf/cm ²)	Cv
T3 - 2.0% FIBRA DE COCO - 1.5% PENCA DE TUNA	28 DÍAS	Vigueta 1	3480	45	15.1	15.1	45.484	44.57	2.04
		Vigueta 2	3341	45	15.1	15.1	43.667		
		Vigueta 3	3410	45	15.1	15.1	44.569		

- Comportamiento de la resistencia a la flexión de un concreto $f'c=210$ kg/cm² con la adición de estopa de coco y penca de tuna en proporciones de 2.0 % y 2.0 % del peso del cemento.

Tabla 44. Resumen de resistencias a la flexión a los 28 días en viguetas del T4 con adiciones de 2.0 % de estopa de coco y 2.0 % de penca de tuna

PORCENTAJE DE ADICIÓN	DÍA DE ROTURA	VIGUETA	Carga Última (Kgf)	Luz entre apoyos (cm)	b (cm)	d (cm)	Mod. Rup. (Kgf/cm ²)	Mod. Rup. Prom. (Kgf/cm ²)	Cv
T4 - 2.0% FIBRA DE COCO - 2.0% PENCA DE TUNA	28 DÍAS	Vigueta 1	2495	45	15.1	15.1	32.610	33.45	2.22
		Vigueta 2	2580	45	15.1	15.1	33.721		
		Vigueta 3	2603	45	15.1	15.1	34.022		

- Comparación de la resistencia a la flexión de viguetas de concreto con adiciones de fibra de estopa de coco y penca de tuna de 0 %, 1.5 % - 2.0 % en combinaciones a los 28 días de madurez.

Tabla 45. Resumen de la comparación de resistencias a la flexión a los 28 días en viguetas con adiciones de 1.5-2.0 % de estopa de coco y 1.5-2.0 % de penca de tuna respecto a la muestra patrón

PORCENTAJE DE ADICIÓN	VIGUETA	CARGA ÚLTIMA (Kgf)	Mod. Rup. (Kgf/cm ²)	Mod. Rup. Prom. (Kgf/cm ²)	Incremento %	Cv
T0	Vigueta 1	2874	37.564	37.015	100%	1.47
	Vigueta 2	2791	36.479			
	Vigueta 3	2831	37.002			
T1	Vigueta 1	3025	39.537	39.237	106%	0.70
	Vigueta 2	2984	39.001			
	Vigueta 3	2997	39.171			
T2	Vigueta 1	2912	38.060	38.383	104%	4.49
	Vigueta 2	2819	36.845			
	Vigueta 3	3079	40.243			
T3	Vigueta 1	3480	45.484	44.574	120%	2.04
	Vigueta 2	3341	43.667			
	Vigueta 3	3410	44.569			
T4	Vigueta 1	2495	32.610	33.451	90%	2.22
	Vigueta 2	2580	33.721			
	Vigueta 3	2603	34.022			

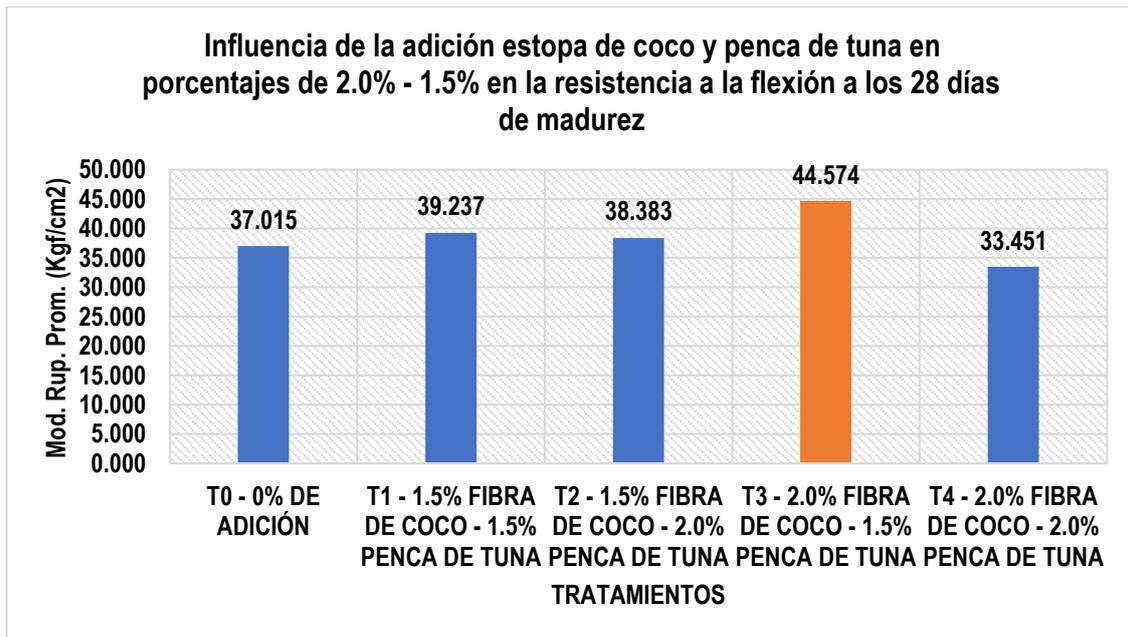


Figura 72. Comportamiento de la resistencia a la flexión de las viguetas de concreto con adiciones de fibra de estopa de coco y penca de tuna a los 28 días de madurez.

En la figura 72 se observa que a la edad de veintiocho días se obtuvieron valores de módulos de ruptura de 37.02, 39.24, 38.38, 44.57 y 33.45 kg/cm² para los tratamientos T0, T1, T2, T3 y T4 respectivamente. Y tal como se observa en la tabla 38, en comparación a la muestra patrón:

- El T3 obtuvo la resistencia a flexión más alta siendo superior en 20.00 %.
- Los tratamientos T1 y T2 obtuvieron valores mayores en 6.00 % y 4.00 % respectivamente.
- El T4 logró el menor valor de resistencia respecto a los demás tratamientos, siendo este menor en un 10.00 %.

A partir de estos resultados se puede interpretar que con el T3 donde se adiciona 2.0 % de fibra de estopa de coco y 1.5 % de penca de tuna se obtienen los porcentajes más óptimos de estos aditivos naturales para alcanzar mayores resistencias a flexión en comparación a los demás tratamientos; también se evidencia que los T1 y T2 contribuyen a mejorar la propiedad de resistencia a la tracción por flexión. Mientras que el T4 fue el tratamiento que obtuvo los menores valores de resistencia a la flexión.

- **Módulo de ruptura**

De acuerdo al ACI 318 se define como la relación lineal entre la resistencia a la flexión (f_r) y la resistencia a la compresión (f'_c), presentando valores cercanos del 10 % al 15 % cuando la viga es roturada con cargas en los puntos tercios.

Tabla 46. Relación lineal entre la resistencia a la compresión y la resistencia a la tracción por flexión

PORCENTAJES DE ADICIÓN	28 días f_r/f'_c
T0 - 0% DE ADICIÓN	0.14
T1 - 1.5% FIBRA DE COCO - 1.5% PENCA DE TUNA	0.14
T2 - 1.5% FIBRA DE COCO - 2.0% PENCA DE TUNA	0.13
T3 - 2.0% FIBRA DE COCO - 1.5% PENCA DE TUNA	0.14
T4 - 2.0% FIBRA DE COCO - 2.0% PENCA DE TUNA	0.12

En la tabla 46 se puede observar que los resultados se encuentran dentro de los límites permitidos (10-15) % obteniéndose valores entre 12 % y 14 %.

Tabla 47. Tablas de valores para la constante K a los 28 días de madurez

PORCENTAJES DE ADICIÓN	28 días $k=f_r/\sqrt{f'_c}$
T0 - 0% DE ADICIÓN	2.28
T1 - 1.5% FIBRA DE COCO - 1.5% PENCA DE TUNA	2.34
T2 - 1.5% FIBRA DE COCO - 2.0% PENCA DE TUNA	2.20
T3 - 2.0% FIBRA DE COCO - 1.5% PENCA DE TUNA	2.49
T4 - 2.0% FIBRA DE COCO - 2.0% PENCA DE TUNA	2.01

La relación potencial entre la resistencia a la flexión (f_r) calculados a la edad de 28 días para concretos de peso normal es normalmente de 1.99 a 2.65 veces la raíz cuadrada de la resistencia a la compresión (f'_c) en kilogramos por centímetros cuadrados. Por lo que se puede observar en la tabla 47 que los resultados obtenidos, se encuentran en los límites permitidos con valores entre 2.01 y 2.49 veces la raíz cuadrada de la resistencia a la compresión.

Debido a que la relación lineal (f_r/f'_c) se considera aceptable para valores de f'_c hasta de 280 kg/cm² y que para valores mayores no es recomendable asumir esta relación lineal; se puede considerar que la relación potencial ($f_r = k \sqrt{f'_c}$) se aproxima de forma más real a los resultados experimentales. Sin embargo, para ambos casos

los resultados están en los límites permitidos por lo que se estima que los valores del módulo de ruptura son correctos.

4.2. Prueba de hipótesis

Con el fin de analizar estadísticamente los resultados obtenidos a la evaluación de la influencia de la adición de fibras de estopa de coco y penca de tuna en porcentajes de 1.5 % - 2.0 % en relación al peso del cemento sobre la resistencia a la compresión y flexión de concreto, se utilizó el programa SPSS y Microsoft office Excel siendo los resultados estadísticos de los objetivos específicos planteados inicialmente los que se detallan a continuación.

- **Objetivo específico 2**

Evaluar la influencia en la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² con la adición de fibra de estopa de coco al 1.5 % - 2 % y la penca de tuna al 1.5 % - 2 % en proporción respecto al peso del cemento.

- **Hipótesis específica 2**

La adición de fibra de estopa de coco al 1.5 % - 2 % y la penca de tuna al 1.5 % - 2 % mejorará significativamente la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² Huancayo, 2021.

- **Planteamiento de la prueba de hipótesis general:**

✓ **Hipótesis nula (H0):** La adición de fibra de estopa de coco al 1.5 % - 2.0 % y penca de tuna al 1.5 % - 2 % **no mejorará** significativamente la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² Huancayo, 2021.

✓ **Hipótesis alterna (Ha):** La adición de fibra de estopa de coco al 1.5 % - 2.0 % y penca de tuna al 1.5 % - 2 % **mejorará** significativamente la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² Huancayo, 2021.

Para el análisis de la prueba de hipótesis, iniciamos con el análisis descriptivo de los resultados de los ensayos a compresión que se realizaron a los 7, 14 y 28 días de

madurez, a los que posteriormente se procederán a realizarle la prueba de normalidad y homogeneidad.

Definimos el nivel de significancia $\alpha=0.05$, que representa el porcentaje de error que se está asumiendo al realizar las pruebas.

Siguiendo con el análisis, utilizaremos los resultados de la resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días de madurez de cada tratamiento aplicado y verificaremos si existe una correlación positiva o negativa conforme pasa el tiempo, para ello se realizará un análisis de regresión lineal relacionando la variable resistencia a la compresión y los días de rotura; ello con el fin de analizar su comportamiento en el tiempo.

También se le realizará una prueba de ANOVA que nos permitirá comparar todos los tratamientos y determinar si son iguales entre sí o se ven afectadas por las dosificaciones de manera significativa; finalmente, mediante la prueba de DUNCAN o T modificado se pretende determinar cuál de los tratamientos es el más efectivo.

- **Análisis descriptivo de los ensayos a compresión en función al tiempo de madurez**

Tabla 48. Tabla de análisis descriptivo de los resultados de la resistencia a la compresión a los 7 días de madurez

		Recuento	Media	Mediana	Máximo	Mínimo	Desviación estándar
TIPO DE TRATAMIENTO	T0 - 0% DE ADICIÓN	3	194.59	196.74	196.76	190.28	3.74
	T1 - 1.5% FIBRA DE COCO - 1.5% PENCA DE TUNA	3	205.08	208.06	208.06	199.11	5.17
	T2 - 1.5% FIBRA DE COCO - 2.0% PENCA DE TUNA	3	239.88	236.39	250.57	232.68	9.44
	T3 - 2.0% FIBRA DE COCO - 1.5% PENCA DE TUNA	3	268.47	270.57	270.82	264.04	3.84
	T4 - 2.0% FIBRA DE COCO - 2.0% PENCA DE TUNA	3	186.75	185.32	195.58	179.35	8.21

Tabla 49. Tabla de análisis descriptivo de los resultados de la resistencia a la compresión a los 14 días de madurez

	Recuento	Media	Mediana	Máximo	Mínimo	Desviación estándar	
TIPO DE TRATAMIENTO	T0 - 0% DE ADICIÓN	3	236.20	236.34	238.80	233.45	2.68
	T1 - 1.5% FIBRA DE COCO - 1.5% PENCA DE TUNA	3	243.90	246.05	246.11	239.53	3.78
	T2 - 1.5% FIBRA DE COCO - 2.0% PENCA DE TUNA	3	268.21	266.44	271.81	266.39	3.12
	T3 - 2.0% FIBRA DE COCO - 1.5% PENCA DE TUNA	3	287.20	285.98	292.93	282.68	5.23
	T4 - 2.0% FIBRA DE COCO - 2.0% PENCA DE TUNA	3	234.81	235.01	235.19	234.24	0.50

Tabla 50. Tabla de análisis descriptivo de los resultados de la resistencia a la compresión a los 28 días de madurez

	Recuento	Media	Mediana	Máximo	Mínimo	Desviación estándar	
TIPO DE TRATAMIENTO	T0 - 0% DE ADICIÓN	3	264.03	264.51	266.16	261.42	2.41
	T1 - 1.5% FIBRA DE COCO - 1.5% PENCA DE TUNA	3	281.08	282.56	286.58	274.10	6.37
	T2 - 1.5% FIBRA DE COCO - 2.0% PENCA DE TUNA	3	303.70	301.53	311.73	297.86	7.19
	T3 - 2.0% FIBRA DE COCO - 1.5% PENCA DE TUNA	3	319.20	319.41	320.32	317.87	1.24
	T4 - 2.0% FIBRA DE COCO - 2.0% PENCA DE TUNA	3	278.20	279.06	280.00	275.54	2.35

De los resultados del análisis descriptivo se observa que la media de los tratamiento T1, T2 y T3 a los 7 y 14 días son mayores al tratamiento patrón T0, pero a los 28 días de madurez todos los tratamientos con adiciones son superiores al tratamiento patrón; dichos resultados a simple vista son diferentes y mediante la prueba de hipótesis definiremos si la diferencia que existe entre estas es significativa o no.

- **Pruebas de normalidad de los resultados de la resistencia a la compresión en función al tiempo de madurez.**

Existen diversos métodos para corroborar los supuestos de normalidad, entre ellos tenemos a Shapiro Wilk que se utiliza para muestras pequeñas de menos de 50 datos y la de Kolmogorov-Smirnov aplicada a muestras grandes de más de 50 datos, en nuestro caso por ser una muestra menor a 50 utilizaremos y nos centraremos en los resultados obtenidos de Shapiro Wilk, partiendo del siguiente planteamiento de hipótesis y tomando en cuenta el siguiente criterio:

✓ **Planteamiento de las hipótesis**

Ho: Los datos provienen de una distribución normal

Ha: Los datos no provienen de una distribución normal

✓ **Criterio para determinar la normalidad**

Si p-valor de la prueba $< \alpha=0.05$ entonces se rechaza la hipótesis nula Ho.

Si p-valor de la prueba $\geq \alpha=0.05$ entonces se acepta la hipótesis nula Ho.

Tabla 51. Resultados de la prueba de normalidad de los ensayos a compresión a los días de rotura

DÍAS DE ROTURA	Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
T0 - 0% DE ADICIÓN	7,00		.346	3	.837	3	.206
	14,00		.188	3	.998	3	.912
	28,00		.245	3	.970	3	.670
T1 - 1.5% FIBRA DE COCO - 1.5% PENCA DE TUNA	7,00		.365	3	.797	3	.107
	14,00		.355	3	.819	3	.161
	28,00		.258	3	.960	3	.613
T2 - 1.5% FIBRA DE COCO - 2.0% PENCA DE TUNA	7,00		.311	3	.898	3	.378
	14,00		.361	3	.807	3	.131
	28,00		.286	3	.931	3	.493
T3 - 2.0% FIBRA DE COCO - 1.5% PENCA DE TUNA	7,00		.374	3	.777	3	.061
	14,00		.258	3	.960	3	.614
	28,00		.235	3	.978	3	.714
T4 - 2.0% FIBRA DE COCO - 2.0% PENCA DE TUNA	7,00		.236	3	.977	3	.710
	14,00		.317	3	.888	3	.349
	28,00		.309	3	.900	3	.385

• **Corrección de la significación de Lilliefors**

Como se puede observar, los valores de sig en la prueba de Shapiro – Wilk tanto del T0 (diseño patrón) como de los demás tratamientos experimentales a los días de rotura es mayor a 0.05; entonces, aceptamos la hipótesis nula que nos dice que los datos provienen de una distribución normal, es decir la de la resistencia a la compresión en todos los grupos se distribuye normalmente.

• **Análisis de regresión lineal**

Procedemos a un análisis de regresiones para evaluar el nivel de correlación de resultados obtenidos.

Tabla 52. Valores de coeficiente "R"

Valor del coeficiente "r"		SIGNIFICADO
-0.9	=	Correlación negativa muy fuerte.
-0.75	=	Correlación negativa considerable.
-0.5	=	Correlación negativa media.
-0.25	=	Correlación negativa débil.
-0.1	=	Correlación negativa muy débil.
0	=	No existe correlación alguna entre las variables.
0.1	=	Correlación positiva muy débil.
0.25	=	Correlación positiva débil.
0.5	=	Correlación positiva media
0.75	=	Correlación positiva considerable.
0.9	=	Correlación positiva muy fuerte.
1	=	Correlación positiva perfecta

Tomado de Hernández & otros, Metodología de la investigación , 2014, p 305

Tabla 53. Valores para la regresión lineal relacionando las resistencias a la compresión del tratamiento T0 y tiempo de madurez

TESTIGOS	TIEMPO DE MADUREZ	Resistencia a la compresión del T0 - 0% de adición
Testigo 1	7.00	190.276
Testigo 2	7.00	196.763
Testigo 3	7.00	196.740
Testigo 1	14.00	236.341
Testigo 2	14.00	238.804
Testigo 3	14.00	233.448
Testigo 1	28.00	264.506
Testigo 2	28.00	261.418
Testigo 3	28.00	266.161

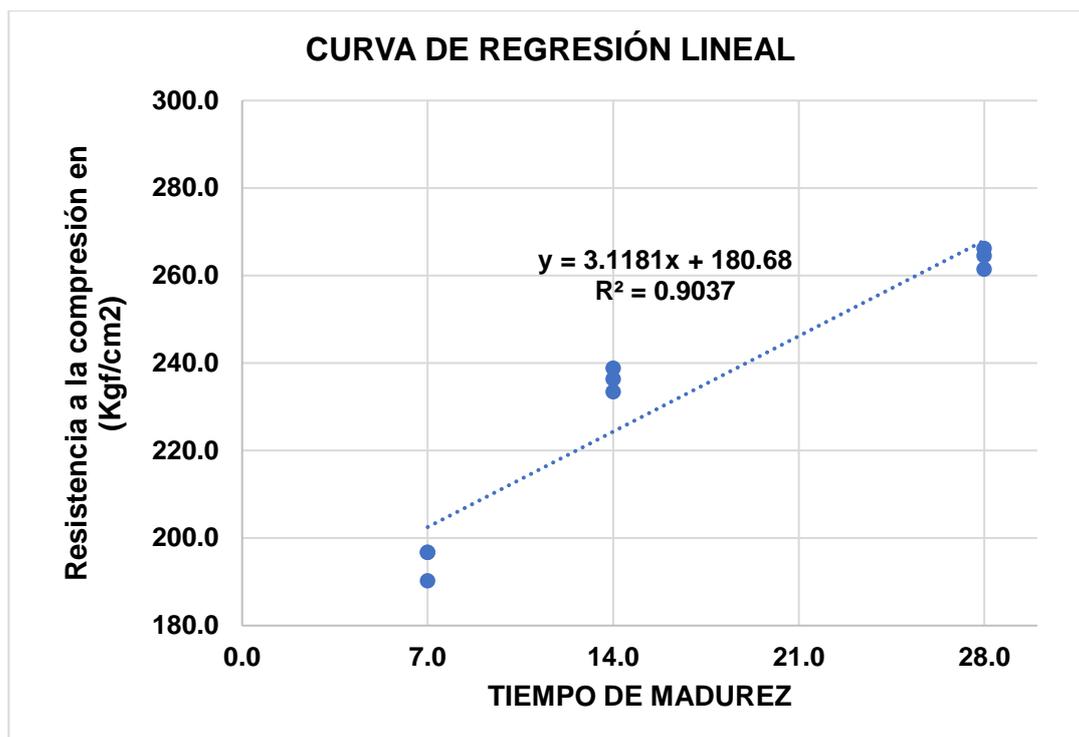


Figura 73. Diagrama de dispersión, ecuación y coeficiente de correlación de los resultados de la resistencia a la compresión del tratamiento T0 vs el tiempo de madurez

Coeficiente de correlación "r" = 0.95061

Coeficiente de determinación "r²" = 0.90366

Coeficientes de regresión

Intersección con eje Y a= 180.678

Pendiente b= 3.118

Ecuación de la recta de regresión Y= a + bX

$$Y = 180.678 + 3.118X$$

De la gráfica 73 se puede observar un coeficiente de correlación de 0.95 que nos dice que existe una relación alta positiva entre los resultados de la resistencia a la compresión del tratamiento T0 y el Tiempo de madurez, ya que la primera se incrementa progresivamente en el tiempo. Además el 90.37% de la resistencia a la compresión en Kgf/cm² del tratamiento patrón se debe al tiempo de madurez de los testigos.

Tabla 54. Valores para la regresión lineal relacionando las resistencias a la compresión del tratamiento T1 y tiempo de madurez

TESTIGOS	TIEMPO DE MADUREZ	Resistencia a la compresión del T1 - 1.5% fibra de coco - 1.5% penca de tuna
Testigo 1	7.00	208.059
Testigo 2	7.00	208.059
Testigo 3	7.00	199.108
Testigo 1	14.00	239.534
Testigo 2	14.00	246.051
Testigo 3	14.00	246.110
Testigo 1	28.00	274.098
Testigo 2	28.00	282.559
Testigo 3	28.00	286.583

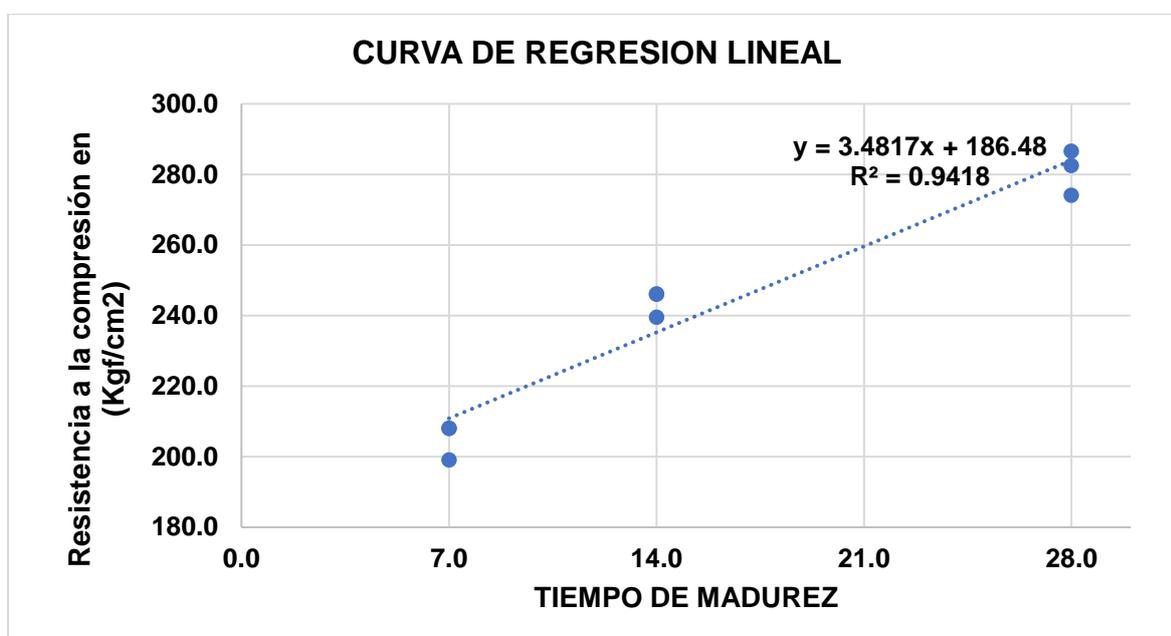


Figura 74. Diagrama de dispersión, ecuación y coeficiente de correlación de los resultados de la resistencia a la compresión del tratamiento T1 vs el tiempo de madurez

Coeficiente de correlación "r" = 0.97045

Coeficiente de determinación "r²" = 0.9418

Coeficientes de regresión

Intersección con eje Y a= 186.48

Pendiente b= 3.4817

Ecuación de la recta de regresión $Y = a + bX$

$$Y = 186.48 + 3.4817X$$

De la gráfica 74 se puede observar un coeficiente de correlación de 0.97 que nos dice que existe una relación alta positiva entre los resultados de la resistencia a la compresión del tratamiento T1 y el tiempo de madurez, ya que la primera se incrementa progresivamente en el tiempo. Además el 94.18% de la resistencia a la compresión en Kg/cm² del tratamiento con adición de 1.5% de fibra de estopa de coco y 1.5% de penca de tuna se debe al tiempo de madurez de los testigos.

Tabla 55. Valores para la regresión lineal relacionando las resistencias a la compresión del tratamiento T2 y tiempo de madurez

TESTIGOS	TIEMPO DE MADUREZ	Resistencia a la compresión del T2 - 1.5% fibra de coco - 2.0% penca de tuna
Testigo 1	7.00	232.676
Testigo 2	7.00	236.394
Testigo 3	7.00	250.571
Testigo 1	14.00	266.444
Testigo 2	14.00	271.812
Testigo 3	14.00	266.385
Testigo 1	28.00	301.526
Testigo 2	28.00	311.731
Testigo 3	28.00	297.855

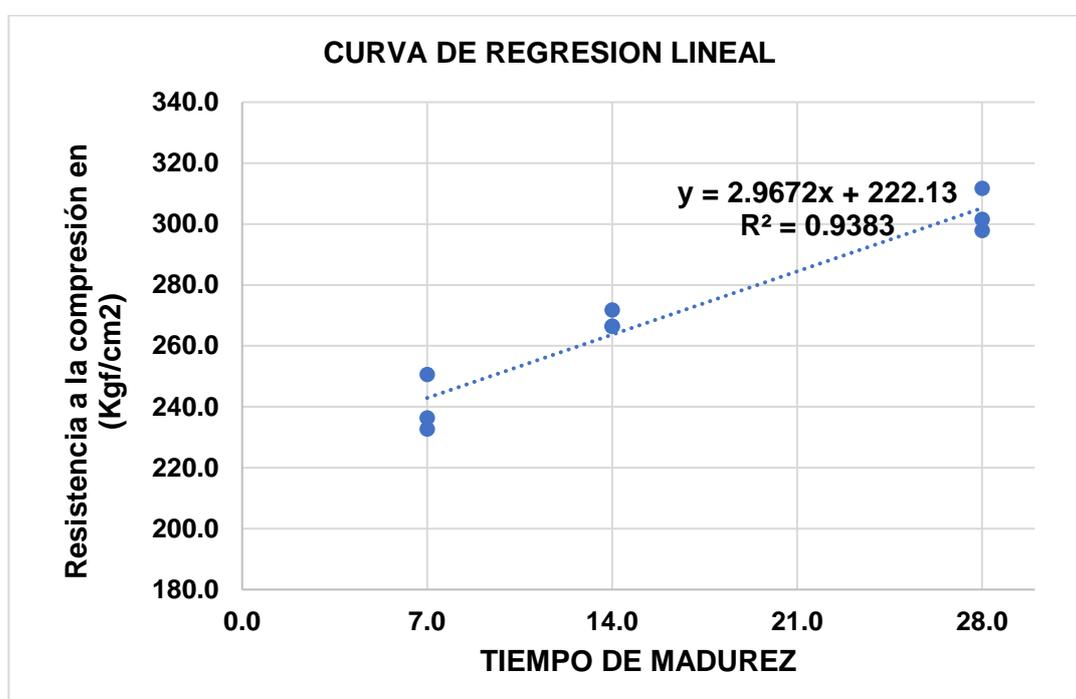


Figura 75. Diagrama de dispersión, ecuación y coeficiente de correlación de los resultados de la resistencia a la compresión del tratamiento T2 vs el tiempo de madurez

Coefficiente de correlación "r" = 0.969

Coefficiente de determinación "r²" = 0.9383

Coefficientes de regresión

Intersección con eje Y a= 222.135

Pendiente b= 2.967

Ecuación de la recta de regresión Y= a + bX

$$Y = 222.13 + 2.967X$$

De la gráfica 75 se puede observar un coeficiente de correlación de 0.969 que nos dice que existe una relación alta positiva entre los resultados de la resistencia a la compresión del tratamiento T2 y el tiempo de madurez, ya que la primera se incrementa progresivamente en el tiempo. Además el 93.83% de la resistencia a la compresión en Kg/cm² del tratamiento con adición de 1.5% de fibra de estopa de coco y 2.0% de penca de tuna se debe al tiempo de madurez de los testigos.

Tabla 56. Valores para la regresión lineal relacionando las resistencias a la compresión del tratamiento T3 y tiempo de madurez

TESTIGOS	TIEMPO DE MADUREZ	Resistencia a la compresión del T3 - 2.0% fibra de coco - 1.5% penca de tuna
Testigo 1	7.00	270.816
Testigo 2	7.00	264.040
Testigo 3	7.00	270.569
Testigo 1	14.00	282.677
Testigo 2	14.00	285.982
Testigo 3	14.00	292.929
Testigo 1	28.00	319.415
Testigo 2	28.00	320.322
Testigo 3	28.00	317.865

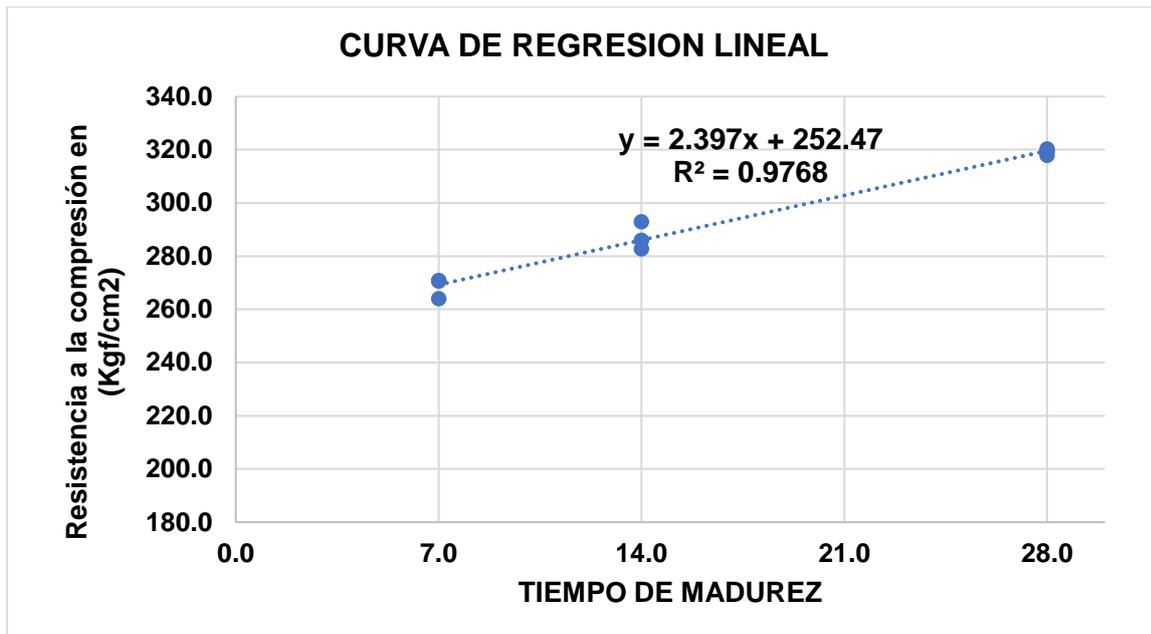


Figura 76. Diagrama de dispersión, ecuación y coeficiente de correlación de los resultados de la resistencia a la compresión del tratamiento T3 vs el tiempo de madurez

Coeficiente de correlación "r" = 0.988

Coeficiente de determinación "r²" = 0.9768

Coeficientes de regresión

Intersección con eje Y a= 252.47

Pendiente b= 2.397

Ecuación de la recta de regresión Y= a + bX

$$Y = 252.47 + 2.397X$$

De la gráfica 76 se puede observar un coeficiente de correlación de 0.988 que nos dice que existe una relación alta positiva entre los resultados de la resistencia a la compresión del tratamiento T3 y el tiempo de madurez, ya que la primera se incrementa progresivamente en el tiempo. Además el 97.68% de la resistencia a la compresión en Kg/cm² del tratamiento con adición de 2.0% de fibra de estopa de coco y 1.5% de penca de tuna se debe al tiempo de madurez de los testigos.

Tabla 57. Valores para la regresión lineal relacionando las resistencias a la compresión del tratamiento T4 y tiempo de madurez

TESTIGOS	TIEMPO DE MADUREZ	Resistencia a la compresión del T4 - 2.0% fibra de coco - 2.0% penca de tuna
Testigo 1	7.00	195.585
Testigo 2	7.00	179.352
Testigo 3	7.00	185.321
Testigo 1	14.00	235.009
Testigo 2	14.00	235.192
Testigo 3	14.00	234.243
Testigo 1	28.00	280.002
Testigo 2	28.00	275.536
Testigo 3	28.00	279.059

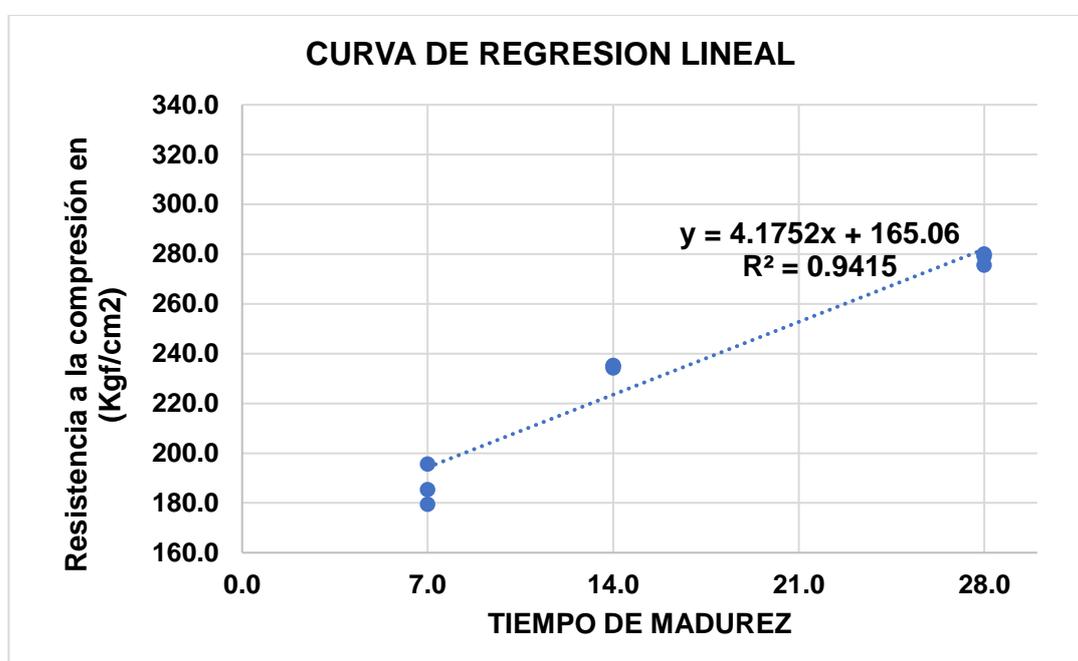


Figura 77. Diagrama de dispersión, ecuación y coeficiente de correlación de los resultados de la resistencia a la compresión del tratamiento T4 vs el tiempo de madurez.

Coeficiente de correlación "r" = 0.9703

Coeficiente de determinación "r²" = 0.9415

Coeficientes de regresión

Intersección con eje Y a= 165.060

Pendiente b= 4.175

Ecuación de la recta de regresión Y= a + bX

$$Y = 165.06 + 4.175X$$

De la gráfica 77 se puede observar un coeficiente de correlación de 0.9703 que nos dice que existe una relación alta positiva entre los resultados de la resistencia a la compresión del tratamiento T4 y el tiempo de madurez, ya que la primera se incrementa progresivamente en el tiempo. Además el 94.15% de la resistencia a la compresión en Kg/cm² del tratamiento con adición de 2.0% de fibra de estopa de coco y 2.0% de penca de tuna se debe al tiempo de madurez de los testigos.

- **Prueba de ANOVA**

Se realiza para verificar la diferencia de las medias entre las resistencias a la compresión de los tratamientos, en este caso se tomarán los resultados obtenidos a los 28 días, lo que se verificará según el siguiente planteamiento y los siguientes criterios:

- ✓ **Planteamiento de las hipótesis**

$$H_0: T_0 = T_1 = T_2 = T_3 = T_4$$

$$H_a: T_i \neq T_j$$

- ✓ **Criterio para determinar la prueba de ANOVA**

Si p-valor de la prueba de ANOVA para la igualdad de medias es menor a $\alpha=0.05$ entonces se rechaza la hipótesis nula H_0 .

Si p-valor de la prueba de ANOVA para la igualdad de medias es mayor o igual a $\alpha=0.05$ entonces se acepta la hipótesis nula H_0 .

Si F calculado es mayor que el F tabulado se rechaza la hipótesis nula

- ✓ **Cálculos estadísticos de la prueba de ANOVA**

- 1. Factor de corrección (FC)**

$$F_c = 1254917.703$$

- 2. Suma de cuadrados (SC)**

$$SC_{Total} = 6003.284$$

Suma cuadrado de tratamientos (SCT)

$$SCT = 5792.907838$$

Suma de cuadrado error (SCE)

$$SCE = 210.376$$

- 3. Cálculo de cuadrados medios (CM)**

Cuadrado medio de tratamientos (CMT)

CMT= 1448.23

Cuadrado medio del error (CME)

CME= 21.03756758

4. F calculado (Fc)

Fc= 68.84

Finalmente se obtiene la siguiente tabla :

Tabla 58. Resultados de la prueba de ANOVA a los tratamientos T0, T1, T2, T3 y T4 para los resultados de la resistencia a la compresión

ANOVA de un factor						
RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN						
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	F Tabulado
TRATAMIENTOS	5792.899	4	1448.225	68.843	.000	3.478
ERROR	210.366	10	21.037			
Total	6003.264	14				

Como se observa el p-valor es menor que 0.05 ($.000 < 0.005$), además el F calculado que es de 68.843 llega a ser mayor que el F tabulado de 3.478 ($F_c > F_t$), ambas proposiciones nos permiten rechazar la hipótesis nula H_0 que nos dice que todos los tratamientos son iguales y aceptar la hipótesis alterna que nos dice que los tratamientos son diferentes, lo que nos quiere decir que las resistencias medias de los tratamientos se ven afectadas por las dosificaciones; ahora por medio de una prueba DUNCAN O T modificado procedemos a verificar cuál de los tratamientos son parecidos entre sí, ya que todos los tratamientos no son iguales de efectivos, pues existe diferencias significativas entre ellas.

Tabla 59. Tabla de valores DUNCAN para las resistencias medias a la compresión de los tratamientos

RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN					
TRATAMIENTO	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
Duncan ^a T0 - 0% DE ADICIÓN	3	264.0283			
T4 - 2.0% FIBRA DE COCO - 2.0% PENCA DE TUNA	3		278.1990		
T1 - 1.5% FIBRA DE COCO - 1.5% PENCA DE TUNA	3		281.0800		
T2 - 1.5% FIBRA DE COCO - 2.0% PENCA DE TUNA	3			303.7040	
T3 - 2.0% FIBRA DE COCO - 1.5% PENCA DE TUNA	3				319.2007
Sig.		1.000	.459	1.000	1.000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3,000.

Mediante la tabla de valores DUNCAN se puede observar que el tratamiento T3 que contiene adiciones de 2 % de fibra de estopa de coco y 1.5 % de penca de tuna, es el tratamiento más efectivo para lograr obtener una mayor resistencia a la compresión ya que la mejora significativamente; además se evidencia que existen diferencias significativas entre los tratamientos T0, T2, T3, T4 o T1 siendo estos dos últimos similares entre sí.

- **Objetivo específico 3**

Evaluar la influencia en la flexión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con la adición de fibra de estopa de coco al 1.5 % - 2 % y la penca de tuna al 1.5 % - 2 % en proporción respecto al peso del cemento.

- **Hipótesis específica 3**

La adición de fibra de estopa de coco al 1.5 % - 2 % y la penca de tuna al 1.5 % - 2% mejorará significativamente la resistencia a la flexión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ Huancayo, 2021.

- **Planteamiento de la prueba de hipótesis general:**

- ✓ **Hipótesis nula (H0):** La adición de fibra de estopa de coco al 1.5 % - 2.0 % y penca de tuna al 1.5% - 2% **no mejorará** significativamente la resistencia a la flexión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ Huancayo, 2021.
- ✓ **Hipótesis alterna (Ha):** La adición de fibra de estopa de coco al 1.5 % - 2.0 % y penca de tuna al 1.5 % - 2 % **mejorará** significativamente la resistencia a la flexión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ Huancayo, 2021.

Para el análisis de la prueba de hipótesis, iniciamos con el análisis descriptivo de los resultados de los ensayos a flexión a los 28 días de madurez, a los que posteriormente se procederán a realizarle la prueba de normalidad y homogeneidad.

Definimos el nivel de significancia $\alpha=0.05$, que representa el porcentaje de error que se está asumiendo al realizar las pruebas.

También se le realizará una prueba de ANOVA que nos permitirá compara todos los tratamientos y determinar si son iguales entre sí o se ven afectadas por las

dosificaciones de manera significativa; finalmente mediante la prueba de DUNCAN o T modificado se pretende determinar cuál de los tratamientos es el más efectivo.

- **Análisis descriptivo de los ensayos a flexión en función al tiempo de madurez**

Tabla 60. Tabla de análisis descriptivo de los resultados de la resistencia a la flexión a los 28 días de madurez

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN A LOS 28 DÍAS DE MADUREZ							
	Recuento	Media	Mediana	Máximo	Mínimo	Desviación estándar	
TIPO DE TRATAMIENTO	T0 - 0% DE ADICIÓN	3	37.01	37.00	37.56	36.48	0.54
	T1 - 1.5% FIBRA DE COCO - 1.5% PENCA DE TUNA	3	39.24	39.171	39.54	39.00	0.27
	T2 - 1.5% FIBRA DE COCO - 2.0% PENCA DE TUNA	3	38.38	38.060	40.24	36.84	1.72
	T3 - 2.0% FIBRA DE COCO - 1.5% PENCA DE TUNA	3	44.57	44.569	45.48	43.67	0.91
	T4 - 2.0% FIBRA DE COCO - 2.0% PENCA DE TUNA	3	33.45	33.721	34.02	32.61	0.74

De los resultados del analisis descriptivo se observa que la media de los tratamiento T1, T2 y T3 son mayores al tratamiento patrón T0, dichos resultados a simple vista son diferentes y mediante la prueba de hipotesis definiremos si la diferencia que existe entre estas es significativa o no.

- **Pruebas de normalidad de los resultados de la resistencia a la flexión en función al tiempo de madurez**

Dos de los métodos para corroborar los supuestos de normalidad son el de Shapiro Wilk y Kolmogorov-Smirnov, el primero es utilizado para muestras pequeñas, menores a 50, y el segundo de otro modo para muestras grandes, en nuestro caso por ser una muestra menor a 50 nos centraremos en los resultados obtenidos de Chapiro Wilk patiendo del siguiente plantemiento de hipotesis y tomando en cuenta el siguiente criterio:

- ✓ **Planteamiento de las hipótesis**

Ho: Los datos provienen de una distribución normal

Ha: Los datos no provienen de una distribución normal

✓ **Criterio para determinar la normalidad**

Si p-valor de la prueba $< \alpha=0.05$ entonces se rechaza la hipótesis nula H_0 .

Si p-valor de la prueba $\geq \alpha=0.05$ entonces se acepta la hipótesis nula H_0

Tabla 61. Resultados de la prueba de normalidad de los ensayos a flexión a los días de rotura

DIAS_FLEXIÓN	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
T0 - 0% DE ADICIÓN	28,00	.178	3	1.000	3	.960
T1 - 1.5% FIBRA DE COCO - 1.5% PENCA DE TUNA	28,00	.261	3	.957	3	.603
T2 - 1.5% FIBRA DE COCO - 2.0% PENCA DE TUNA	28,00	.241	3	.974	3	.689
T3 - 2.0% FIBRA DE COCO - 1.5% PENCA DE TUNA	28,00	.175	3	1.000	3	.992
T4 - 2.0% FIBRA DE COCO - 2.0% PENCA DE TUNA	28,00	.308	3	.901	3	.389

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Como se puede observar los valores de sig tanto del T0 (diseño patrón), como de los demás tratamientos experimentales a los días de rotura es mayor a 0.05 entonces aceptamos la hipótesis nula que nos dice que los datos provienen de una distribución normal, es decir la de la resistencia a la flexión en todos los grupos se distribuye normalmente.

• **Prueba de ANOVA**

Se realiza para verificar la diferencia de las medias entre las resistencias a la flexión de los tratamientos, en este caso se tomarán los resultados obtenidos a los 28 días, lo que se verificará según el presente planteamiento y los siguientes criterios:

✓ **Planteamiento de las hipótesis**

$H_0: T_0 = T_1 = T_2 = T_3 = T_4$

$H_a: T_i \neq T_j$

✓ **Criterio para determinar la prueba de ANOVA**

Si p-valor de la prueba de ANOVA para la igualdad de medias es menor a $\alpha=0.05$ entonces se rechaza la hipótesis nula H_0 .

Si p-valor de la prueba de ANOVA para la igualdad de medias es mayor o igual a $\alpha=0.05$ entonces se acepta la hipótesis nula H_0 .

Si F calculado es mayor que el F tabulado se rechaza la hipótesis nula

✓ Cálculos estadísticos de la prueba de ANOVA

1. Factor de corrección (FC)

$$F_c = 22270.46082$$

2. Suma de cuadrados (SC)

$$SC \text{ Total } 1 = 204.844$$

Suma cuadrado de tratamientos (SCT)

$$SCT = 195.4194126$$

Suma de cuadrado error (SCE)

$$SCE = 9.425$$

3. Cálculo de cuadrados medios (CM)

Cuadrado medio de tratamientos (CMT)

$$CMT = 48.85$$

Cuadrado medio del error (CME)

$$CME = 0.94246738$$

4. F calculado (Fc)

$$F_c = 51.83$$

Finalmente obtenemos la siguiente tabla con el resumen de lo calculado

Tabla 62. Resultados de la prueba de ANOVA a los tratamientos T0, T1, T2, T3 y T4 para flexión
ANOVA de un factor

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN						
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	F Tabulado
TRATAMIENTOS	195.402	4	48.850	51.829	.000	3.478
ERROR	9.425	10	.943			
Total	204.827	14				

Como se observa el p-valor es menor que 0.05 ($.000 < 0.005$), además el F calculado que es de 51.829 llega a ser mayor que el F tabulado de 3.478 ($F_c > F_t$), ambas proposiciones nos permiten rechazar la hipótesis nula H_0 que nos dice que todos los tratamientos son iguales y aceptar la hipótesis alterna que nos dice que los tratamientos son diferentes, lo que nos quiere decir que las resistencias medias a la flexión de los tratamientos se ven afectadas por las dosificaciones; ahora por medio de una prueba DUNCAN o T modificado procedemos a verificar cuál de los tratamientos son parecidos entre sí, ya que todos los tratamientos no son iguales de efectivos, pues existe diferencias significativas entre ellas.

Tabla 63. Tabla de valores DUNCAN para las resistencias medias a la flexión de los tratamientos

		RESISTENCIA A LA FLEXIÓN			
TRATAMIENTO	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
Duncan ^a	T4 - 2.0% FIBRA DE COCO - 2.0% PENCA DE TUNA	3	33.4510		
	T0 - 0% DE ADICIÓN	3		37.0150	
	T2 - 1.5% FIBRA DE COCO - 2.0% PENCA DE TUNA	3		38.3827	38.3827
	T1 - 1.5% FIBRA DE COCO - 1.5% PENCA DE TUNA	3			39.2363
	T3 - 2.0% FIBRA DE COCO - 1.5% PENCA DE TUNA	3			44.5733
	Sig.		1.000	.115	.307
					1.000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3,000.

Mediante la tabla de valores DUNCAN se puede observar que el tratamiento T3 que contiene adiciones de 2 % de fibra de estopa de coco y 1.5 % de penca de tuna es el tratamiento más efectivo para lograr obtener una mayor resistencia a la flexión, mejorando significativamente sus resultados; además se evidencia que existen diferencias significativas entre los tratamientos T4, T3 y se muestra una similitud e igualdad de efectividad entre los tratamientos T0 – T2 y T2 – T1.

4.3. Discusión de resultados

En la investigación realizada por Mallaupoma (2019), titulada “Comportamiento del concreto con adición de fibras de agave americana L para la mejora de sus propiedades en estado fresco, San Carlos - Huancayo 2017” para la obtención del título de Ingeniero Civil en la Universidad Continental. Huancayo – Perú, se pudo concluir que al incrementar la fibra de agave americana L en 0.50 %, 0.75 % y 1 % la trabajabilidad se ve afectada considerablemente, con una variación del 66.67 % en comparación con el diseño patrón en la mayor dosis de adición. Es por ello que el presente trabajo afirma los resultados de Mallaupoma (2019) en relación a la fibra de estopa de coco, ya que tiene la misma tendencia en los resultados de la trabajabilidad, a mayor adición de fibra el slump disminuye. La variación obtenida es del 57.14% en comparación con el diseño patrón en la mayor dosis de adición.

Del mismo modo para Aburto (2017), titulada “Influencia del aloe-vera sobre la resistencia a la compresión, infiltración, absorción capilar, tiempo de fraguado y asentamiento en un concreto estructural” para la obtención del título de Ingeniero Civil en la Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo – Perú, se pudo concluir que al

incrementar el aloe vera en porcentajes de 1%, 2%, 3%, 4%, 5% y 6%, la trabajabilidad del concreto se veía afectada de forma negativa obteniendo como resultados 5cm, 2.5cm, 1.9cm, 1.25cm, 0.95cm y 0.63cm respectivamente, llegando a ser menos trabajable y de consistencia seca mostrando una tendencia lineal decreciente a mayor adición, afirmando con la presente investigación que a medida que se adicionan mayores porcentajes de penca de tuna y estopa de coco, la trabajabilidad muestra la misma relación lineal negativa llegando a obtener los valores de 2.5", 2.0", 1.5" y 1.0", en comparación con la muestra patrón que obtuvo 3.5" de SLUMP.

Analizando los resultados obtenidos a partir de la adición de penca de tuna en función al peso del cemento para la elaboración de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$; en la tesis realizada por Primo (2014), titulada "Efecto de la adición de extracto de paleta de tuna (*Opuntia ficus-Indica*) en la resistencia a compresión del concreto" para la obtención del título de Ingeniero Civil en la Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca – Perú, se determinó que al adicionar extracto de paleta de tuna al 1%, 3% y 5% se obtuvieron a los 28 días los resultados de 307.98 kg/cm^2 ; 230.36 kg/cm^2 ; 157.52 kg/cm^2 respectivamente demostrando que se da un efecto positivo con el uso de pequeñas dosis de adición de paleta de tuna, siendo la adición de 1% la más efectiva aumentando la resistencia a la compresión en un 21% respecto a la muestra base.

Además, en la tesis de Vela, L. y Yovera, R. (2016), titulada "Evaluación de la propiedad mecánica del concreto adicionado con fibra de estopa de coco" para la obtención del título de Ingeniero Civil en la Universidad Señor de Sipán. Pimentel – Perú, se determinó que al adicionar fibra de estopa de coco de longitud de 2 cm al 0.5% y 1.5% se obtuvieron a los 28 días, para un concreto de $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, los resultados de 212.33 kg/cm^2 y 232.33 kg/cm^2 respectivamente demostrando también que se da un efecto positivo con el uso de pequeñas dosis de adición de estopa de coco, siendo la adición de 1.5 % la más efectiva aumentando la resistencia a la compresión en un 10 % respecto al diseño base, lo que reafirmamos con esta investigación que con el uso de penca de tuna y estopa de coco en los porcentajes de 1.5 % y 2.0 % se obtuvieron valores mayores al diseño patrón a los 28 días, siendo estos de 281.08 kg/cm^2 , 303.7 kg/cm^2 , 319.2 kg/cm^2 y 278.2 Kg/cm^2 ; resultando ser el

T3 con adición de 1.5 % de tuna y 2.0 % de estopa de coco el más efectivo llegando a ser un 20.90% mayor al tratamiento patrón y cumpliendo con la normativa.

Analizando los resultados obtenidos a partir de la adición de estopa de coco en función al peso del cemento para la elaboración de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$; en la tesis realizada por Villanueva (2016), titulada "Influencia de la adición de fibra coco en la resistencia del concreto" para la obtención del título de Ingeniero Civil en la Universidad Privada del Norte. Cajamarca – Perú, se determinó que al adicionar fibra de estopa de coco en 0.5 %, 1.0%, 1.5 % y 2.0 % se lograron las resistencias a flexión a los 28 días de edad de 36.78 kg/cm^2 ; 37.45 kg/cm^2 , 38.31 kg/cm^2 y 40.63 kg/cm^2 respectivamente lo que evidencia que a mayor adición de fibra de estopa de coco se incrementa la resistencia a la flexión en comparación al tratamiento patrón, siendo la adición óptima de 2.0 % incrementando el módulo de ruptura en 26.61% respecto al diseño base, además para Ramos (2017) en su tesis titulada "Influencia en las Propiedades Mecánicas de un Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con la Adición de Mucílago de Tuna, Chimbote, Ancash – 2017" para la obtención del título de Ingeniero Civil en la Universidad César Vallejo. Nuevo Chimbote – Perú, donde adiciona el mucílago de tuna en forma de molienda con porcentajes de 0 %, 1 %, 1.5 % y 2.0 % con respecto al peso del cemento se obtuvieron los valores de resistencia a la flexión de 25.00 kg/cm^2 , 26.26 kg/cm^2 , 27.92 kg/cm^2 y 29.41 kg/cm^2 respectivamente observando de nuevo una tendencia de incremento en función a una mayor adición, a pesar de la forma de procesamiento y adición del mucilago de tuna; de ambas investigaciones podemos afirmar que la adición de fibras de estopa de coco y penca de tuna mejoran de forma significativa la resistencia a la flexión y actuando en conjunto llegan a valores superiores a las muestras del diseño patrón a los 28 días de madurez siendo de 39.24 kg/cm^2 ; 38.38 kg/cm^2 y 44.57 kg/cm^2 para los tratamientos T1, T2 y T3 respectivamente, finalmente obteniendo como resultado más favorable el T3 con la adición de 1.5 % de penca de tuna y 2.0 % de estopa de coco aumentando la resistencia a la flexión de un concreto convencional en un 20 %.

CONCLUSIONES

A partir de los resultados del concreto en estado fresco, se concluye que la trabajabilidad a partir de la combinación de los aditivos naturales de estopa de coco y penca de tuna se ve influenciada negativamente debido a que la fibra de estopa de coco absorbe la humedad de mezcla haciendo que esta sea menos manejable y por su parte la penca de tuna, debido a su composición viscosa, genera que la mezcla se aglomere de tal forma que adopte la forma del recipiente que lo contiene y evita revenimiento durante la prueba del SLUMP, por otra parte después de analizar los resultados de las pruebas de resistencia a la compresión y flexión del concreto en estado endurecido, se puede afirmar que la adición de fibra de estopa de coco y penca de tuna en los porcentajes de 1.5 % y 2.0 % influyen positivamente en las propiedades mecánicas evaluadas, debido a que los dos aditivos naturales aportan en conjunto características como la cohesión, resistencia y tenacidad.

Del análisis de los resultados de la resistencia a la compresión se concluye que, los tratamientos con adiciones de fibra de estopa de coco y penca de tuna mejoran significativamente la resistencia a compresión a los 28 días de madurez, esto se evidencia mediante el análisis de varianza ANOVA realizado a los resultados; además se obtuvo mediante la prueba de Duncan que el tratamiento más efectivo es el T3 que contiene adiciones de 1.5 % de estopa de coco y 2.0 % de penca de tuna, llegando a los 319.201 kg/cm² siendo mayor al tratamiento patrón en un 20.9 %.

Del análisis de los resultados de la resistencia a la flexión se concluye que, los tratamientos T1, T2 y T3 mejoran significativamente la resistencia a flexión a los 28 días de madurez en 6 %, 4 % y 20 % respectivamente, mientras que el T4 disminuye significativamente en un 10 %, todo ello en referencia al módulo de rotura del tratamiento patrón, además mediante la prueba de Duncan se obtuvo que el tratamiento más efectivo es el T3 que contiene adiciones de 1.5 % de estopa de coco y 2.0 % de penca de tuna, llegando a los 44.57kg/cm² siendo mayor al tratamiento T0.

RECOMENDACIONES

Se sugiere realizar más investigaciones de concreto con adiciones de fibra de coco y penca de tuna ya que la presente tesis proporciona el fundamento necesario para futuras investigaciones sobre este tema.

De igual forma se podrían realizar ensayos de resistencia a la compresión y flexión a más de 28 días para determinar su comportamiento y si sus propiedades mecánicas se incrementan con el tiempo; además, se propone evaluar la resistencia a flexión con adición de penca de tuna para definir cuál es el porcentaje óptimo, dado que no se encuentra mayor bibliografía al respecto.

La presente tesis puede ser complementada con estudios de degradación, durabilidad, viscosidad, estudios químicos y físicos de los aditivos en conjunto ya que al ser naturales se podrían degradar con el tiempo, lo que nos permitiría darle un mejor tratamiento.

Para mejorar la trabajabilidad de las adiciones se sugiere utilizar un aditivo plastificante o diseñarlo con un SLUMP superior al previsto para obtener una manejabilidad aceptable, además se ha visto que con las adiciones de estopa de coco la trabajabilidad se ve afectada negativamente debido a la capacidad de absorción de la fibra por lo que se recomienda corregir la relación agua/cemento en función a la cantidad de fibra adicionada.

Para tener información adicional del comportamiento del concreto en estado fresco, se sugiere evaluar sus propiedades en dicho estado, ya que sus parámetros pueden variar las propiedades del concreto dependiendo de la ubicación de la zona de requerimiento.

Se propone utilizar el tratamiento óptimo de la presente investigación en pavimentos rígidos, zapatas, muros de contención, entre otros según la necesidad y características del proyecto, debido a su alto módulo de rotura y su baja trabajabilidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. MORA, Jeimy. Análisis mecánico de un concreto con adición del 2 % de fibra natural de cáñamo. Tesis (Título de Ingeniera Civil). Bogotá : Universidad Católica de Colombia, 2017, 99 pp.
2. GONZÁLEZ, Humberto, MARÍN-MUÑIZ, José y BALTAZAR, Miguel. Evaluación de resistencia a la compresión de concretos sustentables. *En: Sustentabilidad del desarrollo: desafíos y propuestas*. Xalapa- Veracruz: Secretaría de Educación de Veracruz, 2018, pp. 131-144. ISSN: 978-607-725-351-8.
3. ESPINOZA, Marlon. Comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibras de bagazo de caña de azúcar. Tesis (Magister en Construcciones). Cuenca : Universidad de Cuenca, 2015, 189 pp.
4. SOLÍS, Romel, MORENO, Eric y CHUC, Nadine. Evaluación del concreto con reductor de agua en clima cálido. *Revista de la Universidad de Costa Rica*. Julio, 2006, **16** (2), 103-111. ISSN: 1409-2441
5. BAÑEZ, Charles y VERAMENDI, Edwin. Influencia en el ensayo a compresión del concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$ adicionando mucílago de penca de tuna y superplastificante Sika, Huaraz-Ancash-2021 Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima : Universidad Cesar Vallejo, 2021, 63 pp.
6. NEVILLE, Adam. *Maintenance and durability of concrete structures*. London, UK : Concrete International, 2001.
7. GOMEZ, Samuel. Diseño, Experimentación y evaluación del sistema constructivo Sam (sistema de bloques fibrorreforzados con fibra del desecho del fruto del coco, para la construcción de vivienda). Tesis (Título de Ingeniero Civil). Guatemala: Universidad de San carlos de Guatemala, 2009, 149 pp.

8. YUAN, Qiang, y otros. Chloride binding of cement-based materials subjected to external chloride environment. *Construction and Building Materials*. Enero, 2019, **23** (1), 1-13..
9. CARBAJO, Angelica y VALVERDE, Henry. Resistencia de un concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$, con adición del 2% del mucilago de tuna, en relación al curado con el uso del agua de mar y agua residual agrícola. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Chimbote : Universidad San Pedro, 2013.
10. INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL. *Mapa de peligros, plan de usos de suelo ante desastres y medidas de mitigación de la ciudad de Huancayo*. Huancayo : Sistema nacional de defensa Civil, 2011.
11. MORATAYA, Liliana. Grietas en el concreto reforzado del canal de aducción del proyecto hidroeléctrico Palín II. Guatemala : Universidad de San Carlos de Guatemala, 2014, 165 pp.
12. SOTOMAYOR, Cristian. *Entendiendo a las fisuras y grietas en las estructuras de concreto*. [En línea] Lima : Consultcreto, 2020. [fecha de consulta: 11 de noviembre de 2021]. Disponible en: <http://www.consultcreto.com/pdf/entendiendo.pdf>
13. RAMIREZ ARELLANES, Samuel. Propiedades mecánicas y microestructura de concreto conteniendo micilago de nopal como aditivo natural. Tesis (Maestro en Ciencias) Oaxaca : Instituto Politecnico Nacional, 2008, 95 pp.
14. HERNÁNDEZ, Eddisson, PFEIFFER, Heriberto y CANO, Prisciliano. Influencia del micilago de nopal y extracto de algas cafés en el grado de hidratación de pastas de cemento portland ordinario. *Nexo*. Setiembre, 2017, **30** (2), 73-83. ISSN-E 1995-9516.
15. SIKA. *Concreto - Aditivos para concreto*.. Barranquilla : sika, 2014.

16. HERNÁNDEZ, Francisco. Uso de aditivos naturales en materiales de construcción. *Revista de Arquitectura*. Diciembre, 2018, **3**(6), 63-68. ISSN: 2518-2943.
17. ABANTO, Flavio. *Tecnología del Concreto*. Lima : Editorial San Marcos E.I.R.L., 2009.
18. NRMCA. El concreto en la práctica. *Resistencia a flexión del concreto*. [En línea] 2017. [Fecha de consulta: 10 de agosto de 2021.] Disponible en: <https://concretesupplyco.com/wp-content/uploads/2017/01/16pes.pdf>.
19. KOSMATKA, Steven, y otros. *Diseño y Control de Mezclas de Concreto*. México: Portland Cement Association, 2004. ISBN: 0-89312-233-5.
20. PASQUEL, Enrique. *Tópicos de tecnología de concreto en el Perú*. Lima : Colegio de Ingenieros del Perú, 1998.
21. MOHANTY, Amar, y otros. *Natural fibers, biopolymers, and biocomposites*. CRC Press, 2005. ISBN: 9780849317415
22. PARICAGUÁN, Belén. Contribución al estudio del comportamiento mecánico y físicoquímico del concreto reforzado con fibras naturales de coco y bagazo de caña de azúcar para su uso en construcción. Tesis (Doctor en Ingeniería área Química). Valencia-Venezuela : Universidad de Carabobo, 2015, 274 pp.
23. VILLEGAS, Nadia y VÉLEZ, Roberth. Elaboración de módulos estructurales a base de fibra de estopa de coco para viviendas de bajo costo. Tesis (Título de Ingeniero Químico). Ecuador: Universidad de Guayaquil, 2007, 234 pp.
24. MAYA, Jacob y SABU, Thomas. Biofibras and biocomposites. *Carbohydrate Polymer*. Febrero, 2008, **71** (3), 343-364.

25. BISMARCK, A, y otros. *Surface characterization of natural fibers; surface properties and the water up-take behavior of modified sisal and coir fibers*. s.l. : Green Chemistry, 2001.
26. GOULART, Silva y otros. Mechanical and Thermal Characterization of Native Brazilian Coir Fiber. *Applied Polymer Science*. Mayo, 2000, **76** (7), 1197–1206.
27. GRANADOS, D y LÓPEZ, G. Manejo de la palma de coco (*Cocos nucifera* L.) en México. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*. Enero - junio, 2002, 8, 39 - 48 . ISSN: 2007-3828
28. ROJAS, Angel. Adición de la fibra de coco en el hormigón y su incidencia en la resistencia a compresión. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Ecuador :Universidad Técnica de Ambato, 2015, 118 pp.
29. GUTIERREZ, Addi. *Fibra de coco utilizada en la construcción*. [En línea] 19 de Mayo de 2014. [Fecha de consulta: 19 de agosto de 2021.] Disponible en: <https://www.nuevamujeer.com/lifestyle/2014/05/19/fibra-de-coco-utilizada-en-la-construccion.html>.
30. COOK, By. *History ot the Coconut Palm in América*. [En línea] Washington : Contributions from the U.S. Nat. Herbarium, 1989, Vol. XIV. [Fecha de consulta: 19 de setiembre de 2021.] Disponible en: https://repository.si.edu/bitstream/handle/10088/26936/usnh_0014.02.pdf?sequence=1&isAllowed=y
31. ZARAGOZA, Jimmy. Propuestas tecnológicas post cosecha para un aprovechamiento integral del coco. Memoria Descriptiva (Título de Ingeniero de Industrias Alimentarias) Iquitos : Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, 2013, 52 pp.
32. PINA, I. Observaciones sobre la grana y sus nopales hospederos en el Perú. *Cactáceas y suculentas mexicanas*. Enero-marzo, 1981, 26,10-15. ISSN: 0526-717X

33. AMAYA , Julio. *Cultivo de tuna*. [En línea]Trujillo: Gerencia Regional Agraria la Libertad, 2009. [Fecha de consulta: 19 de setiembre de 2021.] Disponible en: <http://www.agrolalibertad.gob.pe/sites/default/files/MANUAL%20TECNICO%20DE%20TUNA.pdf>
34. RODRÍGUEZ, Yurley. Evaluación del mucílago de nopal (*Opuntia ficus-indica*) como agente estabilizante en néctar de maracuyá (*Passiflora edulis*). Tesis (Título de Ingeniero de Alimentos). Bogotá: Universidad La Salle, 2017, 85 pp.
35. MIRANDA, Lilia. Biosorción de plomo (ii), presente en soluciones acuosas, con cascara de tuna (*Opuntia ficus - indica*). Tesis (Magister en Ciencia con Mención Gerencia, Auditoria y Gestión Ambiental). Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín, 2012, 106 pp.
36. VARGAS-RODRÍGUEZ, Lorena & otros. Propiedades físicas del mucílago de nopal. *Acta Universitaria*.Febrero, 2016, 26, 8-11. ISSN: 0188-6266
37. ROJAS, Camila. Manual para la adherencia del concreto fresco a concreto endurecido. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Villavicencio : Universidad Cooperativa de Colombia, 2021, 141 pp.
38. PACHECO, Luis. Propiedades del concreto en estado fresco y endurecido. Trabajo de Suficiencia Profesional (Título de Ingeniero Civil). Moquegua : Universidad José Carlos Mariátegui, 2017, 60 pp.
39. SÁNCHEZ DE GUZMAN, Diego. *Tecnología del concreto y del mortero*. Bogotá : Bhandar Editores, 2001. 9589247040.
40. GONZALES, Paula y MENDOZA, Isaac. Evaluación de las propiedades del concreto fresco y endurecido con el uso de las cenizas volantes como sustitución parcial del cemento en la ciudad de Arequipa. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Arequipa : Universidad Católica de Santa María, 2016, 394 pp.

41. CONDORI, Jhon y CARLOS, Dirson. *Propiedades mecánicas de los materiales*. [En línea] UNI, 2016. [Fecha de consulta: 2 de mayo de 2021.] Disponible en: <https://es.calameo.com/read/004578129cbf405363896>
42. CARRILLO, Julian, APERADOR , William y GONZÁLEZ, Giovanni. Correlaciones entre las propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibras de acero. *Ingeniería, investigación y tecnología*. Julio, 2013, 14 (3), 435-450. ISSN: 1405-7743.
43. NRMCA. *Prueba de resistencia a la compresión del concreto*. EEUU : Federación iberoamericana, 2015, Vol. 20.
44. MASIAS, Kimberly. Resistencia a la flexión y tracción en el concreto usando ladrillo triturado como agregado grueso. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Piura : Universidad de Piura, 2018, 119 pp.
45. RIVERA, Gerardo. *Concreto armado*. [En línea] 2010. [Fecha de consulta: 13 de octubre de 2021.] Disponible en: <https://www.libreriaingeniero.com/2021/02/concreto-simple-ing-gerardo-rivera.html>
46. VILLEGAS, Victor y CORRALES, Miguel. Resistencias y costos unitarios de concretos fabricados con agregados de la cantera Taclán, curados con agua y antisol. *Revista Aporte Santiaguino*. Enero - junio, 2021, 7, 1-9. ISSN: 2070-836X
47. FERNANDEZ, Jaime y CALDERÓN, Enrique. Investigación experimental sobre los modelos normativos de fisuración en piezas de hormigón armado sometidas a flexión pura. *Informes de la Construcción*. Junio, 2010, 62 (518), 43-56. ISSN: 1988-3234.
48. SÁNCHEZ, Diego. *Durabilidad del concreto*. Colombia : Asocreto, 2007. ISBN: 9789589670972.
49. ACI PERÚ. *Concreto al día*. [En línea] Lima : ACI PERU. [Fecha de consulta: 15 de octubre de 2021.] Disponible en: https://issuu.com/aci_peru/docs/concreto_al_dia_-_aciperu_01_2014_s

50. LARA, Lucia. Concreto con adición de fibras de agave americana L. y su influencia en la resistencia a esfuerzos axiales en San Carlos - Huancayo. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Huancayo : Universidad Continental, 2020, 165 pp.
51. HARMSEN, Teodoro. *Diseño de estructuras de concreto armado*. Peru : Fondo Editorial PUCP, 2005. ISBN: 9972427307.
52. VITERVO, Reilly. *Métodos para la dosificación del concreto*. Mexico : Universidad Autónoma del Estado de Morelos, 2015. ISBN: 9688780049.
53. HERNANDÉZ , Sampieri, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María del Pilar. *Metodología de la investigación*. Mexico: Jesús Mares Chacón, 2010. ISBN: 978-607-15-0291-9.
54. SUPO, José. *Seminarios de Investigación Científica: Metodología de la Investigación para Las Ciencias de la Salud*. s.l. : Createspace Independent Pub, 2012. ISBN: 9781477449042.
55. NTP 400.012. *Agregados. Analisis granulométrico del agregado fino, grueso y global*. Lima : INDECOPI, 2013.
56. NTP 339.185. *Agregado. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado*. Lima : INDECOPI, 2013.
57. NTP 400.017. *Agregados. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (" Peso unitario") y los vacios en los agregados*. Lima : INDECOPI, 2011.
58. NTP 400.021. *Agreagados. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso*. Lima : INDECOPI, 2013.

59. NTP 400.022. *Agregados. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (Peso específico) y absorción del agregado fino.* Lima : INDECOPI, 2013.
60. NTP 339.033. *Concreto. Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en campo.* Lima : INACAL, 2015.
61. NTP 339.034. *Concreto. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.* Lima : INACAL, 2015.
62. NTP 339.078. *Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.* Lima : INDECOPI, 2012.

ANEXOS

Anexo 1

Matriz de consistencia

TÍTULO: INFLUENCIA DE FIBRA DE ESTOPA DE COCO AL 1.5% - 2% Y PENCA DE TUNA 1.5% - 2% EN LA TRABAJABILIDAD, LAS RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO F'c=210 KG/CM2, HUANCAYO - JUNÍN 2021.						
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLÓGICO
¿Cuál es la influencia de fibra de estopa de coco al 1.5% - 2% y penca de tuna 1.5% - 2% en la trabajabilidad, las resistencias a la compresión y flexión del concreto f'c=210 Kg/cm2, Huancayo - Junín 2021?	Determinar la influencia de la fibra de estopa de coco al 1.5% - 2% y penca de tuna 1.5% - 2% en la trabajabilidad, las resistencias a la compresión y flexión del concreto f'c=210 Kg/cm2, Huancayo - Junín 2021.	Las fibras de estopa de coco al 1.5% - 2% y penca de tuna 1.5% - 2% influyen significativamente en la trabajabilidad, las resistencias a la compresión y flexión del concreto f'c=210 Kg/cm2. Huancayo, 2021	<p>Variable dependiente:</p> <p>Trabajabilidad Resistencia a la compresión Resistencia a la flexión</p> <p>(Abanto Castillo, 2009)</p>	<p>Propiedades del concreto en estado fresco</p> <p>Resistencia a la compresión</p> <p>Resistencia a la flexión</p>	<p>Asentamiento, temperatura, densidad (peso unitario) y contenido de aire</p> <p>Ensayo a la compresión</p> <p>Ensayos a flexión</p>	<p>Tipo de investigación: APLICADA Nivel de investigación: EXPLICATIVO Método de investigación: CIENTÍFICA DE ENFOQUE CUANTITATIVA Diseño de investigación: EXPERIMENTAL PURO Técnicas de recolección de datos • Observación directa Instrumentos de recolección de datos • Fichas técnicas del laboratorio de pruebas a realizar</p>
PROBLEMA ESPECÍFICOS	OBJETIVO ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICOS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLÓGICO
¿En qué medida la adición de fibra de estopa de coco al 1.5% - 2% y la penca de tuna al 1.5% - 2% influenciará en la trabajabilidad del concreto f'c=210 kg/cm2, Huancayo - Junín 2021?	Evaluar la influencia en la trabajabilidad del concreto f'c=210 kg/cm2 con la adición de fibra de estopa de coco al 1.5% - 2% y la penca de tuna al 1.5% - 2% en proporción respecto al peso del cemento.	La adición de fibra de estopa de coco al 1.5% - 2% y la penca de tuna al 1.5% - 2% mejorará significativamente la trabajabilidad del concreto f'c=210 kg/cm2 Huancayo, 2021.	<p>Variable independiente:</p> <p>• Fibras de estopa de coco al 1.5% - 2.0% (QUINTERO, y otros, 2015) • Penca de la tuna al 1.5% - 2.0% (Zaldívar, 2018).</p>	% de dosificación de estopa de coco y penca de tuna en proporción peso del cemento	<p>1.5 % de fibra de estopa de coco y 1.5% de penca de tuna en proporción al peso del concreto</p> <p>1.5 % de fibra de estopa de coco y 2% de penca de tuna en proporción al peso del concreto</p>	<p>POBLACIÓN: Probetas cilíndricas y viguetas elaboradas en un laboratorio de tecnología del concreto que se encuentre debidamente certificado según las normas NTP 334.088 y ASTM C 1701.</p> <p>MUESTRA: • 45 Probetas: 9 probetas que corresponden al grupo control y 36 probetas con adiciones, es decir el grupo experimental. • 15 Viguetas: 3 viguetas que corresponden al grupo control y 12 viguetas con adiciones del grupo experimental</p>
¿En qué medida la adición de fibra de estopa de coco al 1.5% - 2% y la penca de tuna al 1.5% - 2% influenciará en la resistencia a la compresión del concreto f'c=210 kg/cm2, Huancayo - Junín 2021?	Evaluar la influencia en la compresión del concreto f'c=210 kg/cm2 con la adición de fibra de estopa de coco al 1.5% - 2% y la penca de tuna al 1.5% - 2% en proporción respecto al peso del cemento	La adición de fibra de estopa de coco al 1.5% - 2% y la penca de tuna al 1.5% - 2% mejorará significativamente la resistencia a la compresión del concreto f'c=210 kg/cm2 Huancayo, 2021.			2 % de fibra de estopa de coco y 1.5% de penca de tuna en proporción al peso del concreto	
¿En qué medida la adición de fibra de estopa de coco al 1.5% - 2% y la penca de tuna al 1.5% - 2% influenciará en la resistencia a la flexión del concreto f'c=210 kg/cm2, Huancayo - Junín 2021?	Evaluar la influencia en la flexión del concreto f'c=210 kg/cm2 con la adición de fibra de estopa de coco al 1.5% - 2% y la penca de tuna al 1.5% - 2% en proporción respecto al peso del cemento.	La adición de fibra de estopa de coco al 1.5% - 2% y la penca de tuna al 1.5% - 2% mejorará significativamente la resistencia a la flexión del concreto f'c=210 kg/cm2 Huancayo, 2021.			2 % de fibra de estopa de coco y 2% de penca de tuna en proporción al peso del concreto	

Anexo 2
Comparación de costos

Tabla 64. Análisis de costos del diseño patrón

MATERIALES	Und	Cantidad	P.Unitario	P. Parcial
Cemento	Kg	366	S/ 0.56	S/ 206.68
Agua	Lt	218	S/ 0.02	S/ 3.27
Agregado Grueso	Kg	975	S/ 0.13	S/ 121.88
Agregado Fino	Kg	784	S/ 0.13	S/ 98.00
COSTO TOTAL/m3				S/ 429.83

Tabla 65. Análisis de costos del tratamiento 1 – Estopa de coco al 1.5 % + Penca de tuna al 1.5 %

MATERIALES	Und	Cantidad	P.Unitario	P. Parcial
Cemento	Kg	366	S/ 0.56	S/ 206.68
Agua	Lt	218	S/ 0.02	S/ 3.27
Agregado Grueso	Kg	975	S/ 0.13	S/ 121.88
Agregado Fino	Kg	784	S/ 0.13	S/ 98.00
Fibra de Coco	Kg	5.49	S/ 2.00	S/ 10.98
Penca de Tuna	Kg	5.49	S/ 1.00	S/ 5.49
COSTO TOTAL/m3				S/ 446.30

Tabla 66. Análisis de costos del tratamiento 2 – Estopa de coco al 1.5% + Penca de tuna al 2.0%

MATERIALES	Und	Cantidad	P.Unitario	P. Parcial
Cemento	Kg	366	S/ 0.56	S/ 206.68
Agua	Lt	218	S/ 0.02	S/ 3.27
Agregado Grueso	Kg	975	S/ 0.13	S/ 121.88
Agregado Fino	Kg	784	S/ 0.13	S/ 98.00
Fibra de Coco	Kg	5.49	S/ 2.00	S/ 10.98
Penca de Tuna	Kg	7.32	S/ 1.00	S/ 7.32
COSTO TOTAL/m3				S/ 448.13

Tabla 67. Análisis de costos del tratamiento 3 – Estopa de coco al 2.0 % + Penca de tuna al 1.5 %

MATERIALES	Und	Cantidad	P.Unitario	P. Parcial
Cemento	Kg	366	S/ 0.56	S/ 206.68
Agua	Lt	218	S/ 0.02	S/ 3.27
Agregado Grueso	Kg	975	S/ 0.13	S/ 121.88
Agregado Fino	Kg	784	S/ 0.13	S/ 98.00
Fibra de Coco	Kg	7.32	S/ 2.00	S/ 14.64
Penca de Tuna	Kg	5.49	S/ 1.00	S/ 5.49
COSTO TOTAL/m3				S/ 449.96

Tabla 68. Análisis de costos del tratamiento 4 – Estopa de coco al 2.0 % + Penca de tuna al 2.0 %

MATERIALES	Und	Cantidad	P.Unitario	P. Parcial
Cemento	Kg	366	S/ 0.56	S/ 206.68
Agua	Lt	218	S/ 0.02	S/ 3.27
Agregado Grueso	Kg	975	S/ 0.13	S/ 121.88
Agregado Fino	Kg	784	S/ 0.13	S/ 98.00
Fibra de Coco	Kg	7.32	S/ 2.00	S/ 14.64
Penca de Tuna	Kg	7.32	S/ 1.00	S/ 7.32
COSTO TOTAL/m3				S/ 451.79

Anexo 2

Certificados de laboratorio

Anexo 1A. Ensayos de control de calidad del agregado fino.

	DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 211	Código	EQ-FO-01
		Versión	01
		Fecha	27-08-2021
		Página	1 de 4

ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGREGADO FINO

PROYECTO	INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ESTOPA DE COCO AL 1.5% - 2% Y PENCA DE TUNA 1.5% - 2% EN LA TRABAJABILIDAD, LAS RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO F _c =210 kg/cm ² .	REGISTRO N°:	2021 - TS79
SOLICITANTE	Medina Reynoso Celso Christian / Luya Rondon Estefani / Perez Carhuamaca Danilo	REALIZADO POR :	D. Castillo
CÓDIGO DE PROYECTO	---	REVISADO POR :	H. Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO	Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE VACIADO :	27/08/2021
FECHA DE EMISIÓN	27/08/2021	TURNO :	Dilmo

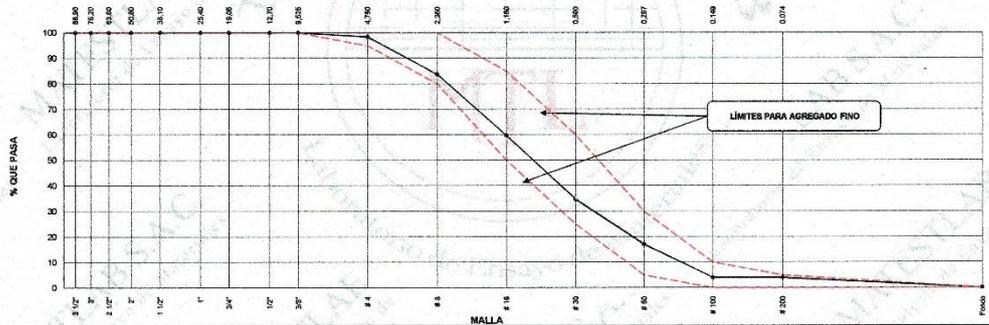
Código de Muestra	M1
Lote	---
N° de Muestra	---
Progresiva	---

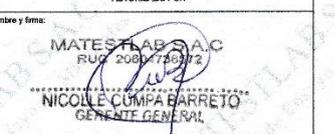
Malla	Peso Rel. [g]	Peso Rel. (%)	Peso Rel. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101.60 mm	0.0	0.00	100.00	100.00	100.00
3 1/2"	86.90 mm	0.0	0.00	100.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.0	0.00	100.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.0	0.00	100.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.0	0.00	100.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.0	0.00	100.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	0.0	0.00	100.00	100.00	100.00
3/4"	19.05 mm	0.0	0.00	100.00	100.00	100.00
1/2"	12.70 mm	0.0	0.00	100.00	100.00	100.00
3/8"	9.53 mm	0.0	0.00	100.00	100.00	100.00
# 4	4.75 mm	10.1	1.09	89.91	95.00	100.00
# 8	2.36 mm	83.4	14.73	85.27	80.00	100.00
# 16	1.18 mm	152.3	24.01	40.33	50.00	85.00
# 30	0.59 mm	158.2	24.94	65.28	34.72	60.00
# 50	0.30 mm	112.2	17.69	82.97	17.03	30.00
# 100	0.15 mm	83.0	13.06	96.06	3.94	10.00
# 200	0.07 mm	0.0	0.00	96.06	3.94	5.00
Fondo	0.01 mm	26.0	3.94	100.00	0.00	0.00

P. Especif. de Masa Seco (kg/m ³)	2750.000
P. Especif. de Masa 55S (kg/m ³)	2787.916
P. Especif. de Masa Aparente (kg/m ³)	2858.377
P. Unitario Compactado (kg/m ³)	1640
P. Unitario Suelto (kg/m ³)	1570
Abstracción (%)	1.38
Contenido de Humedad (%)	0.30
Módulo de Finiza	3.03
% < Malla N° 200 (0.75 mm)	1.49

	TARA	136.2	T+MH	1342.4	T+MS	1338.8	T+ML	1320.9
--	------	-------	------	--------	------	--------	------	--------

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



MATESTLAB SAC		
REALIZADO POR Nombre y firma: 	VERIFICADO POR Nombre y firma: 	AUTORIZADO POR Nombre y firma: 

Jr. Arequipa 3197, Urb. Perú, San Martín de Porres

975232841
922318222

informes@laboratoriomatestlab.com
www.laboratoriomatestlab.com

Anexo 2A. Ensayos de control de calidad del agregado grueso

	DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 211	Código	EQ-FI-01
		Verión	01
		Fecha	27-08-2021
		Página	2 de 4

ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGREGADO GRUESO

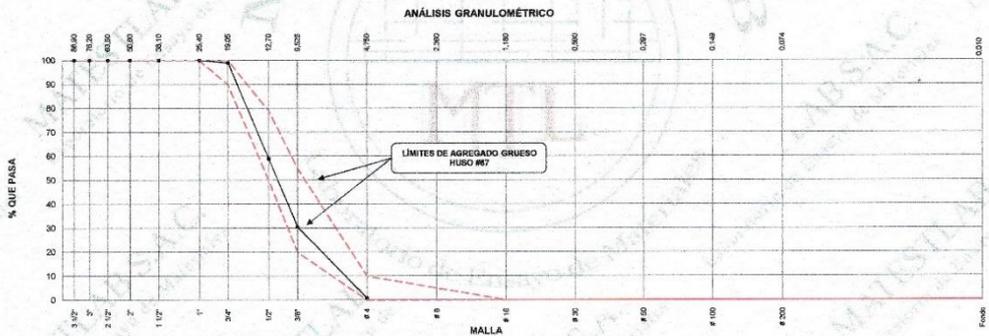
PROYECTO	INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ESTOPA DE COCO AL 1.5% - 2% Y PENCA DE TUNA 1.5% - 2% EN LA TRABAJABILIDAD, LAS RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO F_{c210} kg/cm ² .	REGISTRO N°:	2021 - TS79
SOLICITANTE	Medina Reynoso Celso Christian / Luya Rondon Estefani / Perez Carhuamaca Danilo	REALIZADO POR :	D. Castillo
CÓDIGO DE PROYECTO		REVISADO POR :	H. Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO	Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE VACIADO :	27/08/2021
FECHA DE EMISIÓN	27/08/2021	TURNO :	Diurno

Código de Muestra	---
Lote	---
N° de Muestra	---
Progresiva	---

AGREGADO GRUESO ASTM C33 HUSO # 67						
Malla	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101.60 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3 1/2"	89.00 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3/4"	19.05 mm	56.7	1.06	1.06	98.94	90.00
1/2"	12.70 mm	2133.6	40.03	41.10	58.90	75.00
3/8"	9.53 mm	1510.6	28.34	69.44	30.56	85.00
# 4	4.75 mm	1100.6	20.84	90.28	0.72	10.00
# 5	2.36 mm		0.00	99.28	0.72	0.00
# 10	1.18 mm		0.00	99.28	0.72	0.00
# 20	0.85 mm		0.00	99.28	0.72	0.00
# 40	0.425 mm		0.00	99.28	0.72	0.00
# 60	0.25 mm		0.00	99.28	0.72	0.00
# 100	0.15 mm		0.00	99.28	0.72	0.00
# 200	0.075 mm		0.00	99.28	0.72	0.00
Fondo	0.01 mm	38.2	0.72	100.00	0.00	0.00

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
P. Especif. de Masa Seco (kg/m ³)	2596.987
P. Especif. de Masa SSI (kg/m ³)	2612.954
P. Especif. de Masa Aparente (kg/m ³)	2630.234
P. Unitario Compactado (kg/m ³)	1617
P. Unitario Suelto (kg/m ³)	1517
Absorción (%)	0.62
Tamaño Máximo	1"
Tamaño Máximo Nominal	3/4"
Módulo de Fineza	6.66
% < Malla N° 200 (0.75 mm)	0.04
Contenido de Humedad (%)	0.20

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



MATESTLAB SAC		
REALIZADO POR Nombre y firma: 	VERIFICADO POR Nombre y firma: HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.	AUTORIZADO POR Nombre y firma: MATESTLAB S.A.C. RUC 2021013572 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL

 Jr. Arequipa 3197, Urb. Perú, San Martín de Porres	 975232841  922318222	 informes@laboratoriomatestlab.com www.laboratoriomatestlab.com
--	--	---

Anexo 3A. Diseño de mezcla de concreto método del ACI 211 – Tratamiento 1

	DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 211	Código	EQ-FC-01		
		Verdad	01		
		Fecha	27-08-2021		
		Página	3 de 4		

**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO
MÉTODO DEL ACI 211**

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ESTOPA DE COCO AL 1.5% - 2% Y PENCA DE TUNA 1.5% - 2% EN LA TRABAJABILIDAD, LAS RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO $F_{cm} = 210 \text{ kg/cm}^2$.	REGISTRO N° : 2021 - 1579
SOLICITANTE : Medina Reynoso Ceiso Christian / Luya Rondon Estefani / Parez Cariuamaca Danilo	REALIZADO POR : D. Castillo
CÓDIGO DE PROYECTO : ---	REVISADO POR : H. Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO : Desamollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE VACIADO : 27/08/2021
FECHA DE EMISIÓN : 27/08/2021	TURNO : Diurno

Agregado : Ag. Grueso / Ag. Fino	F'c de diseño : 210 kg/cm ²
Procedencia : AGREGAGOS DE FERRETERIA	Asentamiento : 3" - 4"
Cemento : Cemento SOL Tipo 1	Código de mezcla : TRATAMIENTO 1

1. RELACIÓN AGUA CEMENTO
R a/c = 0,56
2. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA
Agua = 205 L
3. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO
Aire = 2,0%
4. DATOS DE LABORATORIO

INSUMO	PESO ESPECÍFICO						
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m ³						
Agua	1000 kg/m ³						
Aire	---						
		HUMEDAD	ABS	MF	PUS	PUC	TMN
Agregado grueso	2587 kg/m ³	0,20%	0,62%	6,66	1517	1677	34
Agregado fino	2750 kg/m ³	0,30%	1,38%	3,03	1570	1840	

OBSERVACIONES:

- * Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- * Prohíbe la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de MATESTLAB SAC

EQUIPO UTILIZADO				
EQUIPO	CÓDIGO	F. CALIBRACIÓN	N° CERT. CALIBRACIÓN	
Balanza digital Ohaus 30000g x 1g	MTL LS-10	22/09/2020	131-2020	
Balanza digital Henkel 200g x 0,1g	MTL LS-6	24/09/2020	131-2020	
Maquina de ensayo uniaxial Forney	MTL TA-1252	12/07/2021	271-2021	
Horno digital PT-H76 196L 0° a 300°C	MTL 0120	25/09/2020	131-2020	

MATESTLAB SAC			
TECNICO LEM	JEFE LEM	COC - LEM	D.
 Nombre y firma: MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales	 Nombre y firma: HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.	 Nombre y firma: MATESTLAB S.A.C. (R.U. 20004794572) NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL	

 Jr. Arequipa 3197, Urb. Perú, San Martín de Porres	 975232841  922318222	 informes@laboratoriomatestlab.com www.laboratoriomatestlab.com
--	--	---

	DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACT 211	Código	EQU-01
		Verificación	01
		Fecha	27-08-2021
		Página	4 de 4

**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO
MÉTODO DEL ACT 211**

PROYECTO	INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ESTOPA DE COCO AL 1.5% - 2% Y PENCA DE TUNA 1.5% - 2% EN LA TRABAJABILIDAD, LAS RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO F _c =210 kg/cm ² .	REGISTRO N°:	2021 - TS79
SOLICITANTE	Medina Reynoso Celso Christian / Luya Rondón Estefani / Perez Carhuameca Danilo	REALIZADO POR :	D. Castillo
CÓDIGO DE PROYECTO	---	REVISADO POR :	H. Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO	Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE VACIADO:	27/08/2021
FECHA DE EMISIÓN	27/08/2021	TURNO:	Diurno
Agregado	: Ag. Grueso / Ag. Fino	F _c de diseño:	210 kg/cm ²
Procedencia	: AGREGAGOS DE FERRETERIA	Asentamiento:	3" - 4"
Cemento	: Cemento SOL Tipo 1	Código de mezcla:	TRATAMIENTO 1

- | | |
|---|--|
| 1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA
F _{cr} = 294 | 5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO
Cemento = 366 kg |
| 2. RELACIÓN AGUA CEMENTO
R a/c = 0,56 | 6. FACTOR CEMENTO
Bolsas x m ³ = 8,6 Bolsas |
| 3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA
Agua = 205 L | 7. CÁLCULO DE FIBRA DE ESTOPA DE COCO
5,49 kg x m ³ = 1,5% / Cto |
| 4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO
Aire = 2,0% | 8. CÁLCULO DE PENCA DE TUNA
5,49 kg x m ³ = 1,5% / Cto |

9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	TM
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m ³	0,1162 m ³					
Agua	1000 kg/m ³	0,2050 m ³					
Aire	---	0,0200 m ³					
Agregado grueso	2597 kg/m ³	---	0,20%	0,62%	6,66	1517	3/4
Agregado fino	2750 kg/m ³	---	0,30%	1,38%	3,03	1570	
Volumen de pasta		0,3412 m ³					
Volumen de agregados		0,6588 m ³					

- | | |
|---|--|
| 10. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS
Agregado grueso = 0,3745 m ³ = 973 kg

Agregado fino = 0,2843 m ³ = 782 kg | 13. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0,03 m ³
Cemento SOL Tipo 1 10,98 kg
Agua 6,53 L
Agregado grueso 29,24 kg
Agregado fino 23,52 kg
Slump Obtenido 2 1/2"
ESTOPA DE COCO 0,16 kg
PENCA DE TUNA 0,16 kg |
| 11. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD
Agregado grueso 975 kg
Agregado fino 784 kg | 14. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA
CEM A.F. A.G. AGUA
1 : 2,1 : 2,66 : 25,3 L / bolsa |
| 12. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD
Agua 218 L | |

OBSERVACIONES:

- Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de MATESTLAB SAC

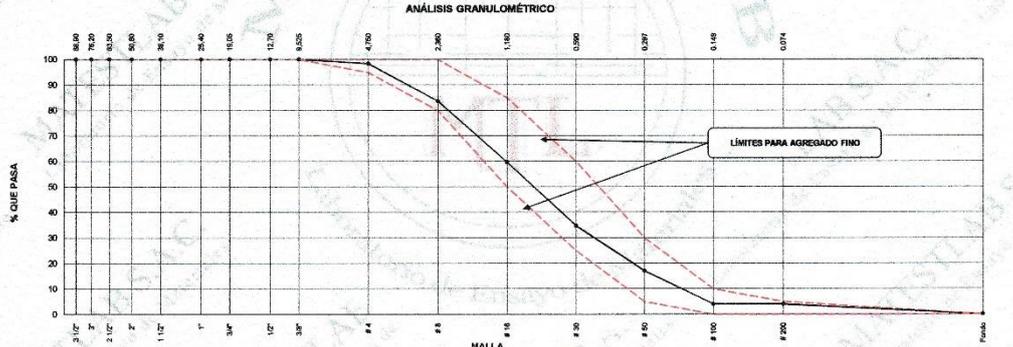
MATESTLAB SAC			
TECNICO LEM	JEFE LEM	GOC - LEM	
 	 HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.	 MATESTLAB S.A.C. (U.C. 20824738572) NICOLLE OLIMPA BARRETO GERENTE GENERAL	

	DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 211	Código	EQ-PO-01
		Versión	01
		Fecha	16-08-2021
		Página	1 de 4

ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGREGADO FINO

PROYECTO	INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ESTOPA DE COCO AL 1.5% - 2% Y PENCA DE TUNA 1.5% - 2% EN LA TRABAJABILIDAD, LAS RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO F'c=210 kg/cm2.	REGISTRO N°:	2021 - TS79
SOLICITANTE	Medina Reynoso Ceiso Christian / Luya Rondon Estefani / Perez Carhuamaca Danilo	REALIZADO POR :	D. Castillo
CÓDIGO DE PROYECTO	---	REVISADO POR :	H. Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO	Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE VACIADO :	16/08/2021
FECHA DE EMISIÓN	16/08/2021	TURNO :	Diurno

AGREGADO FINO ASTM C33 - ARENA GRUESA							TARA		CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
Malla	Paso Ret. (gr)	Paso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"				
4"	101.60 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	136.2	P. Especif. de Masa Seco (kg/m³)	2750.000	
3 1/2"	88.90 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	1342.4	P. Especif. de Masa SSS (kg/m³)	2787.816	
3"	76.20 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	1338.8	P. Especif. de Masa Aparente (kg/m³)	2858.377	
2 1/2"	63.50 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00		P. Unitario Compactado (kg/m³)	1840	
2"	50.80 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00		P. Unitario Suelto (kg/m³)	1570	
1 1/2"	38.10 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00		Absorción (%)	1.38	
1"	25.40 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00		Contenido de Humedad (%)	0.30	
3/4"	19.05 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00		Módulo de Finca	3.03	
1/2"	12.70 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00		% < Malla N° 200 (0.75 µm)	1.49	
3/8"	9.53 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00				
# 4	4.75 mm	10.1	1.28	1.28	88.41	95.00				
# 8	2.36 mm	93.4	14.73	16.32	53.68	80.00				
# 16	1.18 mm	152.3	24.01	40.33	59.67	50.00				
# 30	0.59 mm	158.2	24.94	65.28	34.72	25.00				
# 50	0.30 mm	112.2	17.69	82.97	17.03	5.00				
# 100	0.15 mm	83.0	13.06	96.06	3.94	0.00				
# 200	0.07 mm	0.0	0.00	96.06	3.94	0.00				
Fondo	0.01 mm	28.0	3.94	100.00	0.00	0.00				



MATESTLAB SAC		
REALIZADO POR	VERIFICADO POR	AUTORIZADO POR
Nombre y firma: 	Nombre y firma: HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.	Nombre y firma: 

 DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 211	Código	FQ-FO-01
	Versión	01
	Fecha	16-08-2021
	Página	2 de 4

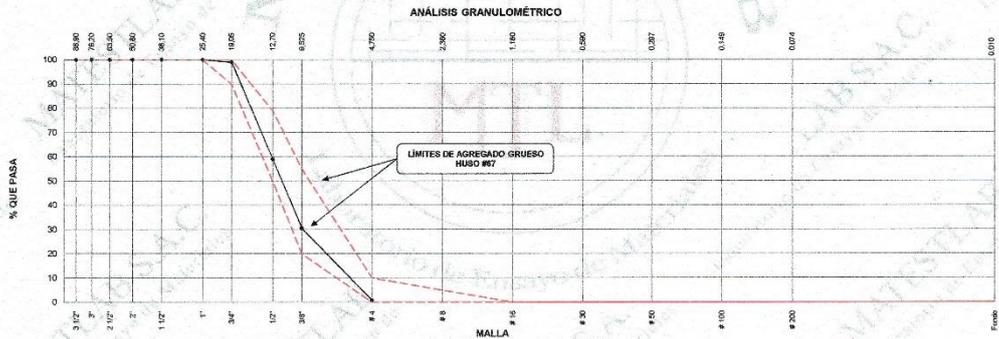
ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGREGADO GRUESO

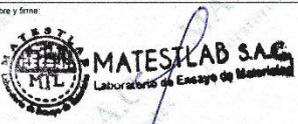
PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ESTOPA DE COCO AL 1.5% - 2% Y PENCA DE TUNA 1.5% - 2% EN LA TRABAJABILIDAD, LAS RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO F_c=210 kg/cm² REGISTRO N°: 2021 - TS79

SOLICITANTE : Médina Reynoso Celso Christian / Luya Rondon Estefani / Perez Carhuamaca Danilo REALIZADO POR : D. Castillo
 CÓDIGO DE PROYECTO : --- REVISADO POR : H. Flores
 UBICACIÓN DE PROYECTO : Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC FECHA DE VACIADO : 16/08/2021
 FECHA DE EMISIÓN : 16/08/2021 TURNO : Diurno

Código de Muestra : ---
 Lote : ---
 N° de Muestra : ---
 Progresiva : ---

AGREGADO GRUESO ASTM C33 HUSO # 67							TARA		CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
Malla	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	% Pasa Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"				
4"	101.90 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	TARA	280	P. Especif. de Masa Seco (kg/m ³)	2596.987
3 1/2"	89.90 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	T+MH	4217.2	P. Especif. de Masa SSS (kg/m ³)	2512.994
3"	78.20 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	T+MS	4269.3	P. Especif. de Masa Aparente (kg/m ³)	2639.234
2 1/2"	63.50 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	T+ML	4207.5	P. Unitario Compactado (kg/m ³)	1877
2"	50.80 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00			P. Unitario Suelto (kg/m ³)	1517
1 1/2"	38.10 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00			Abstracción (%)	0.62
1"	25.40 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00			Tamaño Máximo	1
3/4"	19.05 mm	56.7	1.06	1.06	98.94	90.00			Tamaño Máximo Nominal	3/4"
1/2"	12.70 mm	2133.6	40.03	41.10	58.90	50.00			Módulo de Fineza	6.86
3/8"	9.53 mm	1510.6	28.34	69.44	30.56	20.00			% < Malla N° 200 (0.75 µm)	0.04
# 4	4.75 mm	1590.6	29.84	99.28	0.72	0.00			Contenido de Humedad (%)	0.20
# 8	2.36 mm		0.00	99.28	0.72	0.00				
# 16	1.18 mm		0.00	99.28	0.72	0.00				
# 30	0.60 mm		0.00	99.28	0.72	0.00				
# 50	0.30 mm		0.00	99.28	0.72	0.00				
# 100	0.15 mm		0.00	99.28	0.72	0.00				
# 200	0.07 mm		0.00	99.28	0.72	0.00				
Fondo	0.01 mm	38.2	0.72	100.00	0.00	0.00				



MATESTLAB SAC		
REALIZADO POR	VERIFICADO POR	AUTORIZADO POR
Nombre y firma: 	Nombre y firma: HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.	Nombre y firma: MATESTLAB S.A.C. SUC 00073112  NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL

Anexo 4A. Diseño de mezcla de concreto método del ACI 211 – Tratamiento 2.

	DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 211	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="font-size: small;">Código</td> <td style="text-align: center;">IQFO-01</td> </tr> <tr> <td style="font-size: small;">Versión</td> <td style="text-align: center;">01</td> </tr> <tr> <td style="font-size: small;">Fecha</td> <td style="text-align: center;">16-08-2021</td> </tr> <tr> <td style="font-size: small;">Página</td> <td style="text-align: center;">3 de 4</td> </tr> </table>	Código	IQFO-01	Versión	01	Fecha	16-08-2021	Página	3 de 4
Código	IQFO-01									
Versión	01									
Fecha	16-08-2021									
Página	3 de 4									

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO
MÉTODO DEL ACI 211

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ESTOPA DE COCO AL 1.5% - 2% Y PENCA DE TUNA 1.5% - 2% EN LA TRABAJABILIDAD, LAS RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO F _c =210 kg/cm ² .	REGISTRO N° : 2021 - TS79
SOLICITANTE : Medina Reynoso Celso Christian / Luya Rondón Estefani / Perez Cartuamarca Danilo	REALIZADO POR : D. Castillo
CÓDIGO DE PROYECTO : ---	REVISADO POR : H. Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO : Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE VACIADO : 18/08/2021
FECHA DE EMISIÓN : 18/08/2021	TURNO : Diurno

Agregado : Ag. Grueso / Ag. Fino	F_c de diseño : 210 kg/cm ²
Procedencia : AGREGADOS DE FERRETERIA	Asentamiento : 3" - 4"
Cemento : Cemento SOL Tipo 1	Código de mezcla : TRATAMIENTO 2

1. RELACION AGUA CEMENTO R a/c : 0,56	5. PORCENTAJE DE FIBRA DE ESTOPA DE COCO Porcentaje de F.E.C : 1,5%
2. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA Agua * 205 L	6. PORCENTAJE DE PENCA DE TUNA Porcentaje de P.T : 2,0%
3. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO Aire = 2,0%	
4. DATOS DE LABORATORIO	

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	HUMEDAD	ABS	MF	PUS	PUC	TMN
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m ³						
Agua	1000 kg/m ³						
Aire	---						
Agregado grueso	2597 kg/m ³	0,20%	0,62%	6,66	1517	1677	3/4
Agregado fino	2750 kg/m ³	0,30%	1,38%	3,03	1570	1840	

OBSERVACIONES:

- * Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- * Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de MATESTLAB SAC

EQUIPO UTILIZADO			
EQUIPO	CÓDIGO	F. CALIBRACIÓN	N° CERT. CALIBRACIÓN
Balanza digital Ohaus 30000g x 1g	MTL LS-10	22/09/2020	131-2020
Balanza digital Henkel 200g x 0,1g	MTL LS-6	24/09/2020	131-2020
Maquina de ensayo uniaxial Forney	MTL TA-1262	12/07/2021	271-2021
Horno digital PT-H76 196L 0° a 300°C	MTL 0120	25/09/2020	131-2020

MATESTLAB SAC																		
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="font-size: x-small;">TECNICO LEM</td> <td style="font-size: x-small;">D</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">  </td> <td></td> </tr> </table>	TECNICO LEM	D			<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="font-size: x-small;">JEFE LEM</td> <td style="font-size: x-small;">D</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">  </td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"> HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C. </td> </tr> </table>	JEFE LEM	D			HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.		<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="font-size: x-small;">COC - LEM</td> <td style="font-size: x-small;">D</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">  </td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"> NICOLLE CUMPA BARRETO REPRESENTANTE GENERAL </td> </tr> </table>	COC - LEM	D			NICOLLE CUMPA BARRETO REPRESENTANTE GENERAL	
TECNICO LEM	D																	
																		
JEFE LEM	D																	
																		
HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.																		
COC - LEM	D																	
																		
NICOLLE CUMPA BARRETO REPRESENTANTE GENERAL																		

 Jr. Arequipa 3197, Urb. Perú, San Martín de Porres	 975232841 922318222	 informes@laboratoriomatestlab.com www.laboratoriomatestlab.com
--	--	---

	DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 211	Código	IQ-PO-01
		Versión	01
		Fecha	16-08-2021
		Página	4 de 4

**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO
MÉTODO DEL ACI 211**

PROYECTO	INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ESTOPA DE COCO AL 1.5% - 2% Y PENCA DE TUNA 1.5% - 2% EN LA TRABAJABILIDAD, LAS RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO F _{cd} =210 kg/cm ²	REGISTRO N°:	2021 - TS79
SOLICITANTE	Medina Reynoso Celso Christian / Luyo Rondon Estefani / Perez Cartumacaca Danilo	REALIZADO POR :	D. Castillo
CÓDIGO DE PROYECTO	---	REVISADO POR :	H Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO	Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE VACIADO:	16/08/2021
FECHA DE EMISIÓN	16/08/2021	TURNO:	Diurno

Agregado	: Ag. Grueso / Ag. Fino	F'c de diseño:	210 kg/cm ²
Procedencia	: AGREGAGOS DE FERRETERIA	Asentamiento:	3" - 4"
Cemento	: Cemento SOL Tipo 1	Código de mezcla:	TRATAMIENTO 2

- | | |
|--|--|
| 1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA
F'cr = 294 | 5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO
Cemento = 386 kg |
| 2. RELACIÓN AGUA CEMENTO
R a/c = 0.56 | 6. FACTOR CEMENTO
Bolsas x m ³ = 6,6 Bolsas |
| 3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA
Agua = 206 L | 7. CÁLCULO DE FIBRA DE ESTOPA DE COCO
5,49 kg x m ³ = 1,5% / Cto |
| 4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO
Aire = 2.0% | 8. CÁLCULO DE PENCA DE TUNA
7,32 kg x m ³ = 2,0% / Cto |

9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECIFICO	VOLUMEN ABSOLUTO						
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m ³	0,1182 m ³						
Agua	1000 kg/m ³	0,2050 m ³						
Aire	---	0,0200 m ³						
			HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	TM	
Agregado grueso	2597 kg/m ³	---	0,20%	0,62%	6,66	1517	3/4	
Agregado fino	2750 kg/m ³	---	0,30%	1,38%	3,03	1570		
	Volumen de pasta	0,3412 m ³						
	Volumen de agregados	0,6588 m ³						

- | | |
|---|--|
| 10. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS
Agregado grueso = 0,3745 m ³ = 973 kg

Agregado fino = 0,2843 m ³ = 782 kg | 13. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0,03 m ³
Cemento SOL Tipo 1 10,98 kg
Agua 6,53 L
Agregado grueso 29,24 kg
Agregado fino 23,52 kg
Slump Obtenido 2"
ESTOPA DE COCO 0,16 kg
PENCA DE TUNA 0,22 kg |
| 11. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD
Agregado grueso 975 kg
Agregado fino 784 kg | 14. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA
CEM A.F. A.G. AGUA
1 : 2,1 : 2,66 : 25,3 L / bolsa |
| 12. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD
Agua 218 L | |

OBSERVACIONES:
 * Muestras provistas e identificadas por el solicitante
 * Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de MATESTLAB SAC

MATESTLAB SAC			
TECNICO LEM	JEFE LEM	D.	DOC - LEM
Nombre y Firma: 	Nombre: ENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 206749 MATESTLAB S.A.C.		Nombre y Firma: 

	DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 211	Código	EQ-FO-01
		Versión	01
		Fecha	14-08-2021
		Página	1 de 4

ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGREGADO FINO

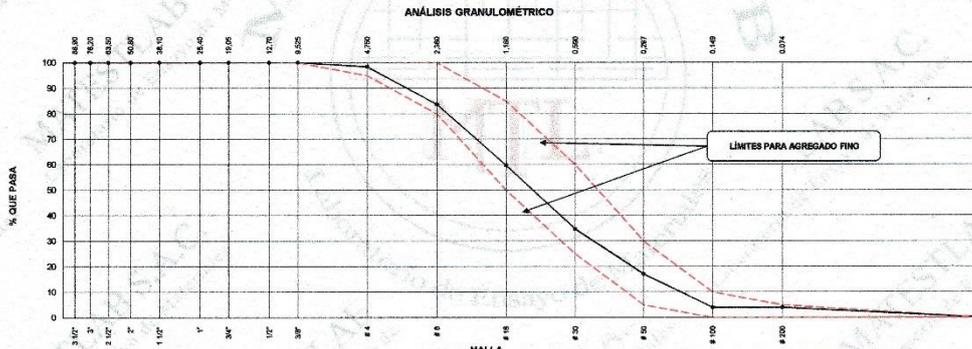
PROYECTO	INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ESTOPA DE COCO AL 1.5% - 2% Y PENCA DE TUNA 1.5% - 2% EN LA TRABAJABILIDAD, LAS RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO F'c=210 kg/cm2.	REGISTRO N°:	2021 - TS79
SOLICITANTE	Medina Reynoso Ceiso Christian / Luya Rondon Estéfani / Perez Carhuamarca Danilo	REALIZADO POR :	D. Castillo
CÓDIGO DE PROYECTO	---	REVISADO POR :	H. Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO	Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE VACIADO :	14/08/2021
FECHA DE EMISIÓN	14/08/2021	TURNO :	Diurno

Código de Muestra	: M1
Lote	: ---
N° de Muestra	: ---
Progresiva	: ---

Malla	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Peso Acum.	ASTM "LM SUP"	ASTM "LM INF"
4"	101.80 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3 1/2"	88.90 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3/4"	19.05 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
1/2"	12.70 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3/8"	9.53 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
# 4	4.75 mm	10.1	1.59	1.59	90.41	90.00
# 8	2.36 mm	20.4	14.73	16.32	83.68	80.00
# 16	1.18 mm	152.3	24.01	40.33	59.67	50.00
# 30	0.59 mm	158.2	24.94	65.28	34.72	25.00
# 50	0.30 mm	112.2	17.69	82.97	17.03	5.00
# 100	0.15 mm	83.0	13.06	96.06	3.94	0.00
# 200	0.07 mm	0.0	0.00	96.06	3.94	0.00
Fondo	0.01 mm	25.0	3.94	100.00	0.00	0.00

TARA	136.2
T+MH	1342.4
T+MS	1339.8
T+ML	1320.9

P. Especif. de Masa Seco (kg/m³)	2750.000
P. Especif. de Masa SSS (kg/m³)	2787.916
P. Especif. de Masa Aparente (kg/m³)	2856.377
P. Unitario Compactado (kg/m³)	1840
P. Unitario Suavio (kg/m³)	1570
Absorción (%)	1.38
Contenido de Humedad (%)	0.30
Módulo de Finiza	3.03
% < Malla N° 200 (0.75 µm)	1.49



MATESTLAB SAC		
REALIZADO POR Nombre y firma: 	VERIFICADO POR Nombre y firma:  HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.	AUTORIZADO POR Nombre y firma:  MATESTLAB S.A.C. RUC 2007738572 NICOLLE CAMPES BARRETO GERENTE GENERAL



DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 211

Código	EQ-00-01
Versión	01
Fecha	14-08-2021
Página	2 de 4

ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGREGADO GRUESO

PROYECTO: INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ESTOPA DE COCO AL 1.5% - 2% Y PENCA DE TUNA 1.5% - 2% EN LA TRABAJABILIDAD, LAS RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO F'c=210 kg/cm². REGISTRO N°: 2021 - TS79

SOLICITANTE: Medina Reynoso Celso Christian / Luya Rondon Estefani / Perez Carhuamaca Danilo REALIZADO POR: D. Castillo

CODIGO DE PROYECTO: --- REVISADO POR: H. Flores

UBICACION DE PROYECTO: Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC FECHA DE VACIADO: 14/08/2021

FECHA DE EMISION: 14/08/2021 TURNO: Diurno

Código de Muestra: ---

Lote: ---

N° de Muestra: ---

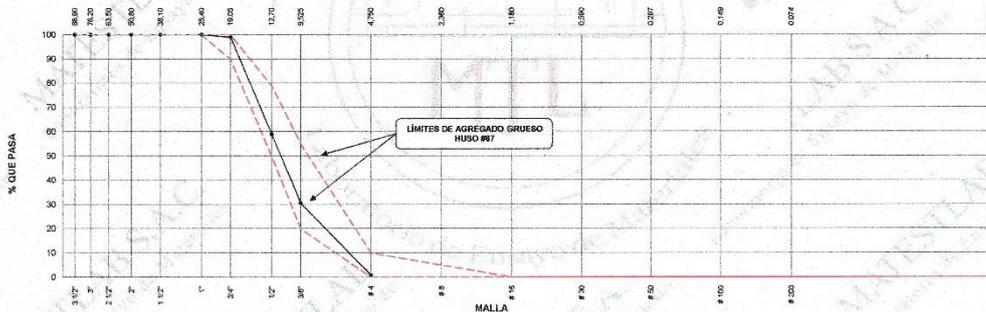
Progresiva: ---

Malla	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101.60 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3 1/2"	89.00 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3/4"	19.05 mm	56.7	1.06	1.06	98.84	90.00
1/2"	12.70 mm	2133.6	40.03	41.10	58.90	50.00
3/8"	9.53 mm	1910.8	28.34	69.44	30.56	20.00
# 4	4.75 mm	1590.6	29.84	99.28	0.72	0.00
# 8	2.36 mm	0.00	0.00	99.28	0.72	0.00
# 16	1.18 mm	0.00	0.00	99.28	0.72	0.00
# 30	0.59 mm	0.00	0.00	99.28	0.72	0.00
# 50	0.30 mm	0.00	0.00	99.28	0.72	0.00
# 100	0.15 mm	0.00	0.00	99.28	0.72	0.00
# 200	0.07 mm	0.00	0.00	99.28	0.72	0.00
Fondo	0.01 mm	38.2	0.72	100.00	0.00	0.00

TARA	260
T+MH	4217.2
T+MS	4205.3
T+ML	4207.8

P. Especif. de Masa Seco (kg/m ³)	2596.587
P. Especif. de Masa SSS (kg/m ³)	2512.994
P. Especif. de Masa Aparente (kg/m ³)	2635.234
P. Unitario Compactado (kg/m ³)	1677
P. Unitario Suelto (kg/m ³)	1517
Absorción (%)	0.62
Tamaño Máximo	1"
Tamaño Máximo Nominal	3/4"
Módulo de Finiza	6.66
% < Malla N° 200 (0.75 µm)	0.04
Contenido de Humedad (%)	0.20

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



<p>REALIZADO POR</p> <p>Nombre y firma: </p> <p>MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales</p>	<p>VERIFICADO POR</p> <p>Nombre y firma: </p> <p>HENRY W. SANTIAGO FLORE INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.</p>	<p>AUTORIZADO POR</p> <p>Nombre y firma: </p> <p>MATESTLAB S.A.C. R.D.S. 2020-4736572 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL</p>
---	--	---

Anexo 5A. Diseño de mezcla de concreto método del ACI 211 – Tratamiento 3

	DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 211	Código	EQ-11-01
		Versión	01
		Fecha	14/08/2021
		Página	3 de 4

**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO
MÉTODO DEL ACI 211**

PROYECTO INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ESTOPA DE COCO AL 1.5% - 2% Y PENCA DE TUNA 1.5% - 2% EN LA TRABAJABILIDAD, LAS RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO $F_{cc} > 210 \text{ kg/cm}^2$.	REGISTRO N°: 2021 - TS79
SOLICITANTE Medina Reynoso Celso Christian / Luya Rondon Estefani / Perez Carhuamaca Danilo	REALIZADO POR : D. Castillo
CÓDIGO DE PROYECTO ---	REVISADO POR : H. Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO Desamollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE VACIADO : 14/08/2021
FECHA DE EMISIÓN 14/08/2021	TURNO : Diurno

Agregado : Ag. Grueso / Ag. Fino	F'c de diseño : 210 kg/cm ²
Procedencia : AGREGADOS DE FERRETERIA	Asentamiento : 3" - 4"
Cemento : Cemento SOL Tipo 1	Código de mezcla : TRATAMIENTO 3

1. RELACIÓN AGUA CEMENTO R a/c = 0.56	5. PORCENTAJE DE FIBRA DE ESTOPA DE COCO Porcentaje de F.E.C : 2.0%
2. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA Agua = 205 L	6. PORCENTAJE DE PENCA DE TUNA Porcentaje de P.T : 1.5%
3. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO Aire = 2.0%	
4. DATOS DE LABORATORIO	

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	HUMEDAD	ABS	MF	PUS	PUC	TMN
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m ³						
Agua	1000 kg/m ³						
Aire	---						
Agregado grueso	2587 kg/m ³	0.20%	0.62%	6.66	1517	1677	3/4
Agregado fino	2750 kg/m ³	0.30%	1.38%	3.03	1570	1840	

OBSERVACIONES:

- Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de MATESTLAB SAC

EQUIPO UTILIZADO			
EQUIPO	CÓDIGO	F. CALIBRACIÓN	N° CERT. CALIBRACIÓN
Balanza digital Ohaus 30000g x 1g	MTL LS-10	22/09/2020	131-2020
Balanza digital Henkel 200g x 0.1g	MTL LS-6	24/09/2020	131-2020
Maquina de ensayo uniaxial Forney	MTL TA-1252	12/07/2021	271-2021
Horno digital PT-H76 196L 0° a 300°C	MTL 0120	25/09/2020	131-2020

TECNICO LEM Nombre y firma:  MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayos de Materiales	JEFE LEM Nombre y firma:  HENRY W. SANTIAGO FLORE INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.	COC - LEM Nombre y firma:  MATESTLAB S.A.C. Reg. 20594734572 NICOLLE CUMBA BARRETO SERENATE GENERAL
--	---	--

 Jr. Arequipa 3197, Urb. Perú, San Martín de Porres	 975232841  922318222	 informes@laboratoriomatestlab.com www.laboratoriomatestlab.com
--	--	---

	DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 211	Código	EQ-10-01
		Versión	01
		Fecha	14-09-2021
		Página	4 de 4

**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO
MÉTODO DEL ACI 211**

PROYECTO	INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ESTOPA DE COCO AL 1.5% - 2% Y PENCA DE TUNA 1.5% - 2% EN LA TRABAJABILIDAD, LAS RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO F _{cd} = 210 kg/cm ² .	REGISTRO N°:	2021 - TS79
SOLICITANTE	Medina Reynoso Celso Christian / Luyo Rondon Estefani / Perez Carhuamaca Danilo	REALIZADO POR :	D. Castillo
CÓDIGO DE PROYECTO	---	REVISADO POR :	H. Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO	Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE VACIADO :	14/09/2021
FECHA DE EMISIÓN	14/09/2021	TURNO :	Diurno
Agregado	: Ag. Grueso / Ag. Fino	F'c de diseño:	210 kg/cm ²
Procedencia	: AGREGAGOS DE FERRETERIA	Asentamiento:	3" - 4"
Cemento	: Cemento SOL Tipo 1	Código de mezcla:	TRATAMIENTO 3

- | | |
|--|--|
| 1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA
F'cr = 294 | 5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO
Cemento = 356 kg |
| 2. RELACIÓN AGUA CEMENTO
R a/c = 0,58 | 6. FACTOR CEMENTO
Bolsas x m ³ = 8,6 Bolsas |
| 3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA
Agua = 205 L | 7. CÁLCULO DE FIBRA DE ESTOPA DE COCO
7,32 kg x m ³ = 2,0% / Clo |
| 4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO
Aire = 2,0% | 8. CÁLCULO DE PENCA DE TUNA
5,49 kg x m ³ = 1,5% / Clo |

9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m ³	0,1162 m ³
Agua	1000 kg/m ³	0,2050 m ³
Aire	---	0,0200 m ³

	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	TM		
Agregado grueso	2597 kg/m ³	---	0,20%	0,62%	6,66	1517	3/4
Agregado fino	2750 kg/m ³	---	0,30%	1,38%	3,03	1570	

Volumen de pasta: 0,3412 m³
Volumen de agregados: 0,6588 m³

- | | |
|---|---|
| 10. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS
Agregado grueso = 0,3745 m ³ = 973 kg
Agregado fino = 0,2843 m ³ = 782 kg | 13. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0,03 m ³
Cemento SOL Tipo 1: 10,98 kg
Agua: 6,53 L
Agregado grueso: 29,24 kg
Agregado fino: 23,52 kg
Slump Obtenido: 1 1/2"
ESTOPA DE COCO: 0,22 kg
PENCA DE TUNA: 0,16 kg |
| 11. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD
Agregado grueso: 975 kg
Agregado fino: 784 kg | 14. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA
CEM A.F. A.G. AGUA
1 : 2,1 : 2,86 : 25,3 L / bolsa |
| 12. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD
Agua: 218 L | |

OBSERVACIONES:
 * Muestras provistas e identificadas por el solicitante
 * Prohíbida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de MATESTLAB SAC

MATESTLAB SAC			
TECNICO LEM	JEFE LEM	COC - LEM	
Nombre y firma: 	Nombre y firma: HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.	Nombre y firma: 	Nombre y firma: NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL

	DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 211	Código	EQ-F0-01
		Versión	01
		Fecha	24-08-2021
		Página	2 de 4

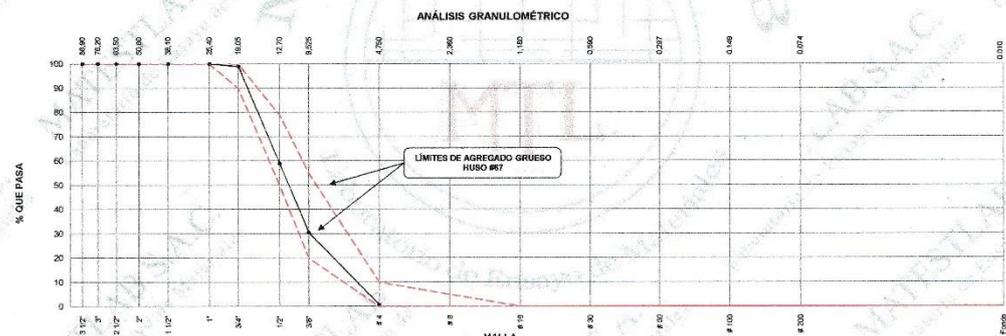
ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGREGADO GRUESO

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ESTOPA DE COCO AL 1.5% - 2% Y PENCA DE TUNA 1.5% - 2% EN LA TRABAJABILIDAD, LAS RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO F_c=210 kg/cm². REGISTRO N° : 2021-TS79

SOLICITANTE : Medina Reynoso Ceiso Christian / Luya Rondon Estefani / Perez Carhuamaca Danito REALIZADO POR : D. Castillo
 CÓDIGO DE PROYECTO : --- REVISADO POR : H. Flores
 UBICACIÓN DE PROYECTO : Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC FECHA DE VACIADO : 24/08/2021
 FECHA DE EMISIÓN : 24/08/2021 TURNO : Diurno

Código de Muestra : ---
 Lote : ---
 N° de Muestra : ---
 Progresiva : ---

AGREGADO GRUESO ASTM C33 HUSO # 67						TARA		CARACTERÍSTICAS FÍSICAS		
Malla	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"				
4"	101.60 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	TARA	280	P. Especif. de Masa Seco (kg/m ³)	2596.987
3 1/2"	89.90 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	T+MH	4217.2	P. Especif. de Masa S&S (kg/m ³)	2612.294
3"	76.20 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	T+MS	4309.3	P. Especif. de Masa Apesada (kg/m ³)	2630.234
2 1/2"	63.50 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	T+ML	4207.8	P. Unitario Compactado (kg/m ³)	1677
2"	50.80 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00			P. Unitario Suelto (kg/m ³)	1517
1 1/2"	38.10 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00			Absorción (%)	0.62
1"	25.40 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00			Tamaño Máximo	1
3/4"	19.05 mm	56.7	1.56	1.06	98.94	80.00			Tamaño Máximo Nominal	3/4"
1/2"	12.70 mm	2133.6	40.03	41.10	56.90	50.00			Módulo de Fineza	6.66
3/8"	9.53 mm	1510.6	28.34	69.44	30.56	20.00			% < Malla N° 200 (0.75 mm)	0.04
# 4	4.75 mm	1560.6	29.84	99.28	0.72	0.00			Contenido de Humedad (%)	0.20
# 8	2.36 mm	0.00	0.00	99.28	0.72	0.00				
# 16	1.18 mm	0.00	0.00	99.28	0.72	0.00				
# 30	0.59 mm	0.00	0.00	99.28	0.72	0.00				
# 50	0.30 mm	0.00	0.00	99.28	0.72	0.00				
# 100	0.15 mm	0.00	0.00	99.28	0.72	0.00				
# 200	0.07 mm	0.00	0.00	99.28	0.72	0.00				
Fondo	0.01 mm	38.2	0.72	100.00	0.00	0.00				



MATESTLAB SAC		
REALIZADO POR	VERIFICADO POR	AUTORIZADO POR
Nombre y firma: 	Nombre y firma: HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.	Nombre y firma: MATESTLAB S.A.C. RUC 2020118372 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL

	DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 211	Código	EQ-FO-01
		Versión	01
		Fecha	24-08-2021
		Página	1 de 4

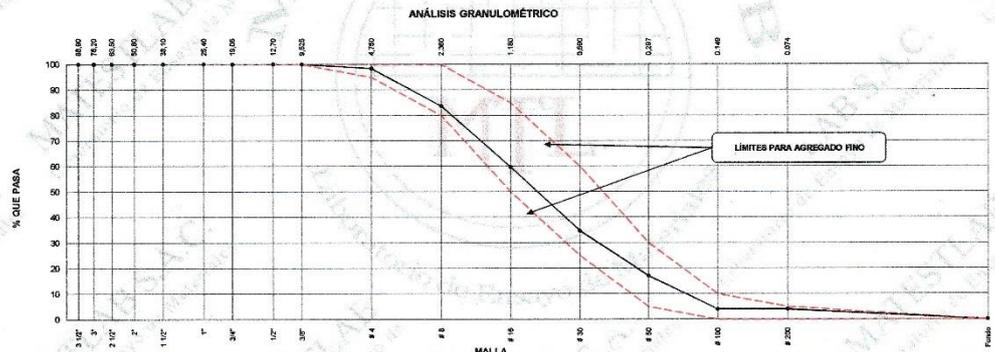
ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGREGADO FINO

PROYECTO	INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ESTOPA DE COCO AL 1.5% - 2% Y PENCA DE TUNA 1.5% - 2% EN LA TRABAJABILIDAD, LAS RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO. F _c =210 kg/cm ² .	REGISTRO N°:	2021 - TS79
SOLICITANTE	Medina Reynoso Celso Christian / Luya Rondon Estefani / Perez Carhuamaca Danilo	REALIZADO POR :	D. Castillo
CÓDIGO DE PROYECTO	---	REVISADO POR :	H. Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO	Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE VACIADO :	24/08/2021
FECHA DE EMISIÓN	24/08/2021	TURNO :	Diurno
Código de Muestra	M1		
Lote	---		
N° de Muestra	---		
Progresiva	---		

Malla	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LM SUP"	ASTM "LM INF"
#4	191.00	0.0	0.00	100.00	100.00	100.00
3/12"	89.90	0.0	0.00	100.00	100.00	100.00
#20	75.20	0.0	0.00	100.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50	0.0	0.00	100.00	100.00	100.00
#10	59.90	0.0	0.00	100.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.0	0.00	100.00	100.00	100.00
#1	25.40	0.0	0.00	100.00	100.00	100.00
3/4"	19.05	0.0	0.00	100.00	100.00	100.00
1/2"	12.70	0.0	0.00	100.00	100.00	100.00
3/8"	9.53	0.0	0.00	100.00	100.00	100.00
#4	4.75	16.1	1.59	83.91	95.00	100.00
#8	2.36	33.4	14.73	65.27	80.00	100.00
#16	1.18	152.3	24.01	40.33	50.00	65.00
#30	0.59	158.2	24.94	65.28	34.72	60.00
#50	0.30	112.2	17.89	82.87	17.03	30.00
#100	0.15	83.0	13.09	86.06	3.94	10.00
#200	0.07	0.0	0.00	96.09	3.84	5.00
Fondo	0.01	25.0	3.94	100.00	0.00	0.00

TARA	138.2
T+MH	1342.4
T+MS	1335.8
T+ML	1320.9

P. Especif. de Masa Seca (kg/m ³)	2750.000
P. Especif. de Masa SSS (kg/m ³)	2787.916
P. Especif. de Masa Aparente (kg/m ³)	2858.377
P. Unitario Compactado (kg/m ³)	1940
P. Unitario Suelto (kg/m ³)	1570
Absorción (%)	1.38
Contenido de Humedad (%)	0.30
Módulo de Finco	3.03
% < Malla N° 200 (0.75 mm)	1.49



MATESTLAB SAC		
REALIZADO POR Nombre y firma: 	VERIFICADO POR Nombre y firma: HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.	AUTORIZADO POR Nombre y firma: 

Anexo 6A. Diseño de mezcla de concreto Método ACI 211 – Tratamiento 4

	DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 211	Código	EQ-R3-01
		Versión	01
		Fecha	24/08/2021
		Página	3 de 4

**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO
MÉTODO DEL ACI 211**

PROYECTO INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ESTOPA DE COCO AL 1.5% - 2% Y PENCA DE TUNA 1.5% - 2% EN LA TRABAJABILIDAD, LAS RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO Fc=210 kg/cm2.	REGISTRO N°: 2021 - TS79
SOLICITANTE : Medina Reynoso Celso Christian / Luya Rondón Estefani / Perez Carhuamaca Danilo	REALIZADO POR : D. Castillo
CÓDIGO DE PROYECTO : ---	REVISADO POR : H. Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO : Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE VACIADO : 24/08/2021
FECHA DE EMISIÓN : 24/08/2021	TURNO : Diurno

Agregado : Ag. Grueso / Ag. Fino	F c de diseño : 210 kg/cm2
Procedencia : AGREGADOS DE FERRETERIA	Asentamiento : 3" - 4"
Cemento : Cemento SOL Tipo 1	Código de mezcla : TRATAMIENTO 4

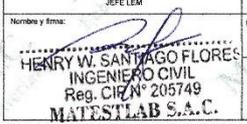
1. RELACIÓN AGUA CEMENTO R a/c : 0,56	5. PORCENTAJE DE FIBRA DE ESTOPA DE COCO Porcentaje de F.E.C : 2,0%
2. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA Agua = 205 L	6. PORCENTAJE DE PENCA DE TUNA Porcentaje de P.T : 2,0%
3. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO Aire = 2,0%	
4. DATOS DE LABORATORIO	

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	HUMEDAD	ABS	MF	PUS	PUC	TMN
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m3						
Agua	1000 kg/m3						
Aire	---						
Agregado grueso	2597 kg/m3	0,20%	0,62%	6,66	1517	1677	3/4
Agregado fino	2750 kg/m3	0,30%	1,38%	3,03	1570	1840	

OBSERVACIONES:

- * Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- * Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de MATESTLAB SAC

EQUIPO UTILIZADO			
EQUIPO	CÓDIGO	F. CALIBRACIÓN	N° CERT. CALIBRACIÓN
Balanza digital Ohaus 30000g x 1g	MTL LS-10	22/09/2020	131-2020
Balanza digital Henkel 200g x 0,1g	MTL LS-6	24/09/2020	131-2020
Maquina de ensayo uniaxial Forney	MTL TA-1252	12/07/2021	271-2021
Horno digital PT-H76 196L 0° a 300°C	MTL 0120	25/09/2020	131-2020

MATESTLAB SAC			
TECNICO LEM	JEFE LEM	COC - LEM	D.
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. C.I.R. N° 205749 MATESTLAB S.A.C.	Nombre y firma:  MATESTLAB S.A.C. RUC 20204736572 NICOLE CLAYTON BARRETO GERENTE GENERAL	D. M. A.

 Jr. Arequipa 3197, Urb. Perú, San Martín de Porres	 948650513 912462558	 informes@laboratoriomatestlab.com www.laboratoriomatestlab.com
--	--	---

	DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 211	Código	EQFO-01
		Versión	01
		Fecha	24-08-2021
		Página	4 de 4

**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO
MÉTODO DEL ACI 211**

PROYECTO	INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ESTOPA DE COCO AL 1.5% - 2% Y PENCA DE TUNA 1.5% - 2% EN LA TRABAJABILIDAD, LAS RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO $F_{cm}=210 \text{ kg/cm}^2$.	REGISTRO N°:	2021 - TS79
SOLICITANTE	Medina Reynoso Celso Christian / Luján Rondon Estefani / Perez Carhuamaca Danilo	REALIZADO POR	D. Castillo
CÓDIGO DE PROYECTO	---	REVISADO POR	H. Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO	Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC.	FECHA DE VACIADO	24/08/2021
FECHA DE EMISIÓN	24/08/2021	TURNOS	Diurno
Agregado	: Ag. Grueso / Ag. Fino	F'c de diseño:	210 kg/cm ²
Procedencia	: AGREGAGOS DE FERRETERIA	Asentamiento:	3" - 4"
Cemento	: Cemento SOL Tipo 1	Código de mezcla:	TRATAMIENTO 4

- | | |
|--|--|
| 1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA
F'cr = 294 | 5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO
Cemento = 396 kg |
| 2. RELACION AGUA CEMENTO
R a/c = 0,56 | 6. FACTOR CEMENTO
Bolsas x m ³ = 8,6 Bolsas |
| 3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA
Agua = 205 L | 7. CÁLCULO DE FIBRA DE ESTOPA DE COCO
7,32 kg x m ³ = 2,0% / Cto |
| 4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO
Aire = 2,0% | 8. CÁLCULO DE PENCA DE TUNA
7,32 kg x m ³ = 2,0% / Cto |

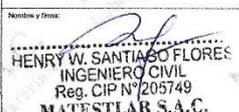
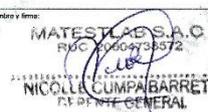
9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO					
Cemento SOL Tipo 1	3190 kg/m ³	0,1162 m ³					
Agua	1000 kg/m ³	0,2050 m ³					
Aire	---	0,0200 m ³					
			HUMEDAD	ABSORCIÓN	MOD. FINEZA	P.U. SUELTO	TM
Agregado grueso	2597 kg/m ³	---	0,20%	0,62%	6,66	1517	3/4
Agregado fino	2790 kg/m ³	---	0,30%	1,36%	3,03	1570	
Volumen de pasta		0,3412 m ³					
Volumen de agregados		0,6588 m ³					

- | | |
|---|--|
| 10. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS
Agregado grueso = 0,3745 m ³ = 973 kg
Agregado fino = 0,2843 m ³ = 782 kg | 13. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0,03 m ³
Cemento SOL Tipo 1 10,98 kg
Agua 6,53 L
Agregado grueso 29,24 kg
Agregado fino 23,52 kg
Slump Obtenido 1"
ESTOPA DE COCO 0,22 kg
PENCA DE TUNA 0,22 kg |
| 11. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD
Agregado grueso 975 kg
Agregado fino 784 kg | 14. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA
CEM A.F. A.G. AGUA
1 : 2,1 : 2,66 : 25,3 L / bolsa |
| 12. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD
Agua 218 L | |

OBSERVACIONES:

- * Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- * Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de MATESTLAB SAC

MATESTLAB SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:  	M:	Nombre y firma:  HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.	M:
	A:	Nombre y firma:  MATESTLAB S.A.C. RUC N° 20609738572 NICOLL CUMPA BARRETO DIRECTOR GENERAL	M:
	A:		A:

Anexo 7A. Resultados del ensayo de resistencia a la compresión en concreto endurecido ASTM C39 – 7 días

	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS ASTM C 39	Código	EQ-PO-01
		Verdote	01
		Fecha	03-09-2021
		Página	1 de 2

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN

PROYECTO INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ESTOPA DE COGO AL 1.5% - 2% Y PENCA DE TUNA 1.5% - 2% EN LA TRABAJABILIDAD, LAS RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO F _c =210 kg/cm ² .	REGISTRO N°: 2021 - TS79
SOLICITANTE Medina Reynoso Celso Christian / Luya Rondon Estefani / Perez Carhuamarca Danilo	REALIZADO POR : D. Castillo
CÓDIGO DE PROYECTO ---	REVISADO POR : H.Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE ENSAYO : 03/09/2021
FECHA DE EMISIÓN 03/09/2021	TURNO : Diurno

Tipo de muestra : Concreto endurecido
Presentación : Especímenes cilíndricos 6" x 12"
F_c de diseño : 210 kg/cm²

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CONCRETO ENDURECIDO ASTM C39

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIÁMETRO	ALTURA	FUERZA MÁXIMA	TIPO DE FALLA
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON TRATAMIENTO 0 Fc = 210 kg/cm2	10/08/2021	17/08/2021	7	14,7	30	32283	3
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON TRATAMIENTO 0 Fc = 210 kg/cm2	10/08/2021	17/08/2021	7	14,7	30	33394	2
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON TRATAMIENTO 0 Fc = 210 kg/cm2	10/08/2021	17/08/2021	7	14,7	30	33390	3
PROBETA N° 01 DISEÑO TRATAMIENTO 1 Fc = 210 kg/cm2	27/08/2021	03/09/2021	7	14,7	30	35311	2
PROBETA N° 02 DISEÑO TRATAMIENTO 1 Fc = 210 kg/cm2	27/08/2021	03/09/2021	7	14,7	30	35311	4
PROBETA N° 03 DISEÑO TRATAMIENTO 1 Fc = 210 kg/cm2	27/08/2021	03/09/2021	7	14,7	30	33792	4
PROBETA N° 01 DISEÑO TRATAMIENTO 2 Fc = 210 kg/cm2	16/08/2021	23/08/2021	7	14,7	30	39458	3
PROBETA N° 02 DISEÑO TRATAMIENTO 2 Fc = 210 kg/cm2	16/08/2021	23/08/2021	7	14,7	30	40120	3
PROBETA N° 03 DISEÑO TRATAMIENTO 2 Fc = 210 kg/cm2	16/08/2021	23/08/2021	7	14,7	30	42526	2
PROBETA N° 01 DISEÑO TRATAMIENTO 3 Fc = 210 kg/cm2	14/08/2021	21/08/2021	7	14,7	30	45962	3
PROBETA N° 02 DISEÑO TRATAMIENTO 3 Fc = 210 kg/cm2	14/08/2021	21/08/2021	7	14,7	30	44812	4
PROBETA N° 03 DISEÑO TRATAMIENTO 3 Fc = 210 kg/cm2	14/08/2021	21/08/2021	7	14,7	30	45920	4
PROBETA N° 01 DISEÑO TRATAMIENTO 4 Fc = 210 kg/cm2	24/08/2021	31/08/2021	7	14,7	30	33194	2
PROBETA N° 02 DISEÑO TRATAMIENTO 4 Fc = 210 kg/cm2	24/08/2021	31/08/2021	7	14,7	30	30439	2
PROBETA N° 03 DISEÑO TRATAMIENTO 4 Fc = 210 kg/cm2	24/08/2021	31/08/2021	7	14,7	30	31462	3

OBSERVACIONES
 * Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de MATESTLAB SAC.
 * Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

MATESTLAB SAC			
TECNICO LEM 	JEFE LEM Nombre y firma: HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.	COO-LEM Nombre y firma: NICOLLE CUMBA BARRETO GERENTE GENERAL	

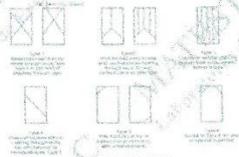
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS ASTM C 39	
	Código	EO-PO-01
	Verión	01
	Fecha	05/09/2021
	Página	2 de 2

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN

PROYECTO	: INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ESTOPA DE COCO AL 1.5% - 2% Y PENCA DE TUNA 1.5% - 2% EN LA TRABAJABILIDAD, LAS RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO Fc=210 kg/cm2.	REGISTRO N°:	2021 - TS79
SOLICITANTE	: Medina Reynoso Celso Christian / Luya Rondon Estefani / Perez Carhuaniaca Danilo	REALIZADO POR :	D. Castillo
CÓDIGO DE PROYEC	: ---	REVISADO POR :	H. Flores
UBICACIÓN DE PROY	: Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC.	FECHA DE ENSAYO :	03/09/2021
FECHA DE EMISIÓN	: 03/09/2021	TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido		
Presentación	: Especímenes cilíndricos 6" x 12"		
F'c de diseño	: 210 kg/cm2		

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO ASTM C39

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ESFUERZO	% F'c
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON TRATAMIENTO 0 Fc = 210 kg/cm2	10/08/2021	17/08/2021	7 días	2,04	190 kg/cm2	90,6
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON TRATAMIENTO 0 Fc = 210 kg/cm2	10/08/2021	17/08/2021	7 días	2,04	197 kg/cm2	93,7
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON TRATAMIENTO 0 Fc = 210 kg/cm2	10/08/2021	17/08/2021	7 días	2,04	197 kg/cm2	93,7
PROBETA N° 01 DISEÑO TRATAMIENTO 1 Fc = 210 kg/cm2	27/08/2021	03/09/2021	7 días	2,04	208 kg/cm2	99,1
PROBETA N° 02 DISEÑO TRATAMIENTO 1 Fc = 210 kg/cm2	27/08/2021	03/09/2021	7 días	2,04	208 kg/cm2	99,1
PROBETA N° 03 DISEÑO TRATAMIENTO 1 Fc = 210 kg/cm2	27/08/2021	03/09/2021	7 días	2,04	199 kg/cm2	94,8
PROBETA N° 01 DISEÑO TRATAMIENTO 2 Fc = 210 kg/cm2	16/08/2021	23/08/2021	7 días	2,04	233 kg/cm2	110,8
PROBETA N° 02 DISEÑO TRATAMIENTO 2 Fc = 210 kg/cm2	16/08/2021	23/08/2021	7 días	2,04	236 kg/cm2	112,6
PROBETA N° 03 DISEÑO TRATAMIENTO 2 Fc = 210 kg/cm2	16/08/2021	23/08/2021	7 días	2,04	251 kg/cm2	119,3
PROBETA N° 01 DISEÑO TRATAMIENTO 3 Fc = 210 kg/cm2	14/08/2021	21/08/2021	7 días	2,04	271 kg/cm2	129,0
PROBETA N° 02 DISEÑO TRATAMIENTO 3 Fc = 210 kg/cm2	14/08/2021	21/08/2021	7 días	2,04	264 kg/cm2	125,7
PROBETA N° 03 DISEÑO TRATAMIENTO 3 Fc = 210 kg/cm2	14/08/2021	21/08/2021	7 días	2,04	271 kg/cm2	128,8
PROBETA N° 01 DISEÑO TRATAMIENTO 4 Fc = 210 kg/cm2	24/08/2021	31/08/2021	7 días	2,04	196 kg/cm2	93,1
PROBETA N° 02 DISEÑO TRATAMIENTO 4 Fc = 210 kg/cm2	24/08/2021	31/08/2021	7 días	2,04	179 kg/cm2	85,4
PROBETA N° 03 DISEÑO TRATAMIENTO 4 Fc = 210 kg/cm2	24/08/2021	31/08/2021	7 días	2,04	185 kg/cm2	88,2



	Coefficient of Variation ^a	Acceptable Range ^d of Individual Cylinder Strengths	
		2 cylinders	3 cylinders
6 by 12 in. [150 by 300 mm]			
Laboratory conditions	2.4 %	6.6 %	7.8 %
Field conditions	2.9 %	8.0 %	9.5 %
4 by 8 in. [100 by 200 mm]			
Laboratory conditions	3.2 %	9.0 %	10.8 %

Fuente: ASTM C39

Fuente: ASTM C39

- OBSERVACIONES:**
- * Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de MATESTLAB SAC.
 - * Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

MATESTLAB SAC			
TECNICO LIM Nombre y firma: 	MATESTLAB SAC Nombre y firma: HENRY W. SANTIAGO FLORE: INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.	COC - LIM Nombre y firma: 	

Anexo 8A. Resultados del ensayo de resistencia a la compresión en concreto endurecido ASTM C39 – 14 días

	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS ASTM C 39	Código	EQ-F0-01
		Versión	01
		Fecha	16-09-2021
		Página	1 de 2

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN

PROYECTO	INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ESTOPA DE COCO AL 1.5% - 2% Y PENCA DE TUNA 1.5% - 2% EN LA TRABAJABILIDAD, LAS RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO $F_{cc}=210 \text{ kg/cm}^2$.	REGISTRO N°:	2021 - TS79
SOLICITANTE	Medina Reynoso Celso Christian / Luya Rondon Estefani / Perez Carhuamaca Danilo	REALIZADO POR	D. Castillo
CÓDIGO DE PROYECTO	---	REVISADO POR	H. Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO	Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE ENSAYO	10/09/2021
FECHA DE EMISIÓN	03/09/2021	TURNO	Diurno
Tipo de muestra	Concreto endurecido		
Presentación	Especímenes cilíndricos 6" x 12"		
Fc de diseño	210 kg/cm ²		

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CONCRETO ENDURECIDO ASTM C39

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIÁMETRO	ALTURA	FUERZA MÁXIMA	TIPO DE FALLA
PROBETA N° 04 DISEÑO PATRON TRATAMIENTO 0 $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	10/08/2021	24/08/2021	14	14,7	30	40111	4
PROBETA N° 05 DISEÑO PATRON TRATAMIENTO 0 $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	10/08/2021	24/08/2021	14	14,7	30	40529	4
PROBETA N° 06 DISEÑO PATRON TRATAMIENTO 0 $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	10/08/2021	24/08/2021	14	14,7	30	39620	3
PROBETA N° 04 DISEÑO TRATAMIENTO 1 $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	27/08/2021	10/09/2021	14	14,7	30	40653	3
PROBETA N° 05 DISEÑO TRATAMIENTO 1 $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	27/08/2021	10/09/2021	14	14,7	30	41759	4
PROBETA N° 06 DISEÑO TRATAMIENTO 1 $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	27/08/2021	10/09/2021	14	14,7	30	41759	4
PROBETA N° 04 DISEÑO TRATAMIENTO 2 $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	16/08/2021	30/08/2021	14	14,7	30	45220	4
PROBETA N° 05 DISEÑO TRATAMIENTO 2 $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	16/08/2021	30/08/2021	14	14,7	30	46131	3
PROBETA N° 06 DISEÑO TRATAMIENTO 2 $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	16/08/2021	30/08/2021	14	14,7	30	45210	3
PROBETA N° 04 DISEÑO TRATAMIENTO 3 $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	14/08/2021	28/08/2021	14	14,7	30	47975	3
PROBETA N° 05 DISEÑO TRATAMIENTO 3 $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	14/08/2021	28/08/2021	14	14,7	30	48536	4
PROBETA N° 06 DISEÑO TRATAMIENTO 3 $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	14/08/2021	28/08/2021	14	14,7	30	49716	4
PROBETA N° 04 DISEÑO TRATAMIENTO 4 $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	24/08/2021	07/09/2021	14	14,7	30	39885	4
PROBETA N° 05 DISEÑO TRATAMIENTO 4 $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	24/08/2021	07/09/2021	14	14,7	30	39916	3
PROBETA N° 06 DISEÑO TRATAMIENTO 4 $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	24/08/2021	07/09/2021	14	14,7	30	39755	3

OBSERVACIONES:
 * Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de MATESTLAB SAC.
 * Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

MATESTLAB SAC			
TÉCNICO LEM Nombre y firma:  	JEFE LEM Nombre y firma:  HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.	COO-LEM Nombre y firma:  MATESTLAB S.A.C. NICOLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL	

Anexo 9A. Resultados del ensayo de resistencia a la compresión en concreto endurecido ASTM C39 – 28 días

	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS ASTM C 39	Código	EQ-FD-01
		Versión	01
		Fecha	24-09-2021
		Página	1 de 2

METODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN

PROYECTO	INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ESTOPA DE COCO AL 1.5% - 2% Y PENCA DE TUNA 1.5% - 2% EN LA TRABAJABILIDAD. LAS RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO F _c =210 kg/cm ² .	REGISTRO N°: 2021 - TS79
SOLICITANTE	Medina Reynoso Celso Christian / Luya Rondon Estefani / Perez Carhuamaca Danilo	REALIZADO POR : D. Castillo
CÓDIGO DE PROYECTO	---	REVISADO POR : H. Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO	Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE ENSAYO : 24/09/2021
FECHA DE EMISIÓN	24/09/2021	TURNO : Diurno
Tipo de muestra	Concreto endurecido	
Presentación	Especímenes cilíndricos 6" x 12"	
Fc de diseño	210 kg/cm ²	

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CONCRETO ENDURECIDO ASTM C39

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIÁMETRO	ALTURA	FUERZA MÁXIMA	TIPO DE FALLA
PROBETA N° 07 DISEÑO PATRON TRATAMIENTO 0 Fc = 210 kg/cm ²	10/08/2021	07/09/2021	28	14,7	30	44891	3
PROBETA N° 08 DISEÑO PATRON TRATAMIENTO 0 Fc = 210 kg/cm ²	10/08/2021	07/09/2021	28	14,7	30	44367	4
PROBETA N° 09 DISEÑO PATRON TRATAMIENTO 0 Fc = 210 kg/cm ²	10/08/2021	07/09/2021	28	14,7	30	45172	3
PROBETA N° 07 DISEÑO TRATAMIENTO 1 Fc = 210 kg/cm ²	27/08/2021	24/09/2021	28	14,7	30	48519	4
PROBETA N° 08 DISEÑO TRATAMIENTO 1 Fc = 210 kg/cm ²	27/08/2021	24/09/2021	28	14,7	30	47955	4
PROBETA N° 09 DISEÑO TRATAMIENTO 1 Fc = 210 kg/cm ²	27/08/2021	24/09/2021	28	14,7	30	48638	3
PROBETA N° 07 DISEÑO TRATAMIENTO 2 Fc = 210 kg/cm ²	16/08/2021	13/09/2021	28	14,7	30	51174	4
PROBETA N° 08 DISEÑO TRATAMIENTO 2 Fc = 210 kg/cm ²	16/08/2021	13/09/2021	28	14,7	30	52906	3
PROBETA N° 09 DISEÑO TRATAMIENTO 2 Fc = 210 kg/cm ²	16/08/2021	13/09/2021	28	14,7	30	50551	4
PROBETA N° 07 DISEÑO TRATAMIENTO 3 Fc = 210 kg/cm ²	14/08/2021	11/09/2021	28	14,7	30	54210	3
PROBETA N° 08 DISEÑO TRATAMIENTO 3 Fc = 210 kg/cm ²	14/08/2021	11/09/2021	28	14,7	30	54364	4
PROBETA N° 09 DISEÑO TRATAMIENTO 3 Fc = 210 kg/cm ²	14/08/2021	11/09/2021	28	14,7	30	53947	3
PROBETA N° 07 DISEÑO TRATAMIENTO 4 Fc = 210 kg/cm ²	24/08/2021	21/09/2021	28	14,7	30	47521	4
PROBETA N° 08 DISEÑO TRATAMIENTO 4 Fc = 210 kg/cm ²	24/08/2021	21/09/2021	28	14,7	30	46763	4
PROBETA N° 09 DISEÑO TRATAMIENTO 4 Fc = 210 kg/cm ²	24/08/2021	21/09/2021	28	14,7	30	47361	4

OBSERVACIONES:
 * Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de MATESTLAB SAC.
 * Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

MATESTLAB SAC			
TECNICO LEM	D.	JEFES DE	CAC - LEM
Nombre y Firma: 	M.	Nombre y Firma: 	M.
		HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.	
			Nombre y Firma: 
			NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL

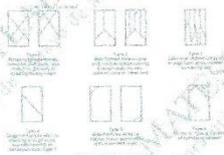
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS ASTM C 39	
	Código	EQ-90-81
	Versión	01
	Página	14-09-2021

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN

PROYECTO	: INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ESTOPA DE COCO AL 1.5% - 2% Y PENCA DE TUNA 1.5% - 2% EN LA TRABAJABILIDAD, LAS RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO F _c =210 kg/cm ² .	REGISTRO N°:	2021 - TS79
SOLICITANTE	: Medina Riqueno Calso Christian / Luys Rondon Estefani / Perez Carhuamaca Danilo	REALIZADO POR :	D. Castillo
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	REVISADO POR :	H. Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE ENSAYO :	24/09/2021
FECHA DE EMISIÓN	: 24/09/2021	TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido		
Presentación	: Especímenes cilíndricos 6" x 12"		
Fc de diseño	: 210 kg/cm ²		

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO ASTM C39

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ESFUERZO	% Fc
PROBETA N° 07 DISEÑO PATRÓN TRATAMIENTO 0 Fc = 210 kg/cm ²	10/08/2021	07/09/2021	28 días	2,04	265 kg/cm ²	126,0
PROBETA N° 08 DISEÑO PATRÓN TRATAMIENTO 0 Fc = 210 kg/cm ²	10/08/2021	07/09/2021	28 días	2,04	261 kg/cm ²	124,5
PROBETA N° 09 DISEÑO PATRÓN TRATAMIENTO 0 Fc = 210 kg/cm ²	10/08/2021	07/09/2021	28 días	2,04	266 kg/cm ²	126,7
PROBETA N° 07 DISEÑO TRATAMIENTO 1 Fc = 210 kg/cm ²	27/08/2021	24/09/2021	28 días	2,04	274 kg/cm ²	130,5
PROBETA N° 08 DISEÑO TRATAMIENTO 1 Fc = 210 kg/cm ²	27/08/2021	24/09/2021	28 días	2,04	283 kg/cm ²	134,6
PROBETA N° 09 DISEÑO TRATAMIENTO 1 Fc = 210 kg/cm ²	27/08/2021	24/09/2021	28 días	2,04	287 kg/cm ²	136,5
PROBETA N° 07 DISEÑO TRATAMIENTO 2 Fc = 210 kg/cm ²	16/08/2021	13/09/2021	28 días	2,04	302 kg/cm ²	143,6
PROBETA N° 08 DISEÑO TRATAMIENTO 2 Fc = 210 kg/cm ²	16/08/2021	13/09/2021	28 días	2,04	312 kg/cm ²	148,4
PROBETA N° 09 DISEÑO TRATAMIENTO 2 Fc = 210 kg/cm ²	16/08/2021	13/09/2021	28 días	2,04	298 kg/cm ²	141,8
PROBETA N° 07 DISEÑO TRATAMIENTO 3 Fc = 210 kg/cm ²	14/08/2021	11/09/2021	28 días	2,04	319 kg/cm ²	152,1
PROBETA N° 08 DISEÑO TRATAMIENTO 3 Fc = 210 kg/cm ²	14/08/2021	11/09/2021	28 días	2,04	320 kg/cm ²	152,5
PROBETA N° 09 DISEÑO TRATAMIENTO 3 Fc = 210 kg/cm ²	14/08/2021	11/09/2021	28 días	2,04	318 kg/cm ²	151,4
PROBETA N° 07 DISEÑO TRATAMIENTO 4 Fc = 210 kg/cm ²	24/08/2021	21/09/2021	28 días	2,04	280 kg/cm ²	133,3
PROBETA N° 08 DISEÑO TRATAMIENTO 4 Fc = 210 kg/cm ²	24/08/2021	21/09/2021	28 días	2,04	276 kg/cm ²	131,2
PROBETA N° 09 DISEÑO TRATAMIENTO 4 Fc = 210 kg/cm ²	24/08/2021	21/09/2021	28 días	2,04	279 kg/cm ²	132,9



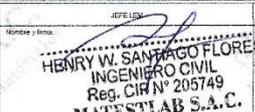
Coefficient of Variation*	Acceptable Range* of Individual Cylinder Strengths 2 cylinders	
	2 cylinders	3 cylinders
8 by 12 in. [150 by 300 mm] Laboratory conditions	2.4 %	6.0 %
Field conditions	2.9 %	6.0 %
4 by 8 in. [100 by 200 mm] Laboratory conditions	3.2 %	6.0 %

Fuente: ASTM C39

Fuente: ASTM C39

OBSERVACIONES:

- Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de MATESTLAB SAC.
- Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

MATESTLAB SAC			
TÉCNICO LEM	JEFE LEM	COO-LEM	
 MATESTLAB SAC Laboratorio de Ensayo de Materiales	 HENRY W. SANJACIO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIR N° 205749 MATESTLAB S.A.C.	 MATESTLAB S.A.C RUT: 2069736572 NICOLE GUIMARAES BARRETO GERENTE GENERAL	

Anexo 10A. Resultados del ensayo de resistencia a la flexión en concreto endurecido ASTM C78 – 28 días

	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO	Código	EQ-FO-01
		Versión	01
		Fecha	24-09-2021
		Página	1 de 2

PROYECTO	INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ESTOPA DE COCO AL 1.5% - 2% Y PENCA DE TUNA 1.5% - 2% EN LA TRABAJABILIDAD, LAS RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO Fc=210 kg/cm ²		REALIZADO POR :	J. Escobedo
SOLICITANTE	Medina Reynoso Celso Christian / Luya Rondon Estefani / Perez Carhuamaca Danilo		REVISADO POR :	H. Flores
CÓDIGO DE PROYECTO	...		FECHA DE ENSAYO :	24/09/2021
UBICACIÓN DE PROYECTO	Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC		TURNO :	Diurno
FECHA DE EMISIÓN	24/09/2021			
Tipo de muestra	Viga de concreto			
Presentación	Prismas de concreto endurecido			
Fc de diseño	210 kg/cm ²			

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACION	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	ALTURA	ANCHO	FUERZA MÁXIMA	UBICACIÓN DE FALLA
VIGA N° 01 DISEÑO PATRON TRATAMIENTO 0 Fc = 210 kg/cm ²	10/08/2021	07/09/2021	28	15,1	15,1	2674	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 02 DISEÑO PATRON TRATAMIENTO 0 Fc = 210 kg/cm ²	10/08/2021	07/09/2021	28	15,1	15,1	2791	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 03 DISEÑO PATRON TRATAMIENTO 0 Fc = 210 kg/cm ²	10/08/2021	07/09/2021	28	15,1	15,1	2631	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 01 DISEÑO TRATAMIENTO 1 Fc = 210 kg/cm ²	27/08/2021	24/09/2021	28	15,1	15,1	3025	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 02 DISEÑO TRATAMIENTO 1 Fc = 210 kg/cm ²	27/08/2021	24/09/2021	28	15,1	15,1	2984	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 03 DISEÑO TRATAMIENTO 1 Fc = 210 kg/cm ²	27/08/2021	24/09/2021	28	15,1	15,1	2997	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 01 DISEÑO TRATAMIENTO 2 Fc = 210 kg/cm ²	16/08/2021	13/09/2021	28	15,1	15,1	2812	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 02 DISEÑO TRATAMIENTO 2 Fc = 210 kg/cm ²	16/08/2021	13/09/2021	28	15,1	15,1	2819	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 03 DISEÑO TRATAMIENTO 2 Fc = 210 kg/cm ²	16/08/2021	13/09/2021	28	15,1	15,1	3079	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 01 DISEÑO TRATAMIENTO 3 Fc = 210 kg/cm ²	14/08/2021	11/09/2021	28	15,1	15,1	3460	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 02 DISEÑO TRATAMIENTO 3 Fc = 210 kg/cm ²	14/08/2021	11/09/2021	28	15,1	15,1	3341	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 03 DISEÑO TRATAMIENTO 3 Fc = 210 kg/cm ²	14/08/2021	11/09/2021	28	15,1	15,1	3410	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 01 DISEÑO TRATAMIENTO 4 Fc = 210 kg/cm ²	24/08/2021	21/09/2021	28	15,1	15,1	2495	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 02 DISEÑO TRATAMIENTO 4 Fc = 210 kg/cm ²	24/08/2021	21/09/2021	28	15,1	15,1	2580	TERCIO CENTRAL
VIGA N° 03 DISEÑO TRATAMIENTO 4 Fc = 210 kg/cm ²	24/08/2021	21/09/2021	28	15,1	15,1	2602	TERCIO CENTRAL

MATESTLAB SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
		 HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.	
		 MATESTLAB S.A.C. RUC 2000136072 NICOLIE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL	
			A:

Anexo 11A. Ensayo de peso específico y absorción de la estopa de coco

	ENSAYO DE PESO ESPECIFICO Y ABSORCION	Código	BQ-FC-01
		Verión	01
		Fecha	14-08-2021
		Página	1 de 1

PROYECTO: INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ESTOPA DE COCO AL 1.5% - 2% Y PENCA DE TUNA 1.5% - 2% EN LA TRABAJABILIDAD, LAS RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO Fc=210 kg/cm².

SOLICITANTE: Medina Reynoso Celso Christian / Luya Rondon Estefani / Perez Carhuamaca Danilo
 CÓDIGO DE PROYECTO: _____
 UBICACIÓN DE PROYECTO: Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB S.A.C.
 FECHA DE EMISIÓN: 24/08/2021

ESTOPA DE COCO

A. PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO	
DATOS	
1 PESO DE FIOLA + AGUA + MUESTRA SSS	697,30
2 PESO DE LA ARENA SSS + PESO DE FIOLA	198,30
3 PESO DEL AGUA (W = 1 - 2)	499,00
4 TARA + MUESTRA SECA	240,50
5 TARA	225,10
6 PESO DE LA ARENA SECADA AL HORNO (A = 4 - 5)	14,40
7 VOLUMEN DEL BALÓN (V = 500)	500,00
8 PESO DE LA FIOLA	198,30
9 PESO DE LA MUESTRA SSS	30
RESULTADOS	
PESO ESPECIFICO DE MASA	465
PESO ESPECIFICO DE MASA S.S.S	998
PESO ESPECIFICO APARENTE	535
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	108,33

MATESTLAB S.A.C.			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
  MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales		 HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.	 MATESTLAB S.A.C. RUC 20603738572 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL
	A:		A:

 Jr. Arequipa 3197, Urb. Perú, San Martín de Porres

 948650513
 912462558

 informes@laboratoriomatestlab.com
 www.laboratoriomatestlab.com

Anexo 3
Panel fotográfico



Anexo 12A. Extracción de la penca y procesamiento para el traslado en el anexo de Larmenta, Izcuchaca.



Anexo 13A. Procesamiento de la penca de tuna: picado y extractado.



Anexo 14A. Procesamiento de la fibra de estopa de coco: selección, limpieza y tratamiento con cal.



Anexo 15A. Secado de la fibra de estopa de coco y cortado de longitud de 2 cm.



Anexo 16A. Ensayos a los agregados: contenido de humedad y granulometría.



Anexo 17A. Ensayo de peso específico del agregado grueso y porcentaje de absorción de la fibra de estopa de coco.



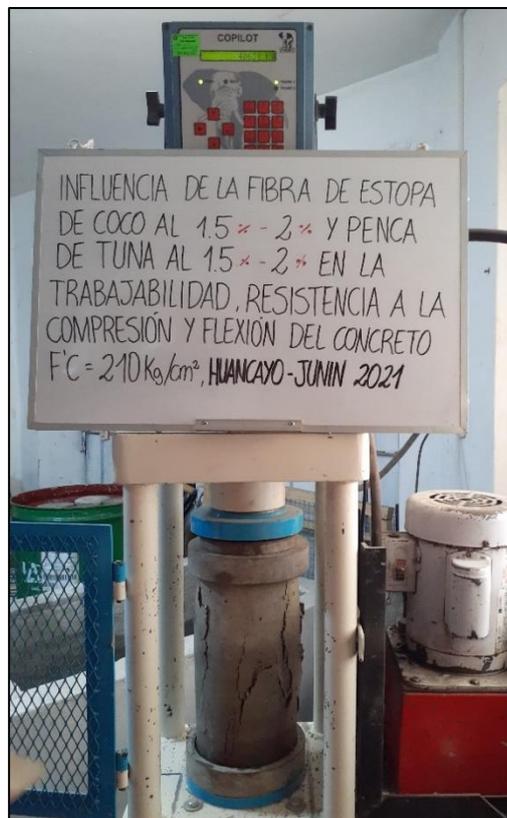
Anexo 18A. Mezclado de concreto con adición de penca de tuna y fibra de estopa de coco.



Anexo 19A. Ensayo de asentamiento del SLUMP y preparación de probetas cilíndricas de concreto.



Anexo 20A. Encofrado de probetas y viguetas para posteriormente ser curado en la poza.



Anexo 21A. Medición de probetas para la posterior prueba de rotura y falla.



Anexo 22A. Medición de viguetas para la posterior prueba de rotura y falla dentro del tercio central.



Anexo 23A. Fallas de probetas y vigas en lateral interna en la zona de falla.



Anexo 24A. Foto grupal de los tesistas y el asesor