

FACULTAD DE INGENIERÍA



Carrera de Ingeniería Civil

“ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL Y DIAGONAL DE UN MURO DE MAMPOSTERÍA Y MORTERO DE CONCRETO CON AÑADIDO DE 2%, 4% Y 6% DE VIRUTAS DE ACERO RECICLADO. LIMA 2021”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Fernando Antonio Canales Portaro

Asesor:

MBA. Ing. Alejandro Vildoso Flores

Lima - Perú

2022

DEDICATORIA

A mi abuelo por tantos años de alegrías juntos.

AGRADECIMIENTO

A mis padres por su apoyo incondicional en los momentos más difíciles.

INDICE

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO	3
INDICE	4
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS.....	10
INDICE DE ECUACIONES.....	16
RESUMEN.....	18
ABSTRACT.....	19
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	20
Realidad problemática.....	20
Justificación.....	61
1.1. Formulación del problema.....	62
<i>1.1.1. Problema general</i>	<i>62</i>
<i>1.1.2. Problemas específicos.....</i>	<i>62</i>
1.2. Objetivo	62
<i>1.2.1. Objetivo general.....</i>	<i>62</i>
<i>1.2.2. Objetivos específicos.....</i>	<i>62</i>
1.3. Hipótesis	63

1.3.1. <i>Hipótesis general</i>	63
1.3.2. <i>Hipótesis específica</i>	63
CAPITULO II. METODOLOGIA	65
2.1. Tipo y diseño de investigación.	65
2.1.1. <i>Tipo de investigación</i>	65
2.1.2. <i>Diseño de la investigación</i>	65
2.1.3. <i>Clasificación</i>	65
2.2. Variable	66
2.3. Población y Muestra (Materiales, Instrumentos y Métodos)	66
2.3.1. <i>Población</i>	66
2.3.2. <i>Muestra.</i>	67
2.3.3. <i>Unidad de Estudio</i>	68
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos	68
2.4.1. <i>Técnicas</i>	68
2.4.2. <i>Instrumento de recolección de datos</i>	68
2.4.3. <i>Técnicas de análisis de datos</i>	68
2.4.4. <i>Validez y Confiabilidad:</i>	68
2.5. Aspectos éticos	69
2.6. Procedimiento	69
CAPITULO III. RESULTADOS	93

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	133
4.1. Discusión.....	133
4.2. Conclusión	135
REFERENCIAS.....	139
ANEXOS.....	146
Anexo 1: Matriz de Consistencia.....	146
Anexo 2: Panel Fotográfico	147
Anexo 3: Resultados de Diseño de mezcla y Ensayos de Compresión Axial y Diagonal	151
Anexo 4: Certificados de laboratorio	172
Anexo 5: Juicio de expertos.....	182

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Matriz de variable.-----	66
Tabla 2 Cantidad de muestras de muros que se realizarán (Ensayo Axial)-----	67
Tabla 3 Límites permisibles para el agua de mezcla y curado -----	70
Tabla 4 Cantidad mínima de la muestra de agregado grueso o global -----	71
Tabla 5 Cantidad mínima de muestra-----	73
Tabla 6 Cantidad mínima de la muestra del agregado grueso o global.-----	75
Tabla 7 Concreto consolidados por vibración -----	83
Tabla 8 Resistencia a la compresión promedio-----	85
Tabla 9 Consistencia y Asentamiento -----	85
Tabla 10 Contenido de Aire Atrapado-----	86
Tabla 11 Contenido de Aire Incorporado y Total -----	86
Tabla 12 Relación Agua/cemento por Resistencia-----	87
Tabla 13 Recopilación de resultado del diseño de mezcla -----	95
Tabla 14 Datos de la resistencia a la compresión axial a pilas a los 7 días de curado-----	98
Tabla 15: Pruebas de normalidad para la resistencia a la compresión axial – 7 días -----	99
Tabla 16 Prueba de homogeneidad de varianzas para los 7 días de curado.-----	100
Tabla 17 Prueba de ANOVA de un factor para para la resistencia a la compresión axial a los 7 días de curado -----	100
Tabla 18 Resistencia a la compresión axial a los 7 días-----	101
Tabla 19 Datos de la resistencia a la compresión axial a pilas a los 14 días de curado -----	103
Tabla 20 Pruebas de normalidad para la resistencia a la compresión axial – 14 días -----	104

Tabla 21 Prueba del supuesto de Homogeneidad para la resistencia a la compresión axial – 14 días	-----	105
Tabla 22 Prueba de ANOVA de un factor para para la resistencia a la compresión axial a los 14 días de curado	-----	105
Tabla 23 Resistencia a la compresión axial – 14 días	-----	106
Tabla 24 Datos de la resistencia a la compresión axial a pilas a los 28 días de curado	-----	108
Tabla 25 Pruebas de normalidad para la resistencia a la compresión axial – 28 días	-----	109
Tabla 26 Prueba del supuesto de Homogeneidad para la resistencia a la compresión axial - 28 días de	-----	109
Tabla 27 Prueba de ANOVA de un factor para para la resistencia a la compresión axial a los 28 días de curado	-----	110
Tabla 28 Comparaciones múltiples para la resistencia a la compresión axial a los 28 días	----	111
Tabla 29 Datos de la resistencia a la compresión diagonal de murete a los 7 días de curado	--	115
Tabla 30 Prueba del supuesto de Normalidad para la resistencia a la compresión diagonal a los 7 días de curado.	-----	116
Tabla 31 Prueba del supuesto de Homogeneidad para la resistencia a la compresión diagonal a los 7 días de curado	-----	117
Tabla 32 Prueba de Kruskal Wallis para la resistencia a la compresión diagonal a los 7 días de curado	-----	118
Tabla 33 Comparaciones múltiples para la resistencia a la compresión diagonal a los 7 días	-	119
Tabla 34 Datos de la resistencia a la compresión diagonal de murete a los 14 días de curado	-	121
Tabla 35 Prueba del supuesto de Normalidad para la resistencia a la compresión diagonal a los 14 días de curado	-----	122

Tabla 36 Prueba del supuesto de Homogeneidad para la resistencia a la compresión diagonal a los 14 días de curado-----	123
Tabla 37 Prueba de ANOVA de un factor para la resistencia a la compresión diagonal a los 14 días de curado -----	124
Tabla 38 Resistencia a la compresión diagonal a los 14 días-----	124
Tabla 39 Datos de la resistencia a la compresión diagonal a pilas a los 28 días de curado-----	126
Tabla 40 Prueba del supuesto de Normalidad para la resistencia a la compresión diagonal a los 28 días de curado.-----	127
Tabla 41 Prueba del supuesto de Homogeneidad para la resistencia a la compresión diagonal a los 28 días de curado-----	128
Tabla 42 Prueba de ANOVA de un factor para la resistencia a la compresión diagonal a los 28 días de curado -----	129
Tabla 43 Comparación múltiples a la resistencia a la compresión diagonal a los 28 días -----	130
Tabla 44 Resultados Ensayo de Compresión Axial-----	132
Tabla 45 <i>Resultados Ensayo de Compresión Diagonal</i> -----	132

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mampostería confinada. -----	33
Figura 2: Mampostería reforzada. -----	33
Figura 3: Mampostería en piedra. -----	35
Figura 4: Mampostería sin Mortero. -----	35
Figura 5: Elementos de la mampostería. -----	38
Figura 6: Mortero de concreto. -----	42
Figura 7: Requerimientos para especificación por proporciones. -----	44
Figura 8: Pesos de materiales para morteros. -----	44
Figura 9: Requerimientos para especificación por propiedades. -----	44
Figura 10: Usos de los morteros de cemento. -----	46
Figura 11: Requisitos físicos de cementos de mampostería. -----	53
Figura 12: Tipos de aditivos químicos según la norma ASTM C-494. -----	58
Figura 13: Concreto reciclado con fibras de acero. -----	58
Figura 14: Acero reciclado. -----	60
Figura 15: Virutas de acero -----	69
Figura 16: Virutas de acero a añadirse en proporción del peso del cemento -----	70
Figura 17: Procedimiento de pesado de muestra de agregado fino (arena gruesa), en condición natural -----	72
Figura 18: Procedimiento de pesado de muestra de agregado grueso (piedra chancada), en condición natural -----	73
Figura 19: Agregado fino (peso de muestra seca), a 110 °C durante aproximadamente 24 horas. -----	74

Figura 20: Agregado grueso (peso de muestra seca), a 110 °C durante aproximadamente 24 horas.	75
Figura 21: Agregado grueso en el molde cilíndrico y se enrasa la superficie con una varilla metálica o regleta.	77
Figura 22: Agregado fino en el molde cilíndrico y se enrasa la superficie con una varilla metálica o regleta.	78
Figura 23: Ensayo de conito de absorción. Se apisona unas 25 veces dejando caer el pisón desde una altura aproximada de 1 cm. Todo esto para corroborar si el material se encuentra superficialmente seco.	80
Figura 24: Se procede a verter agua en la fiola, posteriormente por medio de una agitación eliminar las burbujas y vacíos, y dejar reposar por 24 horas. Pasado las 24 horas con la pipeta se nivela a 500 cm ³ .	80
Figura 25: Se suspende un contenedor (canastilla) y se coloca el agregado grueso. Se registra la masa aparente del agregado saturado en agua (sumergido).	82
Figura 26: Volumen de agua	86
Figura 27: Max. Relación a/c permisible para C° sometidos a condiciones especiales	88
Figura 28: Peso del Agregado Grueso por Unidad de Volumen del Concreto	89
Figura 29: Muestras para ensayo	91
Figura 30: Dimensiones de la probeta	91
Figura 31: Ensayo a compresión diagonal	92
Figura 32: Ensayo a compresión axial	92
Figura 33: Media de resistencia a la compresión axial a los 7 días	102
Figura 34: Media de Resistencia a la Compresión Axial a los 14 días	107

Figura 35: Medias de Resistencia a la compresión axial a los 28 días -----	112
Figura 36: Media de Resistencia a la compresión diagonal a los 7 días -----	120
Figura 37: Media de Resistencia a la compresión diagonal a los 14 días-----	125
Figura 38: Media de resistencia a la compresión diagonal a los 28 días-----	131
Figura 39: Materiales para ensayos de características físicas de los agregados: bandejas de metal, balanza de precisión y horno.-----	147
Figura 40: Granulometría – Tamices. -----	147
Figura 41: Materiales: arena y piedras.-----	147
Figura 42: Levantamiento de los muretes verificando las medidas.-----	148
Figura 43: Se aprecia una viruta de acero sobresaliendo en los muretes terminados.-----	148
Figura 44: Rotulación de Muretes: Patrón, 2%, 4% y 6%. -----	148
Figura 45: Para los ensayos se usó una prensa hidráulica y pletinas de acero para sostener la base. -----	149
Figura 46: Ensayo de la resistencia a la compresión axial-----	149
Figura 47: Ensayo de la resistencia a la compresión diagonal -----	150
Figura 48: Resultados de ensayos de control de calidad del agregado fino para mortero patrón. -----	151
Figura 49: Diseño de mezclas de mortero patrón por el método del ACI 211-página 01.-----	152
Figura 50: Diseño de mezclas de mortero patrón por el método del ACI 211-página 02.-----	153
Figura 51: Resultados de ensayos de control de calidad del agregado fino para mortero con añadido de 2% de viruta de acero reciclado.-----	154
Figura 52: Diseño de mezclas de mortero patrón con añadido de 2% de viruta de acero reciclado por el método del ACI 211-página 01. -----	155

Figura 53: Diseño de mezclas de mortero patrón con añadido de 2% de viruta de acero reciclado por el método del ACI 211-página 02.	156
Figura 54: Resultados de ensayos de control de calidad del agregado fino para mortero con añadido de 4% de viruta de acero reciclado.	157
Figura 55: Diseño de mezclas de mortero patrón con añadido de 4% de viruta de acero reciclado por el método del ACI 211-página 01.	158
Figura 56: Diseño de mezclas de mortero patrón con añadido de 4% de viruta de acero reciclado por el método del ACI 211-página 02.	159
Figura 57: Resultados de ensayos de control de calidad del agregado fino para mortero con añadido de 6% de viruta de acero reciclado.	160
Figura 58: Diseño de mezclas de mortero patrón con añadido de 6% de viruta de acero reciclado por el método del ACI 211-página 01.	161
Figura 59: Diseño de mezclas de mortero patrón con añadido de 6% de viruta de acero reciclado por el método del ACI 211-página 02.	162
Figura 60: Resultados de ensayos de compresión diagonal de muretes: patrón, 2%, 4%, 6% de viruta de acero reciclado-página 01.	163
Figura 61: Resultados de ensayos de compresión diagonal de muretes: patrón, 2%, 4%, 6% de viruta de acero reciclado-página 02.	164
Figura 62: Resultados de ensayos de compresión diagonal de muretes: patrón, 2%, 4%, 6% de viruta de acero reciclado-página 03.	165
Figura 63: Resultados de ensayos de compresión diagonal de muretes: patrón, 2%, 4%, 6% de viruta de acero reciclado-página 04.	166

Figura 64: Resultados de ensayos de compresión diagonal de muretes: patrón, 2%, 4%, 6% de viruta de acero reciclado-página 05.-----	167
Figura 65: Resultados de ensayos de compresión diagonal de muretes: patrón, 2%, 4%, 6% de viruta de acero reciclado-página 06.-----	168
Figura 66: Resultados de ensayos de compresión axial de muretes: patrón, 2%, 4%, 6% de viruta de acero reciclado-página 01. -----	169
Figura 67: Resultados de ensayos de compresión axial de muretes: patrón, 2%, 4%, 6% de viruta de acero reciclado-página 02. -----	170
Figura 68: Resultados de ensayos de compresión axial de muretes: patrón, 2%, 4%, 6% de viruta de acero reciclado-página 03. -----	171
Figura 69: Certificado de calibración de prensa hidráulica-página 01 -----	172
Figura 70: Certificado de calibración de prensa hidráulica-página 02 -----	173
Figura 71: Certificado de calibración de matraz de un solo trazo -----	174
Figura 72: Certificado de calibración de estufa-página 01 -----	175
Figura 73: Certificado de calibración de estufa-página 02 -----	176
Figura 74: Certificado de calibración de estufa-página 03 -----	177
Figura 75: Certificado de calibración de estufa-página 04 -----	178
Figura 76: Certificado de calibración de balanza-página 01 -----	179
Figura 77: Certificado de calibración de balanza-página 02 -----	180
Figura 78: Certificado de calibración de balanza-página 03 -----	181
Figura 79: Formato validado por ingeniero colegiado 1 para ensayos de compresión diagonal de muretes: patrón, 2%, 4%, 6% de viruta de acero reciclado. -----	182

Figura 80: Formato validado por ingeniero colegiado 1 para compresión axial de muretes: patrón, 2%, 4%, 6% de viruta de acero reciclado. -----	182
Figura 81: Información del ingeniero colegiado-validador de expertos 1. -----	183
Figura 82: Formato validado por ingeniero colegiado 2 para ensayos de compresión diagonal de muretes: patrón, 2%, 4%, 6% de viruta de acero reciclado. -----	183
Figura 83: Formato validado por ingeniero colegiado 2 para compresión axial de muretes: patrón, 2%, 4%, 6% de viruta de acero reciclado. -----	184
Figura 84: Información del ingeniero colegiado-validador de expertos 2. -----	184
Figura 85: Formato validado por ingeniero colegiado 3 para ensayos de compresión diagonal de muretes: patrón, 2%, 4%, 6% de viruta de acero reciclado. -----	185
Figura 86: Formato validado por ingeniero colegiado 3 para compresión axial de muretes: patrón, 2%, 4%, 6% de viruta de acero reciclado. -----	185
Figura 87: Información del ingeniero colegiado-validador de expertos 3. -----	186
Figura 88: Formato validado por ingeniero colegiado 4 para ensayos de compresión diagonal de muretes: patrón, 2%, 4%, 6% de viruta de acero reciclado. -----	186
Figura 89: Formato validado por ingeniero colegiado 4 para compresión axial de muretes: patrón, 2%, 4%, 6% de viruta de acero reciclado. -----	187
Figura 90: Información del ingeniero colegiado-validador de expertos 4. -----	187

INDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Modulo de fineza del A.F. -----	71
Ecuación 2: Modulo de fineza del A.G.-----	71
Ecuación 3: Contenido de Humedad -----	73
Ecuación 4: Peso Unitario Suelto -----	75
Ecuación 5: Peso Unitario Compactado-----	76
Ecuación 6: Peso Específico de la Masa del A.F.-----	78
Ecuación 7: Peso Específico de la Masa Saturada del A.F. -----	79
Ecuación 8: Peso Específico Aparente del A.F. -----	79
Ecuación 9: Absorción del A.F. -----	79
Ecuación 10: Peso Específico de la Masa A.G. -----	81
Ecuación 11: Peso Específico de la Masa Saturada del A.G. -----	81
Ecuación 12: Peso Específico Aparente del A.G.-----	81
Ecuación 13: Absorción del A.G. -----	81
Ecuación 14: Asentamiento – Slump-----	83
Ecuación 15: Volumen del Agua -----	87
Ecuación 16: Contenido de Cemento (kg/m ³) -----	88
Ecuación 17: Volumen de Cemento (m ³) -----	88
Ecuación 18: Peso Seco del A.G.-----	89
Ecuación 19: Volumen del A.G. -----	89
Ecuación 20: Volumen del A.F.-----	89
Ecuación 21: Peso del A.F. -----	89
Ecuación 22: Peso de los agregados húmedos -----	90

Ecuación 23: Agua Efectiva -----	90
Ecuación 24: Compresión diagonal-----	91
Ecuación 25: Esfuerzo admisible -----	92
Ecuación 26: Esfuerzo admisible máximo-----	92

RESUMEN

La presente tesis tuvo como objetivo realizar el análisis comparativo de la resistencia a la compresión axial y diagonal del muro de mampostería con mortero tradicional versus la adición con 2%, 4% y 6% de viruta de acero reciclado, para lo cual, se ensayaron en laboratorio 84 muros de dimensiones 0.60 x 0.60 m, escogiéndose una muestra de 36 muros para ensayo axial y 48 muros para ensayo diagonal, a edades de curado: 7, 14, y 28 días. El instrumento de medición fue la observación directa, ya que permite ser metódico en cuanto al cumplimiento a pie de letra con el cronograma para recolección de datos: recolección de virutas de acero reciclado, pruebas de los ensayos realizados para la obtención de las propiedades mecánicas de los muros de mampostería tradicional y muros de mampostería utilizando mortero de concreto con añadido de virutas de acero reciclado, según la norma ASTM 140/NTP 399.604. Como conclusión, se tiene que, a los 28 días de curado la resistencia a la compresión axial añadiendo el 2% de viruta de acero reciclado resulta ser más eficiente al muro con mortero tradicional, mientras que añadiendo el 4% la eficiencia es similar al tradicional y con el 6% resulta ser menos eficiente al diseño tradicional. Por otra parte, la resistencia a la compresión diagonal añadiendo el 2% de viruta de acero reciclado resulta ser más eficiente al muro con mortero tradicional, sin embargo, los diseños del 4% y 6% resultan ser menos eficientes que el diseño tradicional.

PALABRAS CLAVE: Muro de mampostería, resistencia a la compresión axial y diagonal, mortero con añadidos.

ABSTRACT

The objective of this thesis was to carry out a comparative analysis of the axial and diagonal compressive strength of the masonry wall with traditional mortar versus the addition with 2%, 4% and 6% of recycled steel shavings, for which, in the laboratory 84 walls with dimensions 0.60 x 0.60 m, choosing a sample of 36 walls for axial test and 48 walls for diagonal test, at curing ages: 7, 14, and 28 days. The measurement instrument was direct observation, since it allows to be methodical in terms of compliance to the letter with the schedule for data collection: collection of recycled steel shavings, tests of the tests carried out to obtain the mechanical properties of traditional masonry walls and masonry walls using concrete mortar with the addition of recycled steel shavings, according to the ASTM 140/NTP 399.604 standard. In conclusion, after 28 days of curing, the axial compressive strength adding 2% of recycled steel shavings turns out to be more efficient than the wall with traditional mortar, while adding 4% the efficiency is similar to the traditional one. and with 6% it turns out to be less efficient than the traditional design. On the other hand, the diagonal compressive strength by adding 2% recycled steel shavings turns out to be more efficient than the traditional mortared wall, however, the 4% and 6% designs turn out to be less efficient than the traditional design.

KEY WORDS: Masonry wall, resistance to axial and diagonal compression, mortar with additives.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Realidad problemática

El reciclaje de metales aporta sustancialmente a no perjudicar o desmejorar el entorno ambiental, siendo de suma importancia para la preservación de este, reduciendo el consumo de energía eléctrica en comparación a los procesos ejecutados para la industria con materiales vírgenes.

Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), la albañilería es un sistema constructivo que se encuentra dentro de los principales temas del sector construcción en nuestro país. Siendo este sistema parte fundamental del desarrollo social y económico en el Perú a diferencia de otras industrias.

Los materiales desechados han sido estudiados y ensayados para demostrar su posible reutilización en nuevos procesos en la construcción. Es el caso del poliestireno expandido (EPS) y el residuo de polvo de caucho ya que, se ha visto que pueden reaprovecharse para los acabados y/o juntas en edificaciones, como compuesto para añadir o reemplazar en los muros de albañilería de la ciudad de Tacna. (Quiroga & Maquera, 2019)

En los últimos 50 años, las investigaciones realizadas sobre daños ocasionados a las edificaciones de mampostería durante los movimientos telúricos que han desfavorecido a los países más vulnerables de Sudamérica, concluyen en la importancia en la mejora de la elaboración de los componentes usados en la construcción de las edificaciones y viviendas de mampostería, y en especial, profundizan en los morteros los cuales deben tener una excelente adherencia que es la propiedad más importante en la elaboración de muros. (Reyes Castañeda, 2018)

Por ejemplo, en la crónica del terremoto de Chile, Ciudad de Valparaíso, del 6 de agosto de 1906, donde se observó que la baja calidad de los ladrillos y de los morteros elaborados con cal y arena fueron las principales causas en los daños analizados en las viviendas de mampostería. (Astroza & Muñoz, 2008)

En el Perú, para la elaboración del mortero se utilizan los mismos ingredientes que el concreto: cemento, agregado y agua. Motivo por el cual, siempre ha habido y viene sucediendo una tendencia a confundir su tecnología con la de dicho material. (Gallegos, 2005)

De acuerdo con el INEI, la mayoría de las edificaciones y construcciones, en nuestro país, está conformada por Estructuras de Albañilería confinada. Su conformación es mayormente por muros portantes que se encuentran sometidos a cargas axiales y cargas cortantes, este sistema de construcción es seleccionado por la población más vulnerable al ser más económica y brinda una seguridad aparente. Lamentablemente, es ejecutada mayormente sin la supervisión profesional a pesar de que el Perú es un país con alta sismicidad. De ello, nació la interrogante de saber cuál sería el comportamiento estructural de los muros portantes con la añadidura de limadura de acero al diseño del mortero, la cual une a las unidades de albañilería para formar un solo elemento estructural llamado “Muro Portante”. (García Calderón, 2020)

Antecedentes

Como antecedentes Internacionales tenemos que Bocanegra & López (2017) en su tesis **“COMPARACIÓN ENTRE LAS RESISTENCIAS OBTENIDAS MEDIANTE ENSAYOS DE COMPRESIÓN EN CILINDROS DE MORTERO DE INYECCIÓN CON: MATERIAL SATURADO, ADITIVOS PLASTIFICANTES Y/O ACELERANTES”**, Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil de la Universidad Católica de Colombia, tuvo como objetivo realizar la comparación del ensayo de compresión a morteros de inyección con material

granular saturado, aditivos plastificantes y retardantes con la finalidad de analizar la variación de las resistencias obtenidas bajo dichos casos. Como observamos, la población usada para este tipo de investigación fueron los tres tipos de mortero considerando varios porcentajes de variación y la muestra fue la interpretación de los resultados ensayados. Posteriormente, analizando los resultados de los ensayos a la compresión, se obtuvo el comportamiento que generó los tres tipos de mezcla. La mezcla con material saturado no logra tener un comportamiento de un 100% de la resistencia de diseño tan solo logra un 83% a lo esperado, por otro lado, la mezcla con aditivo acrilcor que es un aditivo plastificante al término de los 28 días se logra tener una resistencia de un 190%. Como conclusión se obtuvo que, el acelerante SikaLatex® logra obtener un porcentaje del 110% de la resistencia de diseño, dando un comportamiento idóneo a la resistencia esperada bajo los parámetros de dicha investigación.

En el trabajo desarrollado por Camargo, Pereira, Asakaki, Fioriti, Payá & Pinheiro, (2014) denominado **“RENDIMIENTO DE MORTEROS PRODUCIDOS CON LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR”**, de la Universidad Estatal Paulista (UNESP), Brasil; se experimentó la aplicación de puzolana en el mortero como remplazo del agregado fino, de esta manera, se eligió trabajar con el bagazo de la caña de azúcar al ser un insumo común en Brasil, al ser un país rico en la producción de la caña de azúcar. De esa forma, el incremento máximo de la resistencia a compresión de los morteros se dio de 160 kg/cm² hasta 190 kg/cm² a un nivel de porcentaje del 3% y, también, presentó un aumento en las demás adiciones de la ceniza, imputándose esto al efecto físico a la ocupación de los vacíos por parte de granos finos. Se aumentó la resistencia a tracción por compresión diametral en las trazas que contienen 3% de CBC (ceniza del bagazo) en comparación con la muestra patrón, esta fue considerada la proporción óptima de remplazo; favoreció a la reducción

de la absorción capilar gracias al llenado de vacíos por las partículas finas. Este antecedente nos expuso que los huesos calcinados tienen una mayor porosidad que los agregados finos, por lo que, las partículas de arena fina y gruesa entraron en esos vacíos con lo que se obtuvo una absorción moderada.

Saborido Pantoja, Diego (2017) en su tesis **“ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO DE USO DE CAUCHO RECICLADO COMO REEMPLAZO DE ARENAS EN MORTEROS”**, Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil en la Universidad Andrés Bello de Chile, tuvo como objetivo evaluar los tipos de mortero utilizados en Chile afín de realizar el análisis y verificación de las proporciones utilizadas, en relación con la normativa vigente de dicho país. Por ello, utilizó una metodología no-experimental y su población fue encontrar una cantidad necesaria de caucho para su reemplazo con la arena del mortero. La idea de probar caucho reciclado en los diferentes tipos de mortero surge la necesidad de poder reemplazar parcial o totalmente las arenas en los morteros, debido a la constante crecida del mercado inmobiliario en el país y la escasez o reducción de la producción de áridos en cauces naturales; lo que favorece al uso de miles de toneladas de “Neumáticos Fuera de Uso” (NFU) generados anualmente y que para las plantas incineradoras no son idóneas de consumir. Luego de realizados los experimentos, se llegó a la conclusión de que el caucho puede ser utilizado en morteros según los aspectos técnicos considerados, como un reemplazo parcial de las arenas con un máximo de 5% debido que luego de ese rango la pérdida de propiedades mecánicas es considerable.

De la Sotta, (2010) en su tesis **“ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE MORTERO DE JUNTA PARA ALBAÑILERÍA FABRICADO EN OBRA Y MORTERO PREMEZCLADO HÚMEDO PARA ALBAÑILERÍA”**, Tesis para obtener el título de

Ingeniero Constructor en la Universidad Austral de Chile, tuvo como objetivo evaluar las distintas calidades y precios que existían entre los morteros de unión para mampostería elaborados en obra versus los procedentes de una fábrica cementera. Para ello, se utilizó una metodología experimental, escogiéndose una cantidad de ensayos por edad de curado para realizarse, además, ensayos de trabajabilidad o fluidez y ensayos para las unidades o bloques de albañilería. La muestra usada fue de ensayos de adherencia en forma de H para medir la adherencia al Cizalle. Al final, se puede estimar que las características físicas de las mezclas como resultados del estudio comparativo son la adherencia, el retenimiento y la fuerza a la compresión, debido a que estas características se presentan en el estado fresco y endurecido del mortero ya que estas influyen en el procedimiento de colocación de del ladrillo en la construcción de la albañilería propiamente dicha. Por otra parte, cabe destacar la buena producción igualitaria y buena adhesión que obtiene el mortero premezclado de la marca “Pegamix Ladrillo” (Empresas Melón) lo que le hace un buen material y cumplidor de las normas de calidad, en comparación con la mezcla elaborada en construcción, teniendo como resultado el control sistemático de la producción para hallar así el abatimiento de sus características. Perfilando hacia el beneficio económico, se puede conocer el precio unitario del Pegamix Ladrillo el cual tiene un costo mayor a la mezcla elaborada en obra. El uso de este elimina el gasto por la adquisición de este material, pérdidas de mezcla por movimiento, secado y rectificación de mampostería por malos acabados en cuanto a su proceso de fabricación en las canteras.

Martínez, Cortina & Martínez (2015), en su publicación: “Characterization and influence of fine recycled aggregates on masonry mortars properties”, publicado en el libro de Materiales de Construcción de Madrid, España. En esta investigación se realizó el estudio de resistencia a la

compresión para morteros bajo la norma UNE-EN 1015, con probetas de dimensiones 4x4x16cm, usándose dosificación de cemento:arena:agua de 1:3:0.5, sustituyendo el agregado fino por áridos reciclados provenientes del proceso de reciclaje de cerámica y hormigón (RA-1, RA-2), proceso de reciclaje del hormigón (RA-3) en porcentajes de (10%, 15%, 25%, 35%, 45%), incorporando el aditivo RHEOBUILD 2100 en proporciones de (0%, 2%, 2%, 2%, 4%), obteniendo valores para la resistencia a la compresión del árido RA-1 entre 204.45 kg/cm² y 265.13 kg/cm², presentando el mayor valor en el porcentaje de sustitución del 10%, para RA-2 entre 255.44 kg/cm² y 260.03 kg/cm², obteniéndose el mayor valor en el porcentaje de sustitución del 25%, y para RA-3 valores entre 244.73 kg/cm² y 300.82 kg/cm², dándose el mayor valor en el porcentaje de sustitución del 35% respectivamente, los autores concluyen que los incorporando el aditivo RHEOBUILD 2100, puede contener hasta un 45% de áridos reciclados de cerámica y hormigón procesos de reciclaje.

Como antecedentes Nacionales tenemos a Reyes Castañeda, (2018) en la tesis “**Estudio COMPARATIVO DEL MORTERO DE ADHERENCIA CONVENCIONAL Y EL MORTERO EMBOLSADO PARA LA ELABORACIÓN DE MUROS DE ALBAÑILERÍA, LIMA-2018**” que realizó para la Universidad Cesar Vallejo para obtener el título de Ingeniero civil la cual tiene como objetivo evaluar el Estudio Comparativo de las Propiedades del Mortero Convencional y el Mortero Embolsado para la elaboración de Muros de Albañilería determina en los Resultados de los Ensayos realizados con Ambos tipos de Morteros, se aprecia la Superioridad en los Ensayos principalmente el de Adherencia Al Cizalle (kg/cm²) del Mortero Embolsado en un 35% sobre el Mortero Convencional al igual que en el Ensayo de Compresión en Cubos de Mortero, se apreció la tendencia del Embolsado y se mantuvo durante 28 Días de Forma Creciente. En el estudio Comparativo de las Propiedades Mecánicas de Los

Morteros Embolsados y El Mortero Convencional se puede concluir que en el Ensayo de Compresión en Pilas(f'm) a los 28 Días se obtuvo una diferencia de 20% entre los dos tipos de Morteros , sobresaliendo el Mortero Embolsado “TOPEX”, y en el Ensayo de Compresión Diagonal (v'm) a los 28 días existe una diferencia del 60 % entre ambos tipos de Morteros , destacando al Mortero Embolsado “TOPEX” además de su modo de falla “Diagonal” el cual es la más recomendada en Adherencia según la Norma 399.621:2004 de Muretes.

García Calderón (2020), en la tesis **“EVALUACIÓN DE PROPIEDADES MECÁNICAS EN MUROS DE ALBAÑILERÍA ADICIONANDO LIMADURAS DE ACERO AL MORTERO CONVENCIONAL”** que efectuó para la Universidad Señor de Sipán para optar por el título de Ingeniero Civil la cual tuvo el objetivo de evaluar las propiedades mecánicas de los muros de albañilería elaborados con el diseño del mortero adicionando limaduras de acero determina que los morteros con limadura de acero presentan resultados favorables en su resistencia a compresión y flexión durante el seguimiento de su protocolo de calidad en las iniciales fechas de pruebas a diferencia de la etapa final, siendo el mortero con limadura de acero en 4% y 6% las que desarrollan mejor comportamiento en la resistencia a compresión y en la resistencia a flexión el mortero con limadura de acero de 4%. Concluyéndose que, el mortero con limadura de acero mejoro las propiedades más importantes en muros de albañilería como lo son la compresión axial, compresión diagonal y la adherencia; dado a los óptimos resultados obtenidos de los ensayos a las pilas y muretes de unidades de albañilería.

Quiroga & Maquera, (2019) en su tesis **“EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO TÉRMICO UTILIZANDO POLVO DE CAUCHO Y POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA USO COMO MATERIAL ALTERNATIVO EN ACABADOS Y JUNTAS EN**

MUROS DE ALBAÑILERÍA EN LA CIUDAD DE TACNA-2019” que llevo a cabo para la Universidad Privada de Tacna, optando por el título de Ingeniero Civil y cuyo objetivo fue evaluar del desempeño térmico utilizando polvo de caucho y poliestireno expandido para uso como material alternativo en acabados y juntas en muros de albañilería construidos con Hércules I en la ciudad de Tacna determina que se presenta una variación en la resistencia a la compresión axial f_m con el ensayo de pilas, siendo el mortero patrón 1:4 el que muestra mayor resistencia con 77.49 kgf/cm², también los resultados de resistencia a la compresión utilizando poliestireno expandido, presentan datos por encima de lo mínimo requerido por la norma E.070 y concluye que, con el uso de poliestireno expandido como material alternativo en acabados, presenta un mejor desempeño térmico en muros de albañilería con ladrillo Hércules I.

Rojas Rayme, Kevin (2016) en su tesis **“ANÁLISIS COMPARATIVO DEL MORTERO SECO EN CONDICIONES PRODUCIDOS Y RECOMENDADAS”**, tesis para obtener el título de Ingeniero Civil en la UNI, tuvo como objetivo tener un análisis comparativo entre estos dos tipos de morteros embolsados en su estado fresco y endurecido usando los dos productos existentes en el mercado FIRTH Y CONCRETOS KRAMIX DEL SUR. Se utilizó una población de 2 Ensayos: Compresión axial y Flexión y de Muestra el promedio de los resultados obtenidos con el cuadro comparativo realizado. Se utilizó los dos productos a los cuales se les añadió distinta proporción de agua respecto a sus especificaciones. Para cada diseño se evaluó la fluidez, peso unitario, fuerza a la compresión y fuerza a la flexión por compresión central, el cual obtuvo resultados distinto por cada producto y de las distintas condiciones de producción, destacándose características en el producto Firth en el estado endurecido superiores a las arrojadas por el Mortero Representativo (Mortero Patrón), las principales ventajas de este producto fueron sus elevadas fuerzas a tiempos de comienzo e intermedio de acuerdo a la fuerza

de diseño a presión, y sus desventajas principales fueron sus elevados índices de trabajabilidad (ensayos de fluidez). En conclusiones generales el producto Firth, en estado endurecido, está elaborado para responder a las carencias del mercado, respecto a los resultados arrojados por el mortero representativo, para su empleo de soluciones puntuales donde se necesite mortero. Sin embargo, el producto Kramix del Sur no alcanza los promedios mínimos en resistencias finales, respecto al Mortero Representativo.

Vargas Gordillo, Luis (2017) en su tesis **“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL MORTERO TRADICIONAL Y EL MORTERO NO CONVENCIONAL EN MURETES DE ALBAÑILERÍA”**, que realizó para la Universidad Nacional de Ingeniería, tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad Nacional de Ingeniería, tuvo como objetivo comparar y analizar las propiedades mecánicas en pilas y muretes de albañilería usando morteros no tradicionales como argamasa para Bloco y el mortero convencional para una dosificación de cemento-arena 1:4. Luego de la construcción de las pilas y muretes, siguiendo las recomendaciones del RNE E-0.70, los ensayos realizados fueron: Resistencia a compresión en pilas, resistencia a la tracción por flexión en pilas y ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería. En comparación con la NTE E.070 de albañilería, los morteros poliméricos no lograron superar los promedios de resistencia finales en cuanto a compresión en pilas y compresión diagonal en muretes; sin embargo, los resultados del ensayo de resistencia a la tracción por flexión en pilas pudieron triplicar el valor de la resistencia final del mortero convencional.

Leiva & Linton (2019) en su tesis **“APLICACIÓN DE VIRUTA DE ACERO EN EL DISEÑO DE CONCRETO DE PAVIMENTO RÍGIDO EN LA AV. ISIDRO ALCIBAR, EN EL DISTRITO DE SAN MARTÍN DE PORRES – 2019”**, que realizó para la Universidad

César Vallejo, tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad César Vallejo, tuvo como objetivo determinar de qué manera influye la aplicación de viruta de acero en el diseño de concreto 245 kg/cm² de pavimento rígido en la Av. Isidro Alcibar en el Distrito de San Martín de Porres. Como resultados se obtuvo un diseño de mezcla adecuado para un concreto 245kg/cm², que arrojó una proporción por volumen, de 2.12 kg de arena gruesa, que se reemplaza con los porcentajes de viruta de acero que son: 6%, 7.5% y 9%, para determinar cuál es el porcentaje que aumenta en la resistencia del concreto. Se evidenció que, en su estado de fresco, agregando el 6% de viruta de acero, se obtuvo un asentamiento de 3.6” pulgadas, pero cuando se utiliza el 7.5% de viruta el asentamiento baja a 3.1” pulgadas y finalmente cuando se usa el 9% su asentamiento llega a bajar a 2.8” pulgadas. En cambio, sucede algo similar cuando se hace las viguetas su asentamiento llegar de 4”, 3.25” y 2.5” y en su resistencia a la compresión agregando el 6%, 7.5% y 9% a los 7 días se logra una resistencia de 190.6 kg / cm², 201.6 kg / cm² y 254.2 kg / cm². Cuando llega a los 14 días de secado, llega una resistencia de 248.8 kg / cm², 243.2 kg / cm² y 300.6 kg / cm². Y, finalmente, a los 28 días nuestro concreto llegó una resistencia es de 236 kg / cm², 270.8 kg / cm² y 298.6 kg / cm², respectivamente por cada porcentaje. En referencia a la resistencia a la flexión se concluyó que, su mejor porcentaje es 9%, llega a una resistencia de 33 kg / cm² a los 7 días, a los 14 días arroja una flexión 35 kg / cm² y por último a los 28 días de curado arrojó 46 kg / cm². Con este resultado, se presenta un claro aumento de resistencia a la flexión cuando usamos este porcentaje, cumpliendo con los rangos del manual de pavimentos de la MTC.

Guzmán & Gárate (2019) en su tesis **“VIRUTA DE ACERO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO”**, que realizó para la Universidad César Vallejo, tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad César

Vallejo, tuvo como objetivo evaluar el efecto de la viruta de acero en la resistencia a la compresión y flexión del concreto, para la cual se usaron concretos convencionales de $f'c$ 175 kg/cm² y $f'c$ 210 kg/cm² los cuales se compararon con 4 grupos experimentales, el concreto convencional y los concretos añadidos con 0.2%, 0.4% y 0.6% de viruta de acero respecto del peso total de la mezcla. La muestra total fue de 144 probetas cilíndricas de 15x30cm para ensayos de compresión y 48 vigas de 15x15x50cm para ensayos de flexión, ensayadas a 7, 14 y 28 días de edad. Para la resistencia a la compresión en el concreto de diseño $f'c=210$ kg/cm² se obtuvo el valor máximo de 252.64kg/cm² al añadirle 0.4% de viruta de acero, mientras que el concreto de diseño $f'c=175$ kg/cm², obtuvo un valor máximo de 210.15kg/cm² al añadirle también el mismo porcentaje, siendo estos los resultados más favorables pues representan un incremento del 20% respecto de la resistencia de diseño. Por otro lado, la resistencia a la flexión del concreto de diseño $f'c=210$ kg/cm² obtuvo un valor máximo de 45.03kg/cm² al añadirle 0.4% de viruta de acero, mientras que el concreto de diseño $f'c=175$ kg/cm² obtuvo un valor máximo de 35.78 al añadirle 0.2% de viruta de acero, cabe mencionar que estos resultados no presentan diferencias significativas con los otros grupos experimentales. El análisis de varianza Anova confirma esta información, concluyendo que la viruta de acero puede mejorar la resistencia a la compresión mientras que no ofrece cambios significativos en la resistencia a la flexión.

Chambi & Gutiérrez (2021) en su tesis **“ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO $f'c=280$ KG/CM² APLICANDO VIRUTAS DE ACERO EN LA CIUDAD DE JULIACA – PUNO, 2021”**, que realizó para la Universidad César Vallejo, tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad César Vallejo, tuvo como objetivo aplicar un nuevo aditivo para mejorar las propiedades mecánicas de un concreto $f'c=280.00$ kg/cm², enfocado a infraestructuras de concreto armado,

usando como material las virutas de acero, las cuales puedan cumplir con los requerimientos mínimos establecidos en el ACI. El método de investigación empleado fue de carácter hipotético deductivo, ya que se establecieron hipótesis para luego contrastarlas, para tal fin primeramente se realizó la caracterización de los agregados fino y grueso para emplearlos dentro del diseño de mezclas donde se denota que al caracterizar la curva granulométrica el árido fino cumple con los indicadores dentro de la curva granulométrica, en tanto dentro del árido grueso se pudo presenciar un exceso de finos dentro de la malla 30%, seguidamente se procedió a generar el diseño de mezclas donde se dispuso una muestra patrón y muestras con incorporación de fibras de acero en cantidades del 2%, 4% y 8%, para ser sometidas a los ensayos de compresión, donde se presenció que la incorporación del 4% de virutas de acero mejora las características de la compresión en un 19.638%. Por otro lado, resistencia a la flexión la proporción del 8% resultó ser la más influyente mejorando esta característica en un 29.10%, en relación a la resistencia de la tracción se pudo denotar que el porcentaje más influyente resultó ser la del 4% de virutas de acero mejorando esta propiedad en un 10.18%, concluyendo que la aplicación de virutas de acero sobre el concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$, mejora las características mecánicas significativamente de acuerdo al porcentaje % de incorporación, donde la dosificación más influyente resultó ser la del 4% sobre las características de compresión y tracción, en tanto la más influyente sobre las características de la flexión resultó ser la del 8% de virutas de acero.

Marco Teórico

Las primeras estructuras de mampostería fueron construidas con piedra y morteros de barro; más tarde vinieron los morteros de arcilla y luego se descubrió que la cal producía un excelente aglomerante. El mortero de cal y arena fue usado en la construcción de mampostería hasta poco antes de la aparición del cemento Pórtland a mediados del siglo XIX.

El mortero ocupa entre el 10 y 20 % del volumen total de material de una pared de mampostería, sin embargo, su efecto en el comportamiento de esta es mucho mayor que lo que indica este porcentaje. Estéticamente, puede añadir un colorido adicional o un acabado muy particular a las paredes. Funcionalmente, el mortero liga las unidades de mampostería y sirve de sello para impedir la penetración de aire, agua y vectores. (Sánchez, 2001)

Además, se adhiere al refuerzo de las juntas, a las amarras metálicas y a los pernos anclados de tal modo que hace que actúen conjuntamente. Para la construcción y aplicaciones de cargas, el comportamiento del mortero incide tanto como la resistencia de las piezas de mampostería y la mano de obra.

Mampostería

Según Mayorga Espinoza, (2017) “La mampostería es el elemento estructural resultante de la unión de piezas formadas por distintos materiales, naturales o artificiales, con un mortero que contribuye a la ligazón entre éstas y que influye en las características del elemento estructural que se forma. (Beltrán & Sanabria, 2016)” (pag.16)

Clasificación de Mampostería

Mampostería Confinada.

“Es cuando la mampostería se encuentra enmarcada usando elementos estructurales, por ejemplo, una estructura de concreto armado”. (Mayorga Espinoza, 2017, pág. 16)



Figura 1: Mampostería confinada.
Fuente: Blogspot.com

Mampostería Reforzada.

“Es cuando en los espacios huecos al interior de los bloques van barras de acero, (aparte del relleno con mortero), decimos que se trata de mampostería”. (Mayorga Espinoza, 2017, pág. 16)



Figura 2: Mampostería reforzada.
Fuente: Ingecivil.com

Mampostería Reforzada Totalmente Inyectada

“Es cuando todas las celdas de las unidades que forman el muro se encuentran llenas de mortero de relleno”. (Mayorga Espinoza, 2017, pág. 17)

Mampostería Reforzada parcialmente Inyectada

“Es cuando solo las celdas de las unidades que tienen refuerzos se encuentran llenas de morteros de relleno”. (Mayorga Espinoza, 2017, pág. 17)

Mampostería de Muros Confinados

“La mampostería confinada consiste en la construcción de muros con unidades de mampostería de perforación vertical, horizontal o maciza, unidas por medio de mortero, y reforzados de manera principal con elementos de concreto reforzado que se construyen alrededor de este”. (Mayorga Espinoza, 2017, pág. 17)

“Algunas características de estos muros son: los elementos de confinamiento son vaciados después de la construcción de la mampostería, su funcionamiento es monolítico y los muros deben ser continuos desde la cimentación hasta la cubierta y sin ninguna abertura”. (Mayorga Espinoza, 2017)

Mampostería Simple.

“Se ejecuta con un mortero de cal o cemento. Las piedras deben adaptarse unas a otras lo más posible para dejar el menor porcentaje de huecos relleno de mortero. Únicamente se admitirá que aparezca el ripio al exterior si va a ser posteriormente revocada”. (Mayorga Espinoza, 2017, pág. 18)

Mampostería en Piedra

“Este tipo de mampostería tiene como función principal servir de muro perimetral o decorativo, este sistema se emplea debido al bajo costo del material, en este caso la piedra que por lo general el banco de material es cercano a la obra”. (Mayorga Espinoza, 2017, pág. 18)



Figura 3: Mampostería en piedra.
Fuente: Pinteres.es

Mampostería en Cavidad Reforzada

“Es la construcción realizada con dos paredes de piezas de mampostería, separadas por un espacio continuo de concreto reforzado en funcionamiento compuesto. Este sistema estructural se clasifica para efecto de diseño sistema resistente, como uno de los sistemas con capacidad especial de disipación de energía en el rango elástico”. (Mayorga Espinoza, 2017, pág. 18)

Mampostería sin Mortero

“Este tipo de mampostería no se emplea ningún mortero. Hay que escoger los mampuestos uno a uno para que el conjunto tenga estabilidad. Se emplean piedras pequeñas, llamados ripios, para acuñar los mampuestos y rellenar los huecos entre estos”. (Mayorga Espinoza, 2017, pág. 19)



Figura 4: Mampostería sin Mortero.
Fuente: eafit.edu.co

Mampostería Concertada

“Es aquella cuyos mampuestos tienen sus caras de junta y de parámetro labradas en formas poligonales, más o menos regulares, para que el asiento de los mampuestos se realice sobre caras sensiblemente planas”. (Mayorga Espinoza, 2017, pág. 19)

- No se admite el empleo de ripios.
- Los mampuestos del paramento exterior deben prepararse de modo que las caras visibles tengan forma poligonal.

Mampostería Careada

“Es la mampostería cuyos mampuestos se han labrado únicamente en la cara destinada a formar el paramento exterior. Los mampuestos no tienen formas ni dimensiones determinadas. En el interior de los muros pueden emplearse ripios, pero no en el paramento visto”. (Mayorga Espinoza, 2017, pág. 19)

Componentes de Mampostería

Según Mayorga Espinoza, (2017):

- **“Cemento:** Es el responsable de dar las resistencias iniciales. Pueden existir morteros fabricados con cemento Portland o cemento de mampostería.
- **Cal:** Complementa las propiedades del cemento, dándole mayor manejo, plasticidad y retención de agua”. (p.20)

Según Mayorga Espinoza, (2017): “Las principales propiedades que brinda el adicionar cal a la mezcla de mortero son:

- **Adherencia:** La cal permite mayor adherencia entre el mortero y las unidades de mampostería.

- **Trabajabilidad:** La cal permite al mortero ser moldeable incluso al contacto con unidades porosas y muy absorbentes. Esta característica se debe directamente a la gran capacidad de la cal de retener agua por su mayor área superficial y la forma aplanada de las partículas, permitiendo que exista más lubricación en la mezcla y por lo tanto mayor manejo.
- **Flexibilidad:** al adicionar cal a la mezcla de mortero, ésta permite movimientos entre piezas.
- **Curado de fisuras:** Los morteros con cal tienen la capacidad de auto repararse ya que al reaccionar con el agua éste puede salir a través del agua de evaporación, generándose una lechada en las fisuras y haciendo que éstas se sellen.
- **Agua:** Cumple la función de hidratar y dar manejabilidad a la mezcla, y su importancia en los morteros es alta, por lo que se debe entender muy bien su función. Mayores cantidades de agua incrementan la adherencia y la manejabilidad, pero se disminuye la resistencia y aumentan los cambios volumétricos.
- **Agregados:** Representan en volumen la mayor porción de la mezcla. Es importante tener en cuenta su gradación y contenido de finos, pues esto puede disminuir o aumentar la resistencia, y la cantidad de cemento y cal de la mezcla.
- **Aditivos:** Existe en el mercado una amplia gama de posibles aditivos que ayuden a mejorar o dar algunas características a las mezclas de mortero para hacer más fácil su colocación y manejo. Retardantes, acelerantes, larga vida, modificadores de adherencia son algunos de los que podemos encontrar”. (p.20)

La siguiente imagen muestra los elementos de la mampostería:



Figura 5: Elementos de la mampostería.
Fuente: Mayorga 2017

Ventajas de la Mampostería

Según Mayorga Espinoza, (2017): “Bajo condiciones adecuadas de diseños y construcción, el sistema de mampostería de bloques de concretos presenta grandes ventajas de orden económico y operativo:

- ✓ Dado las condiciones y las estrictas tolerancias de fabricación de las unidades, se disminuye los desperdicios de material de muros y de acabados, permitiendo aplicar directamente sobre los muros, estucos, delgado o pinturas, y aprovechar las texturas y colores naturales de las unidades corrientes o de las que tienen características arquitectónicas.
- ✓ Los elementos de cierre (fachadas) pueden ser portante, brindando la doble función estructural y arquitectónica.
- ✓ Dentro de las celdas verticales de los muros con bloques, se pueden colocar las conducciones eléctricas, hidrosanitaria y de telecomunicaciones. Además, se

eliminan, en gran cantidad, las perfecciones de los muros. Las reparaciones y los desperdicios, lo que reduce mano de obra, fijaciones y materiales de reparación.

- ✓ Dado que el esfuerzo vertical de la estructura se coloca dentro de las celdas en recintos conformados por bloques, se elimina la formalería y la obra falsa de la estructura vertical.
- ✓ Permite utilizar entrepiso total o parcialmente prefabricados, lo que da mayor velocidad al proceso constructivo y la disminución de costo por la reducción en la utilización de formalería y obra falsa.
- ✓ En obras debidamente diseñadas se puede construir toda la estructura con un solo materia (la Mampostería), reduciendo el número de proveedores y el manejo de materiales y quipo.
- ✓ Al emplear mano de obras especializada y unidades modulares, se tiene una gran velocidad y eficiencia en la construcción de los muros, por lo cual, en muchos casos se reducen los costos por menos por menos actividades, equipos y manos de obra.
- ✓ Como sistema constructivo genera daños secundarios menores, con sismos dentro del espectro de diseño y se puede utilizar en todo rango de riesgo sísmico con gran desempeño.
- ✓ Como sistema estructural y constructivo se pueden emplear desde viviendas de bajo costo de uno o dos pisos, hasta edificios de gran altura y costo, pasando por los de uso industrial, comercial, hotelero, educativo, etc. Siempre con grandes beneficios económicos.

- ✓ La mampostería de concreto, puede ser un sistema de muro portante, facilita y hace económicas las estructuras regulares y repetitivas como hoteles, hospitales, edificios de apartamentos, centro educativo, cárceles, etc.
- ✓ Cuando se combinan las características estructurales y arquitectónicas de la mampostería de concreto, se obtiene estructuras duraderas, de muy bajo mantenimiento y de gran apariencia.
- ✓ Permite diseñar para un gran aislamiento térmico y acústico, ya que los bloques poseen perforaciones cercanas al 50% de su área bruta, brindando cámaras de aire aislantes para ambos factores, y que se pueden llenar con materiales de características adecuadas para tal fin.
- ✓ La mampostería de concreto se puede emplear no solo como sistema constructivo sino con el fin de brindar y reflejar una imagen de innovación, seguridad y solides, según el manejo que haga de su diseño arquitectónico y estructural.
- ✓ La producción de unidades de mampostería está en continua evolución, de manera que a cada momento cuenta con nuevos productos en el mercado, que encajan dentro del sistema, y le dan un nuevo rostro en cada proyecto.
- ✓ Potencialmente es un sistema adaptable a condiciones de producción y construcción de tecnología sencilla en lugares, con un gran potencial social y económico, sin sacrificar aspectos básicos de seguridad y durabilidad.” (pag.24)

Desventajas de la Mampostería

Mayorga Espinoza, (2017):

“Como desventajas relativas del sistema de mampostería de concreto se pueden anotar las siguientes, algunas de las cuales se convierten en beneficio para el usuario:

- Por ser un sistema diferente al de pórticos y a otros de muros (incluyendo otros tipos de mampostería, es indispensable estudiarlo e identificar sus características, para no incurrir en ligereza en cuanto al manejo y funcionamiento de sus materiales, unidades, morteros, etc.), con el fin de eliminar los defectos recurrentes.
- Requiere controles de calidad rigurosos y sistemáticos que, aunque especificados, rara vez se ejecutan para otros sistemas constructivos.
- Requiere un diseño arquitectónico con una rigurosa modulación de muros, tanto vertical como horizontal.
- Tiene un peso ligeramente mayor que el de los edificios de pórticos de concretos con particiones livianas o de mampostería de arcilla.
- Dado que todos los muros son, en principios, estructurales (portantes), no se pueden modificar indiscriminadamente los espacios interiores de los edificios, suprimiendo algunos de ellos total o parcialmente.
- Provee, al igual que los edificios de muros de concretos, muros de gran dureza que dificultan su modificación o que se perfora o se clave en ellos.
- Por ser un sistema de muros portantes, tienden a generar estructuras regulares y repetitivas, de apariencia pesada, con lo cual debe trabajar el arquitecto para sacar provecho de los materiales y hacerlas más dinámicas o aprovecharlas para edificaciones repetitivas”.

Morteros

Pueden definirse como la mezcla de material aglomerante (cemento Portland y/u otros cementantes), un material de relleno (agregado fino o arena), agua y eventualmente aditivos, con propiedades químicas, físicas y mecánicas similares a las del concreto y son ampliamente

utilizados para pegar piezas de mampostería en la construcción de muros, o para recubrirlos, en cuyo caso se le conoce como recubrimiento, repello o revestimiento. (Sánchez, 2001)



Figura 6: Mortero de concreto.
Fuente: Tecnología de los materiales UAP

Dentro de los morteros se pueden distinguir dos familias:

- ✓ Los aéreos, que endurecen bajo la influencia del aire al perder agua y fraguan lentamente por un proceso de carbonatación.
- ✓ Los hidráulicos que endurecen bajo efecto del agua, ya que poseen en su composición elementos que se obtienen por calcinación de calizas impurificadas con sílice y alúmina que les permiten desarrollar resistencias iniciales relativamente altas.

De acuerdo con el aglomerante que constituya el mortero, se pueden encontrar los siguientes tipos:

Morteros calcáreos

Como es sabido, la cal es un plastificante y ligador conocido desde la antigüedad, estas características hacen del mortero de cal el más manejable de los conocidos. Sin embargo, no pueden esperarse de él altas resistencias iniciales, debido a su velocidad de endurecimiento. La cal de mayor uso es la hidratada. (Molina Escobar, 2006, pág. 2)

El agregado fino para estos morteros en realidad constituye un material inerte cuyo objetivo principal es evitar el agrietamiento y contracción del mortero, para lo cual se recomienda que tenga partículas angulosas y esté libre de materia orgánica, piedras grandes, polvo y arcilla. (Molina Escobar, 2006, pág. 2)

Las proporciones cal-agregado más usadas en morteros aéreos son 1:2 para repellos y 1:3 o 1:4 para mampostería simple. Si la proporción aumenta, el mortero es más pobre, pueden ocurrir contracciones y agrietamientos no deseables, especialmente en repellos. (Molina Escobar, 2006, pág. 3)

Morteros de cemento Pórtland y cal

Los morteros de cemento Pórtland y cal deben combinarse de tal manera que se aprovechen las propiedades adhesivas de la cal y las propiedades cohesivas del cemento Pórtland, es importante tener en cuenta que cada adición de cal incrementa la cantidad de agua de mezclado necesaria para lograr las condiciones deseadas, debe buscarse una combinación adecuada. (Molina Escobar, 2006, pág. 3)

En cada país la clasificación de morteros obedece a ciertas especificaciones de resistencia a compresión, retención de agua y otras propiedades, de acuerdo con los materiales utilizados en su preparación. Una de estas especificaciones, de uso común en Guatemala, es la norma ASTM C-270 “Standard Specification for Mortar for Unit Masonry” (Especificación estándar para morteros de mampostería), la que cubre cuatro tipos de morteros M, S, N y O. (Molina Escobar, 2006, pág. 3)

Estos pueden ser especificados por proporción o por propiedades, pero en ningún caso por ambas razones. La especificación por proporción rige siempre que se hace referencia a la norma ASTM C-270 y no se menciona un método específico. (Molina Escobar, 2006, pág. 3)

El mortero especificado por proporción según la norma ASTM C-270, debe cumplir con lo indicado en la figura 7, basándose en las masas de los materiales de la figura 8. Mientras que el mortero especificado por propiedades debe cumplir con lo indicado en la figura 9. (Molina Escobar, 2006, pág. 4)

Mortero	Tipo	Proporciones por volumen					Proporción de agregados
		Cemento Pórtland o mezclado	Cemento de mampostería			Cal hidratada	
			M	S	N		
Cemento-Cal	M	1	--	--	--	¼	No menos de 2 ¼ y no más de 3 veces la suma de los volúmenes separados de los materiales cementantes
	S	1	--	--	--	Entre ¼ y ½	
	N	1	--	--	--	Entre ½ y 1 ¼	
	O	1	--	--	--	Entre 1 ¼ y 2 ½	
Cementos de albañilería	M	1	--	--	1	--	
	M	--	1	--	--	--	
	S	½	--	--	1	--	
	S	--	--	1	--	--	
	N	--	--	--	1	--	
O	--	--	--	1	--		

Figura 7: Requerimientos para especificación por proporciones.

Fuente: American society for testing and material

Material	Peso Kg/m ³
Cemento Pórtland	1505
Cemento mezclado	Peso impreso en la bolsa
Cemento de albañilería	Peso impreso en la bolsa
Cal hidratada	640
Arena, seca y suelta	1280

Figura 8: Pesos de materiales para moteros.

Fuente: American society for testing and material

Mortero	Tipo	Resistencia a la compresión, mínima a 28 días Kg/cm ²	Retención de agua mínima %	Contenido de aire máximo	Proporción de agregados
Cemento-Cal	M	175	75	19	No menos de 2 ¼ y no más de 3 veces la suma de los volúmenes separados de los materiales cementantes
	S	126	75	19	
	N	53	75	21*	
	O	25	75	21*	
Cementos de albañilería	M	175	75	**	
	S	126	75	**	
	N	53	75	**	
	O	25	75	**	

Figura 9: Requerimientos para especificación por propiedades.

Fuente: American society for testing and material

* Si hay refuerzo estructural, y el mortero es de cemento-cal, el contenido máximo de aire es de 12%. ** Si hay refuerzo estructural, y el mortero en de cemento de albañilería, el contenido máximo es de 18%

Morteros de cemento

Cuando se requieran resistencias elevadas, se puede usar como aglomerante cemento Portland. Las condiciones de trabajabilidad son variables de acuerdo con la relación agua-cemento usada. La fabricación de este mortero, que es hidráulico ha de efectuarse de un modo continuo, de manera tal que entre el mezclado y la colocación en obra haya el menor tiempo posible debido a lo rápido del fraguado del cemento. Por ello se acostumbra a mezclar en obra primero el cemento y el agregado, luego se añade el agua. (Molina Escobar, 2006, pág. 5)

Los usos de los morteros de cemento se pueden reunir en cuatro grandes categorías:

1. Morteros que proveen suficiente resistencia para soportar cargas a compresión, y/o resistan la abrasión.
2. Morteros que mantengan elementos en la posición deseada.
3. Morteros que permitan emparejar ciertas unidades estructurales (revoques y revestimientos).
4. Morteros que sirvan como relleno de juntas entre diferentes elementos constructivos (reparaciones de columnas, vigas, etc.).

Lo acostumbrado en el uso de morteros de cemento es la dosificación por partes de cemento y agregado (1: n), la mayoría de las veces haciéndose caso omiso, o desconociéndose la resistencia que dichos morteros obtendrán una vez endurecidos. Es clara la necesidad de diseñar y dosificar el mortero de acuerdo con las condiciones de resistencia particulares y algunas otras propiedades y características, se requiere un método claro y preciso. (Ver figura 10) (Molina Escobar, 2006, pág. 6)

Proporción	Usos
1:1	Mortero muy rico para impermeabilizaciones. Rellenos
1:2	Para la impermeabilización y muros de tanques subterráneos. Rellenos
1:3	Impermeabilizaciones menores. Pisos
1:4	Pega de ladrillos y bloques en muros. Muros finos
1:5	Muros exteriores: pega de ladrillos, bloques, baldosas y mampostería en general. Muros no muy finos.
1:6 y 1:7	Muros interiores: pega de ladrillos, bloques, baldosas y mampostería en general. Muros no muy finos.
1:8 y 1:9	Pega para construcciones que se demolerán pronto. Estabilización de taludes en cimentaciones.

Figura 10: Usos de los morteros de cemento.
Fuente: Diego Sánchez de Guzmán.

Propiedades de los morteros

La evaluación de las propiedades de los morteros puede considerarse como una medida de control de calidad. Por lo regular se toman en cuenta propiedades en estado plástico y en estado endurecido. Si un mortero cumple con dichas características, fraguará y endurecerá dentro del tiempo y resistencia esperados. (Molina Escobar, 2006, pág. 7)

Propiedades en estado plástico

Manejabilidad

Es una medida de la facilidad de colocación de la mezcla, en las unidades de mampostería o en revestimientos.

Está relacionada con la consistencia, la cual se refiere al estado de fluidez del mortero, es decir que tan dura (seca) o blanda (fluida) es la mezcla cuando se encuentra en estado plástico.

En general, se acepta como medida de la manejabilidad, el valor de fluidez de la mezcla obtenido en la mesa de flujo de acuerdo con la norma ASTM C-230 “Standard Specification for Flow Table for Use in Tests of Hydraulic Cement” (Especificación estándar de la mesa de flujo para el uso en ensayos de cemento hidráulico). (Molina Escobar, 2006, pág. 7)

Retención de agua

Es una medida de la habilidad del mortero para mantener su plasticidad cuando quede en contacto con una superficie absorbente, como una unidad de mampostería.

Puede ser mejorada mediante la adición de cal, dada su capacidad plastificante, aunque hoy en día se tienen otras alternativas igualmente satisfactorias como el uso de aditivos plastificantes y agentes incorporadores de aire.

La retención de agua incide en la velocidad de endurecimiento y la resistencia a compresión del mortero, ya que afecta la hidratación del cemento. (Molina Escobar, 2006, pág. 8)

Velocidad de endurecimiento

“Los tiempos de fraguado inicial y final del mortero deben estar entre límites adecuados. Sin embargo, éstos dependen de diversos factores como las condiciones del clima, la composición de la mezcla o la mano de obra, hoy en día son fácilmente controlables con el uso de aditivos. La norma ASTM C-403 “Standard Test Method for Time of Setting of Concrete Mixtures by Penetration Resistance” (Método de ensayo estándar para el tiempo de fraguado de mezclas de concreto por la resistencia a la penetración), da un método de ensayo para evaluar este parámetro”. (Molina Escobar, 2006, pág. 8)

Propiedades en estado endurecido

Retracción

“Es la pérdida de volumen del mortero, y se debe principalmente a reacciones químicas de hidratación de la pasta, sobre todo en aquellas con una alta relación agua-cemento. El agregado soluciona el problema en parte especialmente si es de textura rugosa, ya que forma un esqueleto que evita los cambios de volumen y el peligro de agrietamiento. En zonas calurosas y

de mucho viento el agua de mezclado tiende a evaporarse produciendo tensiones internas en el mortero, que se expresan en la formación de visibles grietas. Lo mismo ocurre si la base es muy absorbente”. (Molina Escobar, 2006, pág. 8)

“Aparentemente la retracción es proporcional al espesor de la capa de mortero y a la composición química del cemento. Para evitar la retracción es conveniente usar cementos de baja retracción al secado (puzolánicos o con adición inerte) y agregados de buena granulometría con pocos finos”. (Sánchez, 2001)

Adherencia

“La propiedad más importante del mortero es su habilidad para adherirse a las piezas de mampostería o acero. En general, la adherencia es la capacidad que tiene el mortero de absorber tensiones normales y tangenciales a la superficie que lo une con la estructura. Es de gran importancia, ya que a ella se debe el hecho de que un mortero pueda resistir pandeo, cargas transversales y excéntricas, dándole resistencia a la estructura. La adherencia afecta en gran forma la permeabilidad y la resistencia a la flexión”. (Sánchez, 2001)

“En el caso de la mampostería, para obtener una buena adherencia es necesario que la superficie del bloque sea tan rugosa como sea posible para permitir la unión mecánica del mortero, así como un porcentaje de absorción proporcional a la retención de agua del mortero”.

“Los morteros plásticos de buena adherencia, buena capacidad de retención de agua y que no requieran de superficies húmedas para su colocación, son los más adaptables y de mayor utilización en mampostería ya que permiten una íntima unión entre las piezas”. (Molina Escobar, 2006, pág. 9)

“La mayor parte de los estudios de adherencia de morteros son hechos en especímenes almacenados al aire. Pero esta condición no permite una hidratación normal del cemento que es

necesaria para garantizar una correcta adherencia entre las unidades de mampostería y el mortero. Sin curado húmedo, los morteros con el contenido de humedad mayor logran un curado mejor y alcanzan mayor resistencia a la adherencia. Los ensayos en especímenes almacenados al aire favorecen a los morteros que contienen cal porque ésta retiene mayor cantidad de agua”.

(Molina Escobar, 2006, pág. 10)

Resistencia a la compresión

“Una vez aplicado en obra, el mortero debe actuar como unión resistente. Se requiere una alta resistencia a la compresión cuando el mortero deba soportar cargas altas y sucesivas. Siendo ésta un indicio de los valores de los esfuerzos de corte y tensión” (Molina Escobar, 2006, pág. 10)

Hay dos leyes fundamentales que se aplican a la resistencia de un mortero compuesto del mismo cemento con diferentes proporciones y tamaños de agregado, la primera dice: con un mismo agregado, el mortero más resistente e impermeable es aquel que tiene mayor porcentaje de cemento en un volumen dado de mortero; y la segunda: con el mismo porcentaje de cemento en volumen de mortero, el más resistente y generalmente más impermeable es aquél que tenga la mayor densidad, o sea aquél que en una unidad de volumen contenga el mayor porcentaje de materiales sólidos. (Molina Escobar, 2006, pág. 10)

Durabilidad

Es la resistencia a los agentes externos como las bajas temperaturas, la penetración del agua, desgaste por abrasión, retracción al secado, eflorescencias, agentes corrosivos, o choques térmicos, entre otros, sin deterioro de sus condiciones fisicoquímicas con el tiempo. En general, se cree que morteros de alta resistencia a la compresión tienen buena durabilidad, sin embargo, el

uso de agentes inclusores de aire es de particular importancia en ambientes húmedos, ambientes marinos y en general en condiciones de ambiente agresivo. (Molina Escobar, 2006, pág. 11)

Permeabilidad

Es la característica de dejar filtrar ya sea aire o agua. Los morteros trabajables y uniformes pueden hacer que la mampostería sea más resistente a la permeabilidad al agua. Cuando un mortero no es trabajable, los albañiles deben golpear suavemente las piezas de mampostería para colocarlas en su sitio. El resultado de esto es que la junta de mortero no es tan buena, y se pueden producir grietas que favorezcan alguna filtración. (Molina Escobar, 2006, pág. 11)

Eflorescencia

Es la cristalización de las sales solubles y es causada por el movimiento de agua de adentro hacia fuera de la pared. Ya que todos los materiales de mampostería contienen sales solubles en agua, que al contacto con ella se cristalizan, la cal hace al mortero menos permeable y así evita la eflorescencia. (Molina Escobar, 2006, pág. 11)

Apariencia

Un aspecto que tiene importancia en el mortero es su apariencia, especialmente en mampostería de bloques a la vista. En este caso la plasticidad de la mezcla, la selección y dosificación adecuada de sus componentes son de vital importancia en la colocación y el acabado de superficies. El color y la textura pueden mejorarse con colorantes inorgánicos o con aditivos especiales. (Molina Escobar, 2006, pág. 12)

Composición de los morteros

En un principio, se dijo que un mortero es la mezcla de un material aglomerante (cemento Portland y/u otros cementantes), un material de relleno (agregado fino o arena), agua y

eventualmente cal y aditivos. La norma ASTM C-270 dentro de sus especificaciones, presenta las propiedades que estos materiales deben cumplir. (Molina Escobar, 2006, pág. 12)

Cemento

La palabra cemento define un material aglomerante que tiene propiedades de adherencia y cohesión, las cuales le permiten unir fragmentos minerales entre sí, para formar un todo compacto con resistencia y durabilidad adecuadas. Esta definición no sólo abarca los cementos propiamente dichos, sino una gran variedad de materiales aglomerantes como las calles, los asfaltos y los alquitranes. (Molina Escobar, 2006, pág. 12)

Cemento Pórtland

Se fabrica generalmente a partir de materiales minerales calcáreos, tales como caliza, alúmina y sílice, que se encuentran como arcilla en la naturaleza. En ocasiones es necesario agregar otros productos para mejorar su composición química, siendo el más común el óxido de hierro. (Molina Escobar, 2006, pág. 12)

Todo cemento Pórtland que se utilice para la elaboración de morteros, debe cumplir con la norma ASTM C-150 “Standard Specification for Portland Cement” (Especificación estándar para cemento Pórtland), que los clasifica de la siguiente manera:

Tipo I: destinado a obras en general, que le exigen propiedades especiales.

Tipo II: destinado a obras expuestas a la acción moderada de los sulfatos y a obras en donde se requiere moderado calor de hidratación.

Tipo III: desarrolla altas resistencias iniciales.

Tipos IV: desarrolla bajo calor de hidratación.

Tipo V: ofrece alta resistencia a la acción de los sulfatos

Cementos hidráulicos mezclados

Según Molina Escobar, (2006) “Es frecuente el uso de cementos a base de Clinker Pórtland y una proporción de otro material que, aunque no tenga propiedades cementantes por sí mismo, las desarrolla cuando se mezcla con el cemento Pórtland, como las escorias de hornos, puzolanas, cenizas volcánicas. Estos cementos hasta ciertos límites en la proporción del material a adicionar resultan en cuanto a calidad similar al cemento Pórtland. Se encuentran definidos en la norma ASTM C-595 “Standard Specification for Blended Hydraulic Cements” (Especificación estándar para cementos hidráulicos mezclados), la cual reconoce cinco tipos para usos generales y aplicaciones especiales, usando escoria de alto horno o puzolana, con cemento Pórtland, Clinker de cemento Pórtland o cal hidratada, estos son”:

- a) Cemento Pórtland con escoria de alto horno.
- b) Cemento Pórtland puzolánico.
- c) Cemento de escoria.
- d) Cemento Pórtland modificado con puzolana.
- e) Cemento Pórtland modificado con escoria. (pag,13)

Cementos de mampostería

Según Molina Escobar, (2006) “Al final de la década de los 20, los fabricantes de cemento Pórtland de Estados Unidos empezaron a formular combinaciones especiales de cemento y plastificantes para la industria de la mampostería. Estas se llamaron cementos de mampostería que generalmente se componen de alguno o varios de los siguientes materiales”:

- Cemento Pórtland., cemento hidráulico mezclado, cemento natural o cal hidráulica.
- Cal hidratada.
- Caliza, creta, conchas calcáreas, talco, escoria o arcilla

“Estos se seleccionan de acuerdo con su capacidad para impartir trabajabilidad, plasticidad y retención de agua a los morteros. Las especificaciones, dadas en la norma ASTM C-91 “Standard Specification for Masonry Cement” (Especificación estándar para cemento de mampostería), pueden considerarse como medidas de control de calidad. Si un cemento de mampostería cumple con estos requisitos, el mortero que se prepare con el mismo cumplirá con las propiedades deseadas tanto en estado plástico como en estado endurecido si se elabora de una forma adecuada”. (Molina Escobar, 2006, pág. 14)

Tipo de cemento de mampostería	N	S	M
Finura, residuo en el tamiz No. 325, máximo; %	24	24	24
Expansión al autoclave, máximo; %	1.0	1.0	1.0
Tiempo de fraguado: Fraguado inicial mínimo; hrs Fraguado final máximo; hrs	2 24	1.5 24	1.5 24
Resistencia a la compresión, mínima; kg/cm ² 7 días 28 días	35 63	91 147	126 203
Contenido de aire en mortero, volumen; % Mínimo Máximo	8 21	8 19	8 19
Retención de agua, flujo después de succión como un porcentaje del flujo original, mínimo	70	70	70

Figura 11: Requisitos físicos de cementos de mampostería.
Fuente: Autores Varios. Recopilación de artículos sobre mampostería

Cal

La cal se obtiene calcinando caliza y otras formas de carbonato de calcio. La cal pura, llamada también cal viva o cal cáustica, está compuesta por óxido de calcio (CaO), aunque normalmente los preparados comerciales contienen impurezas, como óxidos de aluminio, hierro, silicio y magnesio. Al tratarla con agua se desprenden grandes cantidades de calor y se forma el hidróxido de calcio, que se vende comercialmente como un polvo blanco denominado cal apagada o cal hidratada. (Molina Escobar, 2006, pág. 15)

La cal se utiliza para preparar cemento y morteros, y para neutralizar los suelos ácidos en agricultura. También se emplea para fabricar papel y vidrio, para lavar la ropa blanca, para curtir las pieles o el cuero, en el refinado de azúcar y para ablandar el agua. (Enciclopedia Microsoft® Encarta®, 2004)

Propiedades físicas

Por lo general, en los morteros se utiliza la cal hidratada tipo “S”, de acuerdo con la norma ASTM C-207 “Standard Specification for Hydrated Lime for Masonry Purposes” (Especificación estándar para cal hidratada para usos en mampostería). Esta indica los requisitos que debe cumplir la cal, como lo son:

- Finura
- Estabilidad
- Plasticidad
- Retención de agua
- Capacidad de incorporación de arena

Agregados

Los agregados finos llamados arenas o áridos, son todos aquellos materiales que teniendo una resistencia propia suficiente (resistencia de grano), no perturban ni afectan las propiedades y características del mortero y garantizan una adherencia suficiente con la pasta endurecida de cemento. (Molina Escobar, 2006, pág. 16)

En general la mayoría son materiales inertes, es decir que no desarrollan ningún tipo de reacciones con los demás constituyentes del mortero, especialmente con el cemento; sin embargo, hay algunos cuya fracción más fina presenta actividad en virtud de sus propiedades hidráulicas, colaborando con el desarrollo de la resistencia mecánica característica del mortero,

tales como las escorias de alto horno, los materiales de origen volcánico que contienen sílice activa, y el ladrillo triturado. Pero otros presentan elementos nocivos o eventualmente inconvenientes que reaccionan afectando la estructura interna del mortero y su durabilidad, como por ejemplo los compuestos de azufre, los que contienen partículas pulverulentas más finas o aquellos que se encuentran en descomposición latente como algunas pizarras. (Molina Escobar, 2006, pág. 16)

Tipos

De acuerdo con el origen de los agregados, se pueden clasificar de la siguiente manera:

a) **Agregados naturales:** son todos aquellos que provienen de la explotación de fuentes naturales tales como depósitos de arrastres fluviales (arenas de río) o de glaciares (canto rodado) y de canteras de diversas rocas y piedras naturales. Se pueden aprovechar en su granulación natural o triturándolos mecánicamente, según sea el caso, de acuerdo con las especificaciones requeridas.

b) **Agregados artificiales:** estos se obtienen a partir de productos y procesos industriales tales como: arcillas expandidas, escorias de alto horno, clinker, limaduras de hierro y otros. Generalmente son más ligeros o pesados que los naturales.

Por lo general las arenas naturales (depósitos, sedimentarios, ríos, etc.) producen morteros de resistencias más altas que las de cantera (obtenidas por medio de voladura, o por trituración) siendo este efecto más notorio en morteros pobres de cemento.

Propiedades

La norma que especifica las propiedades de los agregados para morteros es la ASTM C-144 “Standard Specification for Aggregate for Masonry Mortar” (Especificación estándar para agregados de morteros de mampostería).

Dentro de los factores que se mencionan para su utilización, se tiene:

1. El agregado fino utilizado en morteros de albañilería, revestimientos y relleno debe de ser limpio y bien graduado. Su selección depende de la disponibilidad de él en la zona (depósitos aluviales, de cantera, etc.), costo de explotación y transporte y de su eventual comportamiento en el mortero en cuanto a consistencia, resistencia y tamaños existentes representados en el módulo de finura.

2. De la graduación del agregado depende en muy buena parte la trabajabilidad y la penetración de humedad. Los módulos de finura bajos requieren más agua que los gruesos para una misma consistencia, por lo cual se generan morteros frágiles y porosos. Por otra parte, si se aumenta el módulo de finura, para una consistencia dada, el contenido de cemento disminuye.

Agua

Se puede definir como aquel componente del mortero en virtud del cual, el cemento experimenta reacciones químicas que le dan la propiedad de fraguar y endurecer para formar un sólido único con los agregados. Se clasifica en agua de mezclado y agua de curado.

El agua que sea potable y que no tenga un pronunciado olor o sabor puede usarse para mezclas de morteros. Si embargo, esto no es rigurosamente cierto, debido a que dentro del agua potable se pueden encontrar disueltas en altas concentraciones sales, cítricos o azúcares, entre otros, que pueden ser perjudiciales para el mortero. Por otro lado, el agua que es buena para el mortero no necesariamente es buena para beber.

Agua de mezclado

Está definida como la cantidad de agua por volumen unitario de mortero que requiere el cemento, contenido en ese volumen unitario para producir una pasta bien hidratada, con una fluidez tal que permita una lubricación adecuada de los agregados cuando la mezcla se encuentra

en estado plástico. De ahí el hecho de que deba hacerse un estricto control sobre el agua de mezclado en el momento de dosificarla.

Al endurecerse la pasta como consecuencia del fraguado, parte del agua queda fija en la estructura rígida de la pasta y el resto queda como agua libre. Si la cantidad de agua de mezclado se aumenta, la parte que de ella queda fija es la misma y por consiguiente el agua libre aumenta, con lo cual aumenta la porosidad y con esta la pasta pierde resistencia y el mortero se hace más permeable.

Agua de curado

El curado puede definirse como el conjunto de condiciones necesarias, para que la hidratación de la pasta evolucione sin interrupción hasta que todo el cemento se hidrate y el mortero alcance sus propiedades potenciales. Estas condiciones se refieren básicamente a la humedad y la temperatura. Por lo tanto, el agua de curado constituye el suministro para hidratar eficientemente el cemento durante el fraguado.

Aditivos

El cemento Pórtland fue el primer aditivo moderno que se agregó al mortero para mampostería. Actualmente, muchos aditivos son añadidos a los morteros de acuerdo con el uso o costos.

Según el Comité ACI-212 (American Concrete Institute), un aditivo se puede definir como “un material distinto del agua, agregados y cemento hidráulico, que se usa como ingrediente en concretos o morteros y se añade a la mezcla inmediatamente antes o durante su mezclado”.

La norma ASTM C-494 “Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete”

(Especificación estándar para aditivos químicos para concreto) identifica los tipos de aditivos

(Ver figura 12)

Tipo	Descripción
A	Aditivos reductores de agua
B	Aditivos retardantes
C	Aditivos acelerantes
D	Aditivos reductores de agua y retardantes
E	Aditivos reductores de agua y acelerantes
F	Aditivos reductores de agua de alto rango
G	Aditivos reductores de agua de alto rango y retardantes

Figura 12: Tipos de aditivos químicos según la norma ASTM C-494.
Fuente: Diego Sánchez de Guzmán. Tecnología del concreto y del mortero.

♣ El concreto reforzado con fibras de acero (CRFA).

El concreto reforzado con fibras de acero ha evolucionado desde ser un material de construcción, hasta ser una alternativa usada para mejorar, tanto el concreto convencional simple, como el concreto reforzado con barras o malla electrosoldada. Es evidente que el comportamiento a tensión del concreto simple es deficiente, lo cual se podría mejorar con la adición de fibras al concreto.



Figura 13: Concreto reciclado con fibras de acero.
Fuente: Médium

En general, las fibras controlan la fisuración y mejoran la tenacidad del concreto. Varias investigaciones y proyectos prácticos se han llevado a cabo con éxito para caracterizar y estudiar el comportamiento del concreto. A pesar de esta amplia experiencia, una de las principales causas de la poca utilización del concreto reforzado con fibras de acero en las construcciones, ha sido la ausencia de recomendaciones prácticas para estimar el comportamiento.

El uso de fibras de acero en el concreto contribuye a mejorar el proceso constructivo y el comportamiento sísmico de elementos estructurales, lo que redundará en viviendas más económicas y seguras.

♣ **Concreto.** Es la unión de cemento, agua, aditivos, grava y arena lo que genera una mezcla llamada concreto. “El cemento representa sólo el 15% en la mezcla del concreto por lo que es el que ocupa menor cantidad en volumen; sin embargo, su presencia en la mezcla es esencial. Al concreto se le agrega un aditivo el cual tiene diferentes funciones tales como reducir el agua, acelerar la resistencia e incrementar su trabajabilidad”.

♣ **Acero.** El acero es una aleación de hierro con una cantidad de carbono que puede variar entre 0,03% y 1,075% en peso de su composición, dependiendo del grado. Acero no es lo mismo que hierro, y ambos materiales no deben confundirse.

El hierro es un metal relativamente duro y tenaz, con diámetro atómico (dA) de 2,48 Å, con temperatura de fusión de 1535 °C y punto de ebullición 2740 °C. La diferencia principal entre el hierro y el acero se halla en el porcentaje de carbono: el acero es hierro con un porcentaje de carbono de entre el 0,03% y el 1,075%. El acero conserva las características metálicas del hierro en estado puro, pero la adición de carbono y de otros elementos tanto metálicos como no metálicos mejora sus propiedades fisicoquímicas, sobre todo su resistencia.

Cada tipo de acero permitirá diferentes aplicaciones y usos, lo que lo hace un material versátil y muy difundido en la vida moderna, donde se encuentra fácilmente.

Los dos componentes principales del acero se encuentran en abundancia en la naturaleza. El acero se puede reciclar indefinidamente sin perder sus atributos, lo que favorece su producción a gran escala. Esta variedad y disponibilidad lo hace apto para numerosos usos como la construcción de maquinaria, herramientas, edificios y obras públicas, aeronáutica, industria automotriz, instrumental médico, etc... contribuyendo al desarrollo tecnológico de las sociedades industrializadas, pues ningún material logra igualarlo cuando se trata de resistencia al impacto o la fatiga.

♣ **Fibras de acero.** Las fibras como tal son elementos delgados de longitud corta y diámetro pequeño, que pueden ser utilizadas para formar hilos del material que estén compuestas.



Figura 14: Acero reciclado.
Fuente: Siderúrgica sevillana

Justificación

Justificación teórica

La presente investigación, está dedicada a ofrecer información conceptual nutrida y consistente acerca del análisis de la resistencia a la compresión axial y diagonal de un muro de mampostería y mortero de concreto con añadido de 2%, 4% y 6% de virutas de acero reciclado para la ciudad de Lima 2021.

Justificación práctica

El propósito de esta investigación es contribuir con la mejora de la resistencia de un muro de mampostería y mortero, así como también con el medio ambiente empleando materiales alternativos que son vistos como desechos o desperdicios. Se escogió la viruta de acero reciclado buscando mejorar las propiedades de un muro de mampostería y mortero de concreto que es parte fundamental dentro del mundo de la construcción.

El uso de las virutas de acero reciclado tendrá un beneficio mutuo, tanto para las personas que habitan las construcciones desarrolladas de esta manera, como para las empresas que se encargan del negocio del reciclaje.

Dicho esto, es necesario implementar las virutas de acero reciclado para el mejoramiento y comodidad de las construcciones, impulsando en el país nuevas tecnologías y materiales que generen un impacto en el desarrollo constructivo, económico, tecnológico y social

Justificación metodológica

Se puede comentar que hay inicios de relevancia de este trabajo, el cual se centra en analizar la resistencia a la compresión axial y diagonal de un muro de mampostería y mortero de concreto con añadido de 2%, 4% y 6% de virutas de acero reciclado y compararlas con un muro de mampostería y mortero de concreto tradicional.

1.1. Formulación del problema

1.1.1. Problema general

¿Realizar un análisis comparativo de la resistencia de compresión axial y diagonal de un muro de mampostería y mortero de concreto tradicional versus un muro de mampostería con mortero de concreto con adición del 2%, 4% y 6% de viruta de acero reciclado?

1.1.2. Problemas específicos

- ¿Será posible elaborar un diseño de mezcla de mortero tradicional con adición de 2%, 4% y 6% de viruta de acero reciclado?

- ¿Determinar el análisis comparativo para la resistencia a la compresión axial del muro de mampostería con mortero tradicional versus adición con 2%, 4% y 6% de viruta de acero reciclado.?

- ¿Realizar un análisis comparativo para la resistencia a la compresión diagonal del muro de mampostería con mortero tradicional versus adición con 2%, 4% y 6% de viruta de acero reciclado.?

1.2. Objetivo

1.2.1. Objetivo general

Análisis comparativo para la resistencia a la compresión axial y diagonal del muro de mampostería con mortero tradicional versus adición con 2%, 4% y 6% de viruta de acero reciclado.

1.2.2. Objetivos específicos

- Elaborar un diseño de mezcla de mortero tradicional con adición de 2%, 4% y 6% de viruta de acero reciclado.

- Análisis comparativo para la resistencia a la compresión axial del muro de mampostería con mortero tradicional versus adición con 2%, 4% y 6% de viruta de acero reciclado.
- Análisis comparativo para la resistencia a la compresión diagonal del muro de mampostería con mortero tradicional versus adición con 2%, 4% y 6% de viruta de acero reciclado.

1.3. Hipótesis

1.3.1. Hipótesis general

Hipótesis Nula (ho): El mortero de concreto con añadido de 2%, 4% y 6% de viruta de acero reciclado no es funcional para la resistencia a la compresión axial y diagonal del muro de mampostería.

Hipótesis Alternativa (ha): El mortero de concreto con añadido de 2%, 4% y 6% de viruta de acero reciclado es funcional para la resistencia a la compresión axial y diagonal del muro de mampostería.

1.3.2. Hipótesis específica

Hipótesis específica 2

Hipótesis Nula (ho): La resistencia de compresión axial de un muro con mortero de concreto añadiendo al 2%, 4% y 6% de viruta de acero reciclado, no son más eficientes al muro con mortero tradicional.

Hipótesis Alternativa (ha): La resistencia de compresión axial de un muro con mortero de concreto añadiendo al 2%, 4% y 6% de viruta de acero reciclado, son más eficientes al muro con mortero tradicional.

Hipótesis específica 3

Hipótesis Nula (h_0): La resistencia de compresión diagonal de un muro con mortero de concreto añadiendo al 2%, 4% y 6% de viruta de acero reciclado, no son más eficientes al muro con mortero tradicional.

Hipótesis Alterna (h_a): La resistencia de compresión diagonal de un muro con mortero de concreto añadiendo al 2%, 4% y 6% de viruta de acero reciclado, son más eficientes al muro con mortero tradicional.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo y diseño de investigación.

2.1.1. Tipo de investigación

De acuerdo con Valderrama (2015): La investigación de tipo aplicada se le denomina también “activa”, “dinámica”, “práctica” o “empírica”. Se encuentra íntimamente ligada a la investigación básica, ya que depende de sus descubrimientos y aportes teóricos para llevar a cabo la solución de problemas, con la finalidad de generar bienestar a la sociedad (p.164).

Siendo parte esta investigación, porque ayudara como una nueva técnica para la elaboración y desarrollo de muro de mampostería y mortero de concreto ayudando a minimizar los productos contaminantes, así como también ayuda a solucionar problemas constructivos garantizando las calidades de las construcciones civiles y brindando tranquilidad para el habitante.

2.1.2. Diseño de la investigación

Según Murillo (2011), “*La investigación experimental es cualquier investigación realizada con un enfoque científico, donde un conjunto de variables se mantienen constantes, mientras que el otro conjunto de variables se mide como sujeto del experimento*”, aplicándose para este caso, debido a que en ella se establece una situación de control en la cual se manipula de manera intencional la variable independiente muro de mampostería con mortero de concreto tradicional con adición del 2%, 4% y 6% de virutas de acero reciclado, para que se pueda analizar las consecuencias sobre la variable dependiente propiedades mecánicas a ensayar.

2.1.3. Clasificación

De acuerdo con Hernández Sampieri et al (2006), “*Los diseños cuasi experimentales se aplican a situaciones reales en los que no se pueden formar grupos aleatorizados, pero pueden*

manipular la variable experimental.”, para esta investigación se da de esta manera, ya que reúne los dos requisitos principales que son el control, para lo cual se formó dos grupos de comparación, y la validez interna, pues los grupos no se formarán aleatoriamente; además se evaluará una variable independiente (muro de mampostería de concreto tradicional con adición del 2%, 4% y 6% de virutas de acero reciclado) y una variable dependiente (propiedades mecánicas).

Siendo la investigación transversal, con la manipulación de una variable y la comparación con el parámetro de control.

2.2. Variable

Variable Independiente: Muro de mampostería con mortero de concreto tradicional añadiendo el 2%, 4% y 6% de virutas de acero reciclado

Variable Dependiente: Propiedades mecánicas.

Tabla 1

Matriz de variable.

Variable	Dimensiones	Indicadores
VI: Muro de mampostería con mortero de concreto tradicional añadiendo el 2%, 4% y 6% de virutas de acero reciclado.	<ul style="list-style-type: none"> • Porcentajes de virutas de acero reciclado 	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño de mezcla con virutas de acero reciclado
VD: Propiedades mecánicas	<ul style="list-style-type: none"> • Resistencia a la compresión axial. • Resistencia a la compresión diagonal 	<ul style="list-style-type: none"> • Resultados de ensayos de laboratorio

2.3. Población y Muestra (Materiales, Instrumentos y Métodos)

2.3.1. Población

Por ser una investigación de carácter cuasi experimental que se elaboró en un laboratorio, la población son muretes de mampostería de piedra con añadido de virutas de acero reciclado, los

cuales son sometidos a ensayos de compresión axial y diagonal, de los que se recogen resultados mediante formatos de laboratorio, siendo en cantidad la misma que la muestra.

2.3.2. Muestra.

Al no ser una elección aleatoria, por cuestiones de economía y conveniencia, se tomarán como muestra 84 muros con dimensiones 0.60m x 0.60m x 0.125m para su evaluación de la resistencia a la compresión axial y diagonal de la mampostería con mortero de concreto con añadido del 2%, 4%, y 6% de virutas de acero reciclado.

Tabla 2

Cantidad de muestras de muros que se realizaran (Ensayo Axial)

INDICADORES	Mezcla	7 días	14 días	28 días	Subtotal
GRUPO DE CONTROL	Muros de mampostería con concreto tradicional	3	3	3	9
	Muros de mampostería con concreto tradicional adicionando el 2% de virutas de acero reciclado.	3	3	3	9
GRUPO EXPERIMENTAL	Muros de mampostería con concreto tradicional adicionando el 4% de virutas de acero reciclado.	3	3	3	9
	Muros de mampostería con concreto tradicional adicionando el 6% de virutas de acero reciclado.	3	3	3	9
<i>Axial</i>		<i>Cantidad de muros</i>			36

Cantidad de muestras de muros que se realizaran (Ensayo Diagonal)

INDICADORES	Mezcla	7 días	14 días	28 días	Subtotal
GRUPO DE CONTROL	Muros de mampostería con concreto tradicional	4	4	4	12
	Muros de mampostería con concreto tradicional adicionando el 2% de virutas de acero reciclado.	4	4	4	12
GRUPO EXPERIMENTAL	Muros de mampostería con concreto tradicional adicionando el 4% de virutas de acero reciclado.	4	4	4	12
	Muros de mampostería con concreto tradicional adicionando el 6% de virutas de acero reciclado.	4	4	4	12
<i>Diagonal</i>		<i>Cantidad de muros</i>			48

2.3.3. Unidad de Estudio

Los muretes de mampostería y mortero de concreto con las virutas de acero reciclado serán de 0.60 x 0.60 x 0.125 m de dimensiones, las cuales serán ensayadas en una prensa hidráulica obteniendo como resultado su resistencia a la compresión axial y diagonal en kg/cm².

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.4.1. Técnicas

La observación directa.

2.4.2. Instrumento de recolección de datos

Se utilizará la observación directa, este instrumento permite ser metódico en cuanto al cumplimiento a pie de letra con el cronograma para recolección de datos: recolección de virutas de acero reciclado, pruebas de los ensayos realizados para la obtención de las propiedades mecánicas de los muros de mampostería tradicional y muros de mampostería utilizando mortero de concreto con añadido de virutas de acero reciclado, según la norma ASTM 140/NTP 399.604.

2.4.3. Técnicas de análisis de datos

El procedió a la comparación y análisis porcentual de los resultados que se obtuvieron en los ensayos realizados en el laboratorio de los muros de mampostería tradicional y los muros de mampostería de concreto con añadido de virutas de acero reciclado.

2.4.4. Validez y Confiabilidad:

La validez y confiabilidad de la comparación entre ambos morteros se validará al desarrollarse las pruebas de ensayos. Las mediciones serán certificadas por los técnicos auxiliares, expertos, ya que son profesionales en realizar estos ensayos y se tendrá una

confiabilidad, también se realizará Fichas de Recolección de Datos con el Juicio de 4 expertos en el tema, que confirmaran el indicador propuesto.

2.5. Aspectos éticos

En el presente trabajo de investigación se respetaron los derechos del autor, para lo cual, se colocó las referencias de todas las citas expuestas. Asimismo, se empleó las normas APA – 7ma. Edición, la cuales nos brindan un estándar de redacción para no incurrir involuntariamente en cualquier intento de plagio. Además, se utilizó como fuente de información tesis de maestría, artículos científicos y doctorado ubicados, en buscadores como Scielo, Dialnet, Concytec, Google Académico y otros, con la finalidad de tener información con sustento y validez.

2.6. Procedimiento

Se siguieron los siguientes procesos para poder aplicar el proyecto:

Materia prima

- Se realiza la compra la recolección del acero reciclado



Figura 15: Virutas de acero

- Obtención de virutas de acero

La viruta procedente de un proceso de maquinado, al estar mezclada con fluidos de corte, es difícil (más no imposible) de reciclar. Algunos almacenan estos residuos en un cuarto

destinado para tal fin dentro del mismo taller. Otros cuentan con maquinaria que les permite separar la viruta del fluido, así como los diferentes tipos de metales (ferrosos y no ferrosos), y compactar el producto final para venderlo a un tercero que se encarga de su disposición/reutilización; y otros hacen lo último sin separar la viruta.



Figura 16: Virutas de acero a añadirse en proporción del peso del cemento

Agua para el concreto

La Norma Peruana NTP 339.088 considera aptas para la preparación y curado del concreto, aquellas aguas cuyas propiedades y contenidos de sustancias disueltas están comprendidos dentro de los siguientes límites:

Tabla 3

Límites permisibles para el agua de mezcla y curado

DESCRIPCIÓN	LÍMITE PERMISIBLE		
Sólidos en suspensión	500	ppm	Máximo
Materia Orgánica	3	ppm	Máximo
Alcalinidad (NaHCO ₃)	1000	ppm	Máximo
Sulfatos (ion SO ₄)	600	ppm	Máximo
Cloruro (ion CL)	1000	ppm	Máximo
pH	5 a 8	Ppm	Máximo

Fuente: Laboratorio UPeU.

SEGÚN LA GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO, SE DETERMINA EL TMN.

Clasificar el agregado grueso y el agregado fino en función a sus diámetros para así determinar si cumple con las normas establecidas a través de la curva granulométrica, como también, establecer la distribución del tamaño de sus granos y partículas de los agregados gruesos y finos Mediante el tamizado de los agregados por la serie de tamices normalizados.

Tabla 4

Cantidad mínima de la muestra de agregado grueso o global

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL mm(plg)	CANTIDAD DE LA MUESTRA DE ENSAYO, MÍNIMO kg (lb)
9.5 (3/8)	1 (2)
12.5 (1/2)	2 (4)
19.0 (3/4)	5 (11)
25.0 (1)	10 (22)
37.5 (1.5)	15 (33)
50 (2)	20 (44)
63 (2.5)	35 (77)
75 (3)	60 (130)
90 (3.5)	100 (220)
100 (4)	150 (330)
125 (5)	300 (660)

Fuente: Laboratorio UPeU.

Metodología de cálculo.

- Módulo de Fineza

Ecuación 1: Modulo de fineza del A.F.

$$MF.A.F. = \frac{\Sigma \% Ret. Acumulado Tamiz N^{\circ} (8 + 16 + 30 + 50 + 100)}{100}$$

Ecuación 2: Modulo de fineza del A.G.

$$MF.A.G. = \frac{\Sigma \% Ret. Ac. Tamiz 3 + 1\frac{1}{2} + \frac{3}{4} + \frac{3}{8} + N^{\circ}4 + N^{\circ}(8 + 16 + 30 + 50 + 100)}{100}$$

El Tamaño Máximo corresponde al menor tamiz de la serie utilizada por el que pasa el 100% de la muestra.

El Tamaño Nominal Máximo según norma:

ASTM – malla o tamiz que retiene de un 5 al 15% de muestra.

NTP – Abertura de tamiz de la serie utilizada en donde se produce el primer peso retenido.

El **procedimiento** para seguir es obtener una muestra representativa del agregado según la norma por lo que seca la muestra a peso constante a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$. Posteriormente se pesa la muestra seca y limpia como lo que se procede a realizar el tamizado, usando los tamices que se indican en la tabla 4, colocados en orden decreciente según el tamaño de sus aberturas. Lo cual procede a colocar la muestra sobre la malla superior y mediante el empleo de una tamizadora o manualmente se tamiza la muestra por un tiempo entre uno a dos minutos (No se debe forzar el paso de una partícula con la mano). Por último, se procede a retirar cada tamiz y pesar el material retenido (Verificar que la suma total corresponda al peso inicial).

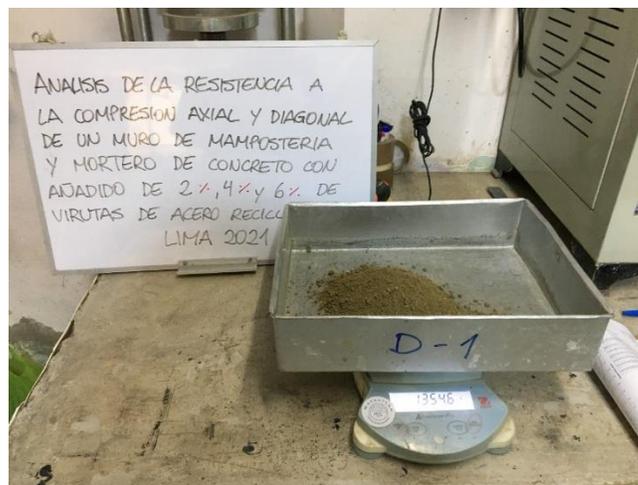


Figura 17: Procedimiento de pesado de muestra de agregado fino (arena gruesa), en condición natural



Figura 18: Procedimiento de pesado de muestra de agregado grueso (piedra chancada), en condición natural
CONTENIDO DE HUMEDAD PARA LOS AGREGADOS.

Se determina el contenido de agua que posee una muestra de agregado con respecto al peso seco de la muestra. Esta Prueba se lleva a cabo antes de hacer una mezcla de concreto, con el fin de hacer los ajustes en la cantidad de agua de mezclado.

Tabla 5

Cantidad mínima de muestra

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL mm(plg)	PESO RECOMENDADO DE MUESTRA HUMEDA A USAR EN KILOGRAMOS
4.75 (0.187) (N° 4)	0.5
9.5 (3/8)	1.5
12.5 (1/2)	2.0
19.0 (3/4)	3.0
25.0 (1)	4.0
37.5 (1.5)	6.0

Fuente: Laboratorio UPeU

Metodología de cálculo

El contenido de humedad en los agregados se puede calcular de la manera siguiente:

Ecuación 3: Contenido de Humedad

$$H\% = \left(\frac{W_{mh} - W_{ms}}{W_{ms}} \right) * 100$$

Donde:

-  H = Porcentaje de humedad (%)
-  W_{mh} = Peso de muestra húmeda (gr)
-  W_{ms} = Peso de muestra seca (gr)

El **procedimiento** por seguir es seleccionar una muestra representativa por cuarteo para determinar la masa de la muestra de acuerdo con lo indicado en la Tabla 5 con una aproximación 0.1%, por lo que se tomara un recipiente, anotar su identificación y determinarle su peso. Y luego se anotará el peso de la muestra húmeda más el recipiente que la contiene, luego, colocar la tara con la muestra en el horno a una temperatura constante de 110°C, por un periodo de 24 Horas. Una calefacción muy rápida puede causar que algunas partículas exploten, resultando una pérdida de esta. Una vez retirado la muestra del horno y dejarla enfriar hasta que se alcance la temperatura de ambiente. Se pesará la muestra seca más el recipiente y tomar apunte de su peso.



Figura 19: Agregado fino (peso de muestra seca), a 110 °C durante aproximadamente 24 horas.



Figura 20: Agregado grueso (peso de muestra seca), a 110 °C durante aproximadamente 24 horas.

PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS.

El punto de este procedimiento es determinar el peso unitario suelto y compactado para los agregados fino y grueso.

De acuerdo con el tamaño máximo del agregado se elige la capacidad del recipiente como se presenta en la tabla 6 por lo que la cantidad de muestra deberá de ser representativa, el tamaño de la muestra será aproximadamente del 125% a 200% de la cantidad requerida para llenar el recipiente.

Tabla 6

Cantidad mínima de la muestra del agregado grueso o global.

CAPACIDAD DEL RECIPIENTE (pie ³)	TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DE AGREGADO plg (mm)
1/10	½ (12.5)
1/3	1 (25.0)
½	1 ½ (37.5)
1	3 (75)

Fuente: Laboratorio UPeU.

Metodología de calculo

 Peso Unitario Suelto:

Ecuación 4: Peso Unitario Suelto

$$P.U.S. = \frac{W_{suelto}}{V_{recipiente}}$$

Donde:

P.U.S. = Peso Unitario suelto Compactado (kg/m³)

W_{suelto} = Peso de muestra suelta (kg)

$V_{recipiente}$ = Volumen del recipiente (m³)

 Peso Unitario Compactado:

Ecuación 5: Peso Unitario Compactado

$$P.U.C. = \frac{W_{compactado}}{V_{recipiente}}$$

Donde:

P.U.S. = Peso Unitario Suelto Compactado (kg/m³)

$W_{compactado}$ = Peso de la muestra compactado (kg)

$V_{recipiente}$ = Volumen del recipiente (m³)

El **procedimiento** para seguir es considerar que:

- El tamaño de la muestra debe ser aproximadamente del 125 al 200% de la cantidad requerida para llenar el molde según tabla 6, y debe ser manipulada de tal forma que evite la segregación.
- Secar la muestra de agregado a un peso esencialmente constante a una temperatura de 110 °C ± 5° C.
- Llene un tercio del recipiente y nivele la superficie con los dedos.
- Apisone la capa de áridos con 25 golpes de pisón distribuidos en forma pareja sobre la superficie.

- Llene el segundo tercio del recipiente y nuevamente nivele y apisoné de la manera indicada.
- Finalmente, llene el recipiente hasta rebalsar y apisoné de la manera señalada.
- Nivele la superficie de los áridos con los dedos o con una regla de manera que las partículas más grandes de los áridos gruesos rellenen equilibradamente los espacios más grandes que aparezcan en la superficie.
- Nivele la superficie de los áridos con los dedos o con una regla de manera que las proyecciones de las piezas grandes de los áridos gruesos rellenen equilibradamente los espacios más grandes que aparecen bajo la superficie del recipiente.
- Determine la masa del recipiente con su contenido, y la masa del recipiente solo, e informe los valores aproximados a la 0,1 lb (0,05 kg) más cercana.



Figura 21: Agregado grueso en el molde cilíndrico y se enrasa la superficie con una varilla metálica o regla.



Figura 22: Agregado fino en el molde cilíndrico y se enrasa la superficie con una varilla metálica o regleta.

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN EN AGREGADOS.

Este procedimiento es frecuentemente utilizado para determinar los valores de peso específico, los cuales indican mientras más bajos el material poroso, absorbente y débil. Los altos generalmente indican buena calidad. También es utilizado como una medida indirecta de la solidez o estabilidad de los agregados, siendo generalmente aceptado que estos disminuyen conforme es menor el valor del peso específico, y en la parte de absorción es una medida de la porosidad del agregado, la determinación del contenido de humedad, porcentaje de absorción y humedad libre son importantes en la medida que permiten conocer el volumen de agua con que contribuirá o que absorberá el agregado en una mezcla de concreto lo cual se efectúa con las siguientes normas

- NTP 400.021 - 400.022
- ASTM C 127 – C 128

Agregado Fino

✚ METODOLOGIA DE CALCULO

Peso Específico

Ecuación 6: Peso Específico de la Masa del A.F.

$$P.E \text{ MASA} = \frac{d}{e - c}$$

Ecuación 7: Peso Específico de la Masa Saturada del A.F.

$$P.E \text{ MASA}_{SSS} = \frac{500}{e - c}$$

Ecuación 8: Peso Específico Aparente del A.F.

$$P.E \text{ APARENTE} = \frac{d}{(e - c) - (500 - d)}$$

Donde:

a = Peso de la muestra saturada superficialmente seca + Peso de la tara + Peso del agua.

b = Peso de la muestra saturada superficialmente seca + Peso de la tara.

c = Peso del agua: b – a

d = Peso de la arena secada al horno

e = Volumen de la tara

Absorción

Ecuación 9: Absorción del A.F.

$$\% \text{ ABSORCION} = \frac{(500 - d)}{d} * 100$$

Donde:

d = Peso de la arena secada al horno

PROCEDIMIENTO

Secar el material en el horno, dejarlo enfriar y saturar la muestra no mayor de 1000g por un periodo de 24 ± 4 horas en balde de tamaño mediano.

Retirar el agua de la muestra saturada y dejarla secar al ambiente sobre el pliego de plástico durante 24 horas. Luego, de ser necesario, seque el material usando una hornilla o un secador eléctrico.

Seleccionar 500g de muestra saturada superficialmente seca por el Método del Cono.

Pesar la Fiola e introducir la muestra en estado superficialmente seca.

Llenar la Fiola con agua hasta los 500 cm³ y determinar el peso total (A).

Vaciar el material en un recipiente y dejar reposar por 15 a 20 minutos.

Eliminar el agua del recipiente usando una pipeta, teniendo cuidado de no retirar las partículas finas del material.

Secar el agregado en el horno por un periodo de 24 horas a una temperatura constante de $110 \pm 5^\circ\text{C}$.

Dejar enfriar a temperatura ambiente durante una hora y registrar su peso (D)



Figura 23: Ensayo de conito de absorción. Se apisona unas 25 veces dejando caer el pisón desde una altura aproximada de 1 cm. Todo esto para corroborar si el material se encuentra superficialmente seco.

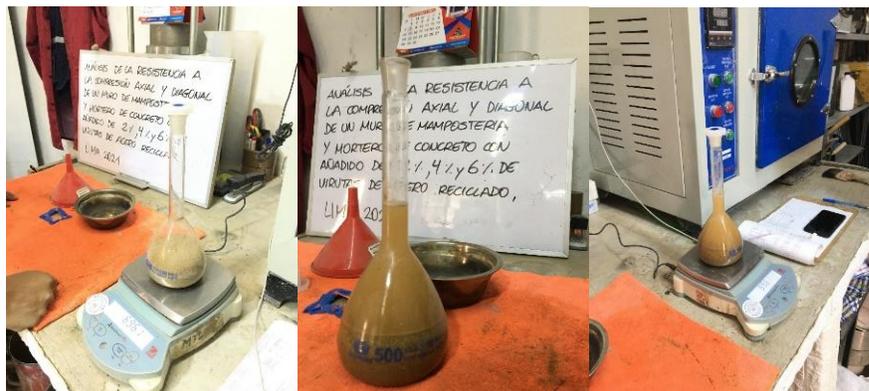


Figura 24: Se procede a verter agua en la fiola, posteriormente por medio de una agitación eliminar las burbujas y vacíos, y dejar reposar por 24 horas. Pasado las 24 horas con la pipeta se nivela a 500 cm³.

Agregado Grueso

METODOLOGÍA DE CÁLCULO

Peso Específico

Ecuación 10: Peso Específico de la Masa A.G.

$$P. E \text{ MASA} = \frac{d}{c}$$

Ecuación 11: Peso Específico de la Masa Saturada del A.G.

$$P. E \text{ MASA}_{SSS} = \frac{a}{c}$$

Ecuación 12: Peso Específico Aparente del A.G.

$$P. E \text{ APARENTE} = \frac{d}{e}$$

Donde:

a = Peso de la muestra saturada superficialmente seca (en aire)

b = Peso de la muestra saturada (en agua)

c = Volumen de masa – Volumen de vacíos: a - b

d = Peso seco (en aire)

e = Volumen de masa: d - b

Absorción

Ecuación 13: Absorción del A.G.

$$\% \text{ ABSORCIÓN} = \frac{(a - d)}{d} * 100$$

Donde:

a = Peso de la muestra saturada superficialmente seca (en aire)

d = Peso de la arena secada al horno

PROCEDIMIENTO

Secar el material en el horno, dejarlo enfriar y sumergirlo en balde con agua por un periodo de 24 ± 4 horas.

Retirar la muestra, colocarla sobre la franela y con ayuda de sus extremos secar las partículas. De esta manera se obtendrá la muestra saturada con superficie seca.

Registrar su peso (A) con una precisión de 0.5g como mínimo.

Colocar la muestra saturada con superficie seca en la canastilla de alambre de la balanza hidrostática y determinar su peso sumergido en agua (B) a temperatura de $23 \pm 2^\circ\text{C}$.

Secar la muestra en el horno hasta obtener un peso constante. Luego, anotar su peso con la misma precisión indicada anteriormente.



Figura 25: Se suspende un contenedor (canastilla) y se coloca el agregado grueso. Se registra la masa aparente del agregado saturado en agua (sumergido).

ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (SLUMP)

El método cubre la determinación del asentamiento del concreto tanto en el laboratorio como en el campo. Consiste en colocar una muestra de concreto recién mezclado (se compacta por varillado) dentro de un molde en forma de cono truncado. El molde se levanta, y se deja que el concreto se desplome. Se mide la distancia vertical al centro desplazado y se registra el valor del asentamiento del concreto.

Tabla 7

Concreto consolidados por vibración

Tipo de Construcción	Máxima	Mínima
Zapatas y muros de cimentación armados.	3"	1"
Cimentaciones simples, cajones y Subestructuras de muros.	3"	1"
Vigas y muros armados.	4"	1"
Columnas de edificios.	4"	1"
Losas y pavimentos.	3"	1"
Concreto ciclópeo.	2"	1"

Fuente: Laboratorios – UPeU.

PROCEDIMIENTO

Humedecer el molde y se colocará sobre una superficie horizontal rígida, plana, húmeda y no absorbente, se sujetará el molde y se procederá a llenar con la muestra de concreto a cada 1/3 de la muestra para que sean compactadas con 25 golpes de la varilla, distribuidos uniformemente

Sujetar firmemente el molde sobre la base colocando y presionando con los dos pies los estribos del molde. Por ningún motivo debería de moverse los pies durante el llenado del molde.

Enrasar el concreto rodando la varilla de compactación sobre el borde superior del molde quedando lisa la superficie del concreto.

Retirar el molde, se alza cuidadosamente en dirección vertical sin que se impacte el movimiento lateral o de torsión al concreto en un tiempo de 5 ± 2 seg.

METODOLOGIA DE CALCULO

Ecuación 14: Asentamiento – Slump

$$Slump = G - T$$

Donde:

Slump: Asentamiento del concreto fresco, Pulg (cm).

G: Altura de molde cono de abrams, Pulg (cm).

T: Altura medida sobre el centroide el original de la base superior del espécimen, Pulg
(cm).

DISEÑO DE MEZCLA

Estas proporciones dependerán de cada ingrediente en particular los cuales a su vez dependerán de la aplicación particular del concreto. También podrían ser considerados otros criterios, tales como minimizar la contracción y el asentamiento o ambientes químicos especiales.

Condiciones básicas que se consideraron:

- Económica.
- Trabajabilidad.
- Resistencia y durabilidad.

PASOS PARA EL PROPORCIONAMIENTO

- a. Estudio detallado de los planos y especificaciones técnicas de obra.
- b. Elección de la resistencia promedio (f'_{cr})
- c. Elección del Asentamiento (Slump)
- d. Selección del tamaño máximo del agregado grueso.
- e. Estimación del agua de mezclado y contenido de aire.
- f. Selección de la relación agua/cemento (a/c).
- g. Cálculo del contenido de cemento.
- h. Estimación del contenido de agregado grueso y agregado fino.
- i. Ajustes por humedad y absorción.
- j. Cálculo de proporciones en peso, volumen, tanda.
 - ✚ Elección de la resistencia promedio (f'_{cr})

Se utilizará la Tabla 8 siguiente para la determinación de la resistencia promedio requerida.

Tabla 8

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 + 94

Fuente: Laboratorio – UPeU.

✚ Elección del asentamiento.

Si las especificaciones técnicas de obra requieren que el concreto tenga una determinada consistencia, el asentamiento puede ser elegido de la siguiente tabla:

Tabla 9

Consistencia y Asentamiento

Consistencia	Asentamiento
Seca	0" (0mm) a 2" (50mm)
Plástica	3" (75mm) a 4" (100mm)
Fluida	≥5" (125mm)

Fuente: Laboratorio – UPeU.

✚ Estimación del agua de mezcla y contenido de aire.

La Tabla 10, preparada en base a las recomendaciones del Comité 211 del ACI, nos proporciona una primera estimación del agua de mezclado para concretos hechos con diferentes tamaños máximos de agregado con o sin aire incorporado.

Asentamiento	Agua, en l/tm ³ , para los tamaños máx. Nominales de agregado grueso y consistencia indicados							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
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
Concreto con Aire Incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	17
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154

* Tabla ha sido confeccionado por el comité 211 del ACI.

* Los valores de esta tabla se emplearán en la determinación del factor cemento en mezclas preliminares de prueba. Son valores máximos y corresponden a agregados gruesos de perfil angular y granulometría comprendida dentro de los límites de la norma ASTM C 33.

* Si el valor del tamaño máximo nominal del agregado grueso es mayor de 1 1/2", el asentamiento se determinara después de retirar, por cernido húmedo, las partículas mayores de 1 1/2".

Figura 26: Volumen de agua
Fuente: Laboratorio – UPeU.

La Tabla 10 da el porcentaje aproximado de aire atrapado, en mezclas sin aire incorporado, para diferentes tamaños máximos nominales de agregado grueso adecuadamente graduado dentro de los requisitos de la norma NTP 400.037 o ASTM C33.

Tabla 10
Contenido de Aire Atrapado

Tamaño Máximo Nominal	Aire Atrapado %
3/8"	3.00 %
1/2"	2.50 %
3/4"	2.00 %
1"	1.50 %
1 1/2"	1.00 %
2"	0.50 %
3"	0.30 %
6"	0.20 %

Fuente: Laboratorio – UPeU.

La tabla admite una tolerancia del 1.5%. La determinación del contenido total de aire podrá efectuarse de acuerdo con los requerimientos de la norma ASTM C 231, C173, C138.

Tabla 11
Contenido de Aire Incorporado y Total

Tamaño Máximo Nominal	Contenido de aire total, en %		
	Exposición Suave	Exposición Moderada	Exposición Severa
3/8"	4.50 %	6.00 %	7.50 %
1/2"	4.00 %	5.50 %	7.00 %
3/4"	3.50 %	5.00 %	6.00 %
1"	3.00 %	4.50 %	6.00 %
1 1/2"	2.50 %	4.50 %	5.50 %
2"	2.00 %	4.00 %	5.00 %
3"	1.50 %	3.50 %	4.50 %
6"	1.00 %	3.00 %	4.00 %

Fuente: Laboratorio – UPeU.

Obtenidos los valores de cantidad de agua y de aire atrapado para un metro cúbico de concreto procedemos a calcular el volumen que ocupan dentro de la unidad de volumen de concreto:

Ecuación 15: Volumen del Agua

$$\text{Volumen del agua (m}^3\text{)} = \frac{\text{Contenido de agua de mezcla } \left(\frac{\text{lbs}}{\text{m}^3}\right)}{\text{Peso específico del agua } \left(\frac{100\text{kg}}{\text{m}^3}\right)}$$

✚ Elección de la relación agua cemento (a/c)

Para concretos preparados con cemento Pórtland tipo I o cementos comunes, puede tomarse la relación a/c de la Tabla 12.

Tabla 12

Relación Agua/cemento por Resistencia

F'cr (28 días)	Relación agua – cemento de diseño de peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46

350	0.48	0.40
400	0.43	
450	0.38	

Fuente: Laboratorio – UPeU.

La Norma Técnica de Edificación E.060 prescribe que, si se desea un concreto de baja permeabilidad, o el concreto ha de estar sometido a procesos de congelación y deshielo en condición húmeda. Se deberá cumplir con los requisitos indicados en la Figura 27.

Max. Relación a/c permisible para C° sometidos a condiciones especiales de exposición.

Condiciones de exposición	Relación A/C máxima, con Agregados de Peso Normal	Resistencia a la compresión mínima en concretos con agregado liviano
Concreto de baja permeabilidad:	0.50	260
a) Expuesto a agua dulce.		
b) Expuesto a agua de mar o aguas salobres.		
c) Expuesto a la acción de aguas cloacales. (*)	0.45	
Concreto expuesto a procesos de congelación y deshielo en condición húmeda:	0.45	300
a) Sardineles, cunetas, secciones delgadas.		
b) Otros elementos.	0.50	
Protección contra la corrosión de concreto expuesto a la acción de agua de mar, aguas salobres, neblina o rocío de esta agua.	0.40	325
Si el recubrimiento mínimo se incrementa en 15 mm.	0.45	300

* La resistencia $f'c$ no deberá ser menor de 245 Kg/cm² por razones de durabilidad.

Figura 27: Max. Relación a/c permisible para C° sometidos a condiciones especiales

✚ Cálculo de contenido de cemento

Una vez que la cantidad de agua y la relación a/c han sido estimadas, la cantidad de cemento por unidad de volumen del concreto es determinada dividiendo la cantidad de agua por la relación a/c.

Ecuación 16: Contenido de Cemento (kg/m³)

$$\text{Contenido de Cemento} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) = \frac{\text{Contenido de agua de mezcla} \left(\frac{\text{lbs}}{\text{m}^3} \right)}{\text{Relación a/c (para } f'cr \text{)}}$$

Ecuación 17: Volumen de Cemento (m³)

$$\text{Volumen de Cemento (m}^3\text{)} = \frac{\text{Contenido de cemento (kg)}}{\text{Peso específico del cemento} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)}$$

✚ Estimación del contenido de agregado grueso y agregado fino

La Figura 12 permite obtener un coeficiente ***b/b₀*** resultante de la división del peso seco del agregado grueso entre el peso unitario seco y compactado del agregado grueso expresado en kg/m³.

Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso	Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de finza			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.63	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.75	0.73	0.71	0.69
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.82	0.80	0.78	0.76
6"	0.87	0.85	0.83	0.82

* Los volúmenes de agregado grueso mostrados, está en condición seca y compactada, tal como se describe en la norma ASTM C29.

Figura 28: Peso del Agregado Grueso por Unidad de Volumen del Concreto

Obtenido ***b/b₀*** procedemos a calcular la cantidad de agregado grueso necesario para un metro cúbico de concreto, de la siguiente manera:

Ecuación 18: Peso Seco del A.G

$$\text{Peso Seco del A.G.} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) = \frac{b}{b_0} \times (\text{Peso Unitario Compactado del A.G.})$$

Entonces los volúmenes de los agregados grueso y fino serán:

Ecuación 19: Volumen del A.G.

$$\text{Volumen del A.G. (m}^3\text{)} = \frac{\text{Peso seco del A.G.}}{\text{Peso específico del A.G.}}$$

Ecuación 20: Volumen del A.F.

$$\text{Volumen del A.F. (m}^3\text{)} = 1 - (\text{V. Agua} + \text{V. Aire} + \text{V. Cemento} + \text{V. A.G.})$$

Por consiguiente, el peso seco del agregado fino será:

Ecuación 21: Peso del A.F.

$$\text{Peso del A.F. (m}^3\text{)} = (\text{Volumen del A.F.}) \times (\text{Peso específico del A.F.})$$

✚ Ajustes por humedad y absorción

El contenido de agua añadida para formar la pasta será afectado por el contenido de humedad de los agregados. Si ellos están secos al aire absorberán agua y disminuirán la relación a/c y la trabajabilidad. Por otro lado, si ellos tienen humedad libre en su superficie (agregados mojados) aportarán algo de esta agua a la pasta aumentando la relación a/c, la trabajabilidad y disminuyendo la resistencia a compresión. Por lo tanto, estos efectos deben ser tomados estimados y la mezcla debe ser ajustada tomándolos en cuenta.

$$\text{Agregado Grueso} \begin{cases} \text{Humedad} = \% W_g \\ \% \text{ Absorción} = \% A_g \end{cases}$$

$$\text{Agregado Fino} \begin{cases} \text{Humedad} = \% W_f \\ \% \text{ Absorción} = \% A_f \end{cases}$$

Peso de agregado húmedos

Ecuación 22: Peso de los agregados húmedos

$$\text{Peso A. G. humedo (kg)} = (\text{Peso A. G. seco}) \times \left(1 + \frac{\%W_g}{100}\right)$$

$$\text{Peso A. F. humedo (kg)} = (\text{Peso A. F. seco}) \times \left(1 + \frac{\%W_f}{100}\right)$$

Agua efectiva

Ecuación 23: Agua Efectiva

$$\text{Agua en A. G.} = (\text{Peso A. G. seco}) \times \left(\frac{\%W_g - \%A_g}{100}\right) = X$$

$$\text{Agua en A. F.} = (\text{Peso A. F. seco}) \times \left(\frac{\%W_f - \%A_f}{100}\right) = Y$$

$$\text{Agua efectiva (Lts)} = \text{Agua de diseño} - (X + Y)$$

DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO DE COMPRESIÓN



Figura 29: Muestras para ensayo

- COMPRESIÓN DIAGONAL

Esta norma define un estado de tensión de cortante pura en el punto medio del espécimen, o, dicho de otra forma, el estado tensional de los círculos de Mohr del espécimen está centrado en el origen de coordenadas.

Ecuación 24: Compresión diagonal

$$\sigma_t = \frac{F}{A_n}$$

$$A_n = \frac{L_1 + L_2}{2} * t * \sqrt{2}$$

Donde:

A_n = Área neta de la probeta

L_1 y L_2 = Lados del murete.

t = Espesor del murete

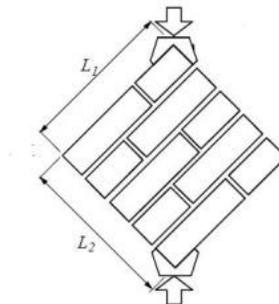


Figura 30: Dimensiones de la probeta



Figura 31: Ensayo a compresión diagonal

- COMPRESION AXIAL

En el diseño por compresión axial de los muros armados y confinados, el esfuerzo admisible F_a está dado por las siguientes expresiones.

Ecuación 25: Esfuerzo admisible

$$F_a = 0.2 * f'_m \left(1 - \left(\frac{h}{35 * t}\right)^2\right)$$

En tanto que el esfuerzo axial máximo (f_a), calculado con la sollicitación de servicio, resulta menor al esfuerzo admisible:

Ecuación 26: Esfuerzo admisible máximo

$$f_a = \frac{P_m}{A} < F_a$$

Por otro lado (Solo para **muros confinados**), de imponerse como topes máximos una esbeltez (h/t) igual a 20, y un esfuerzo axial actuante de $0.15f'_m$, puede afirmarse que no existirá fallar por compresión, ya que de acuerdo a la norma.



Figura 32: Ensayo a compresión axial

CAPÍTULO III. RESULTADOS

Para el **primer objetivo** nos pide elaborar un diseño de mezcla de mortero tradicional con adición de 2%, 4% y 6% de viruta de acero reciclado.

Para la obtención de las proporciones de los materiales para el diseño de mezcla se obtuvo lo siguiente:

Relación agua cemento	Factor de “k”
Ra/c= 0.56	k= 0.378
Determinación de “b”	Contenido de cemento
b= 0.2477	cemento = 672.15 kg/m ³
Cálculo de “n”	Contenido de agua
n=1.59	Agua= 376.41 lt/m ³
Selección de consistencia	Contenido de arena
VC= 110%	arena= 1066.55 kg/m ³

RESULTADOS DE LABORATORIO

INSUMO:	PESO ESPECÍFICO
Cemento SOL Tipo 1:	3150 kg/m ³
Agua:	1000 kg/m ³
Agregado fino:	2600 kg/m ³

PUS
1200

HUMEDAD	ABS	MF	PUS	PUC
3.83%	1.69%	3.20	1414	1529

Para la dosificación de los materiales con los resultados de laboratorio se obtuvieron lo siguiente:

DOSIFICACION EN SECO

A1= 23.8 1 : 1.59 + 23.8 L/bolsa

PESOS POR M3 EN SECO

Arena corregida = 1107.40 kg/m³

Agua corregida= 358.38 lt/m³

DOSIFICACION EN SECO

A1= 22.66 1 : 1.65 + 22.66 L/bolsa

A/C= 0.53

PESOS POR M3 CORRECCION DE HUMEDAD

Cemento= 672.15 kg/m³

Agua= 358.38 lt/m³

Arena= 1107.40 kg/m³

CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m ³	0.2134 m ³
Agua	1000 kg/m ³	0.3584 m ³

			HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO
Agregado fino	2600 kg/m ³	---	3.83%	1.69%	3.20	1414

VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA

Cemento Sol Tipo 1 23.53 kg

Agua 12.54 L

Arena 38.76 kg

PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA

CEM A.F. AGUA

1 : 1.6 : 0.5 L/bolsa

Los resultados obtenidos de los laboratorios está en el Anexo 3 el cual especifica el tipo de agregado que se está utilizando; en este punto se recopilara información de los resultados de los siguientes diseños de mezcla.

Tabla 13

Recopilación de resultado del diseño de mezcla

Recopilación de información				
Tipo de diseño	Cemento (kg)	Agregado Fino (kg)	Agua (L)	Acero Reciclado
Diseño de mortero 210 kg/cm ² Patrón	23.53	38.76	12.54	--
Diseño de mortero 210 kg/cm ² al 2% virutas de acero reciclado	23.53	38.76	12.54	0.47
Diseño de mortero 210 kg/cm ² al 4% virutas de acero reciclado	23.53	38.76	12.54	0.94
Diseño de mortero 210 kg/cm ² al 6% virutas de acero reciclado	23.53	38.76	12.54	1.41

Para el **segundo objetivo** nos pide realizar un análisis comparativo para la resistencia a la compresión axial del muro de mampostería con mortero tradicional versus adición con 2%, 4% y 6% de viruta de acero reciclado.

Hipótesis específica 2 o del investigador

La resistencia a la compresión axial de un muro de mortero de concreto añadiendo el 2%, 4% y 6% de viruta de acero reciclado, son más eficientes al muro con mortero tradicional.

Planteamiento estadístico de la prueba de hipótesis:

Para contrastar esta hipótesis compararemos los valores de la resistencia a la compresión axial de pilas para los 7, 14 y 28 días de curado del diseño tradicional frente a los diseños experimentales con adiciones al 2%, 4% y 6% de viruta de acero reciclado, como se muestra en la tabla de resultados del laboratorio, Esfuerzo $F'm$ (kg/cm²).

Hipótesis Nula (H₀): No existe diferencias significativas entre las medias de la resistencia a la compresión axial de un muro con mortero de concreto al 2%, 4% y 6% de viruta de acero reciclado con respecto a la media del diseño tradicional.

$$\mu_{RCaxial_1} = \mu_{RCaxial_2} = \mu_{RCaxial_3} = \mu_{RCaxial_tradicional}$$

Hipótesis Alternativa (H_a): Si existe diferencias significativas entre las medias de la resistencia a la compresión axial de un muro con mortero de concreto al 2%, 4% y 6% de viruta de acero reciclado con respecto a la media del diseño tradicional.

$$\text{Existe al menos un } i / \mu_{RCaxial_i} \neq \mu_{RCaxial_tradicional}$$

i = diseño experimental 1, 2, 3

Donde $\mu_{RCaxial}$, es la media de la resistencia a la compresión axial

Estadístico de Prueba

Dado que la variable respuesta resistencia a la compresión axial es cuantitativa y existe una variable independiente llamado factor con tres niveles de tipo categórica ordinal que representa el tipo de diseño y lo que se quiere probar es si existe un efecto significativo del factor sobre la variable respuesta y a través de ello realizar un comparativo entre los diseños, entonces estamos hablando de un diseño de análisis de varianza de un factor ANOVA, por consiguiente para probar las hipótesis se utilizará el análisis de varianza ANOVA de un factor y la prueba de rango post hoc de Tukey para comparar cuál de los diseños es la que mejor efecto significativo tiene en comparación con el diseño patrón.

Requisitos para el ANOVA

Probar los supuestos de Normalidad mediante la Prueba de Shapiro Wilk y de Homocedasticidad (igualdad de varianzas) mediante la Prueba de Levene.

Los resultados de los supuestos y de las pruebas de hipótesis se realizaron en el programa estadístico SPSS v.25.

En caso no se cumpla el supuesto de normalidad, se aplicará la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis en vez del ANOVA.

En caso no se pruebe la igualdad de varianzas se aplicaba la prueba T3 de Dunnett en vez de la prueba de rango post hoc de Tukey.

Consideraciones de las pruebas:

- ✓ Para todas las pruebas se asumirá un valor de significancia de 0.05 y se aceptará la hipótesis nula si el valor de significancia de la prueba es mayor al valor de significancia asumido.

Análisis inferencial para la resistencia a la compresión axial a los 7 días de curado

Tabla 14

Datos de la resistencia a la compresión axial a pilas a los 7 días de curado

IDENTIFICACIÓN	h/t ^A	Factor de Corrección	FUERZA MÁXIMA (kg)	ÁREA BRUTA (cm ²)	ESFUERZO F'm	% F'c
PATRON 1	4.80	3.92	22580	750.0	118 kg/cm ²	56.2%
PATRON 2	4.80	3.92	22450	750.0	117 kg/cm ²	55.8%
PATRON 3	4.80	3.92	23014	750.0	120 kg/cm ²	57.2%
2% VIRUTA DE ACERO 1	4.80	3.92	26780	750.0	140 kg/cm ²	66.6%
2% VIRUTA DE ACERO 2	4.80	3.92	26710	750.0	139 kg/cm ²	66.4%
2% VIRUTA DE ACERO 3	4.80	3.92	26879	750.0	140 kg/cm ²	66.8%
4% VIRUTA DE ACERO 1	4.80	3.92	20147	750.0	105 kg/cm ²	50.1%
4% VIRUTA DE ACERO 2	4.80	3.92	20789	750.0	109 kg/cm ²	51.7%
4% VIRUTA DE ACERO 3	4.80	3.92	20487	750.0	107 kg/cm ²	50.9%
6% VIRUTA DE ACERO 1	4.80	3.92	19780	750.0	103 kg/cm ²	49.2%
6% VIRUTA DE ACERO 2	4.80	3.92	18457	750.0	96 kg/cm ²	45.9%
6% VIRUTA DE ACERO 3	4.80	3.92	18439	750.0	96 kg/cm ²	45.9%

Prueba del supuesto de Normalidad para la resistencia a la compresión axial a los 7

días de curado:

Planteamiento de la hipótesis:

Ho: los datos provienen de una distribución normal

Ha: los datos no provienen de una distribución normal

Tabla 15:

Pruebas de normalidad para la resistencia a la compresión axial – 7 días

Pruebas de normalidad							
	TIPO DE DISEÑO	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RESISTENCIA	Diseño Patrón	,253	3	.	,964	3	,637
A LA	Diseño al 2% de VAR	,253	3	.	,964	3	,637
COMPRESIÓN	Diseño al 4% de VAR	,175	3	.	1,000	3	1,000
AXIAL A LOS 7	Diseño al 6% de VAR	,292	3	.	,923	3	,463

DÍAS

a. Corrección de significación de Lilliefors

Según los resultados de la prueba de Normalidad de Shapiro Wilk, los valores de significancia (sig) de 0.637, 0.637, 1.000 y 0.463 para los diseños tradicional y experimentales respectivamente son mayores a 0.05, por lo tanto, no rechazamos la hipótesis nula y concluimos que todos los datos para cada diseño siguen una distribución normal con un nivel de significancia del 5%.

Prueba del supuesto de Homogeneidad para la resistencia a la compresión axial a los

7 días de curado:

Planteamiento de la hipótesis:

Ho: Si existen igualdad de varianzas entre los grupos

Ha: No existen igualdad de varianzas entre los grupos

Tabla 16

Prueba de homogeneidad de varianzas para los 7 días de curado.

Prueba de homogeneidad de varianzas					
		Estadístico de			
		Levene	gl1	gl2	Sig.
RESISTENCIA A LA	Se basa en la media	3,085	3	8	,090
COMPRESIÓN	Se basa en la mediana	,865	3	8	,498
AXIAL A LOS 7 DÍAS	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,865	3	3,157	,543
	Se basa en la media recortada	2,869	3	8	,104

Según los resultados de la prueba de Homogeneidad de varianzas de Levene, que se basa en la media indica que el valor de significancia (sig) de 0.090 es mayor a 0.05, por lo tanto, no rechazamos la hipótesis nula y concluimos con un nivel de significancia del 5% que si existe igualdad de varianzas entre los diseños.

Una vez probado la normalidad de los datos, procederemos a la prueba ANOVA de un factor

Tabla 17

Prueba de ANOVA de un factor para para la resistencia a la compresión axial a los 7 días de curado

ANOVA					
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL A LOS 7 DÍAS					
	Suma de	gl	Media	F	Sig.
	cuadrados		cuadrática		
Entre grupos	2875,667	3	958,556	158,112	,000
Dentro de grupos	48,500	8	6,063		

Total	2924,167	11
-------	----------	----

Los resultados de la prueba indican que, con un nivel de significancia del 5%, existe evidencia suficiente para aceptar la hipótesis del investigador, debido a que el valor sig de la prueba entre grupos o diseños es igual a 0.000 y es menor a 0.05, esto es, si existe diferencias significativas entre las medias de la resistencia a la compresión axial a los 7 días de curado entre el diseño tradicional y al menos uno de los diseños experimentales, ahora debido a que si existe igualdad de varianzas, se aplicará la prueba post hoc de Tukey para determinar cuál de los tratamientos o diseños experimentales es el que mejor efecto positivo tiene sobre la resistencia.

Prueba de post hoc de Tukey:

Tabla 18

Resistencia a la compresión axial a los 7 días

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL A LOS 7 DÍAS					
HSD Tukey ^a					
		Subconjunto para alfa = 0.05			
TIPO DE DISEÑO	N	1	2	3	4
Diseño al 6% de VAR	3	98,3333			
Diseño al 4% de VAR	3		107,0000		
Diseño Patrón	3			118,3333	
Diseño al 2% de VAR	3				139,6667
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

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

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Gráfico de medias

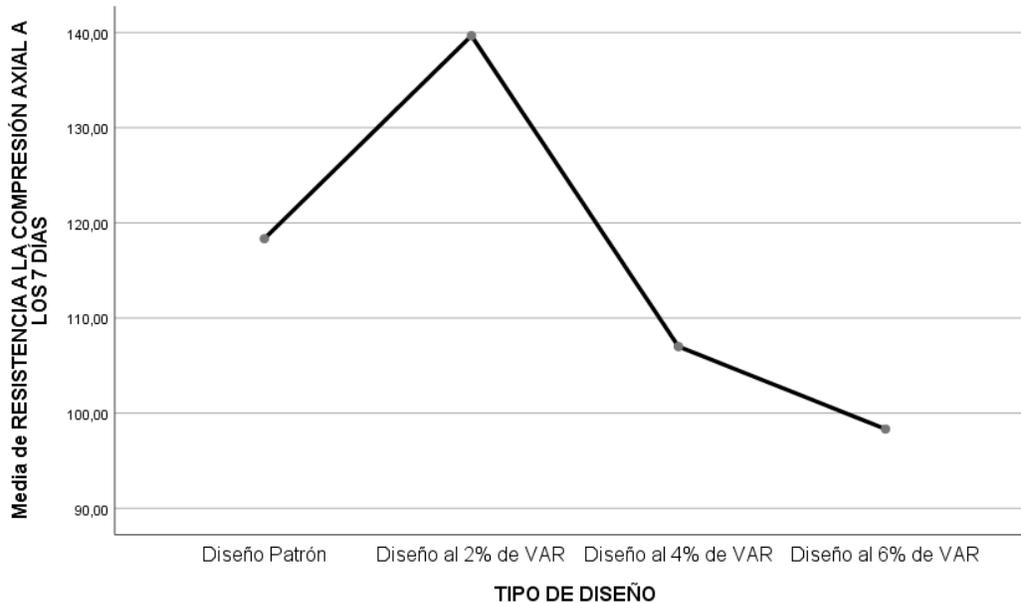


Figura 33: Media de resistencia a la compresión axial a los 7 días

Del gráfico de medias podemos observar que la media del diseño tradicional es menor que el diseño al 2%, pero mayor que los diseños del 4% y 6%, ahora bien la prueba de Tukey muestra cuatro subconjuntos en las cuales existe diferencias significativas entre ellos, pero dentro de cada subconjuntos no existe diferencias significativas, por lo tanto existe diferencias significativas entre todos los diseños, pero el que mayor efecto positivo tiene sobre el diseño tradicional, es la del diseño al 2%, de esta manera podemos concluir con un nivel de significancia del 5% que, al realizar el análisis comparativo inferencial a los 7 días de curado, la resistencia a la compresión axial de un muro de mortero de concreto añadiendo el 2% de viruta de acero reciclado resulta ser significativamente más eficiente al muro con mortero tradicional, mientras que los diseños al 4% y 6% de viruta de acero reciclado resultan ser menos eficiente al diseño tradicional.

Análisis inferencial para la resistencia a la compresión axial a los 14 días de curado

Tabla 19

Datos de la resistencia a la compresión axial a pilas a los 14 días de curado

IDENTIFICACIÓN	h/t ^A	Factor de Corrección	FUERZA MÁXIMA (kg)	ÁREA BRUTA (cm ²)	ESFUERZO F'm	% F'c
PATRON 4	4.80	3.92	31580	750.0	165 kg/cm ²	78.5%
PATRON 5	4.80	3.92	31482	750.0	164 kg/cm ²	78.3%
PATRON 6	4.80	3.92	31790	750.0	166 kg/cm ²	79.1%
2% VIRUTA DE ACERO 4	4.80	3.92	33584	750.0	175 kg/cm ²	83.5%
2% VIRUTA DE ACERO 5	4.80	3.92	33781	750.0	176 kg/cm ²	84.0%
2% VIRUTA DE ACERO 6	4.80	3.92	33980	750.0	177 kg/cm ²	84.5%
4% VIRUTA DE ACERO 4	4.80	3.92	28970	750.0	151 kg/cm ²	72.0%
4% VIRUTA DE ACERO 5	4.80	3.92	28718	750.0	150 kg/cm ²	71.4%
4% VIRUTA DE ACERO 6	4.80	3.92	28310	750.0	148 kg/cm ²	70.4%
6% VIRUTA DE ACERO 4	4.80	3.92	26780	750.0	140 kg/cm ²	66.6%
6% VIRUTA DE ACERO 5	4.80	3.92	26140	750.0	137 kg/cm ²	65.0%
6% VIRUTA DE ACERO 6	4.80	3.92	26500	750.0	138 kg/cm ²	65.9%

Prueba del supuesto de Normalidad para la resistencia a la compresión axial a los 14

días de curado:

Planteamiento de la hipótesis:

H₀: los datos provienen de una distribución normal

H_a: los datos no provienen de una distribución normal

Tabla 20

Pruebas de normalidad para la resistencia a la compresión axial – 14 días

		Pruebas de normalidad					
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
TIPO DE DISEÑO		Estadístic			Estadístic		
		o	gl	Sig.	o	gl	Sig.
RESISTENCIA	Diseño Patrón	,175	3	.	1,000	3	1,000
A LA	Diseño al 2% de	,175	3	.	1,000	3	1,000
COMPRESIÓN	VAR						
AXIAL A LOS	Diseño al 4% de	,253	3	.	,964	3	,637
14 DÍAS	VAR						
	Diseño al 6% de	,253	3	.	,964	3	,637
	VAR						

a. Corrección de significación de Lilliefors

Según los resultados de la prueba de Normalidad de Shapiro Wilk, los valores de significancia (sig.) de 1.000, 1.000, 0.637, 0.637 para los diseños tradicional y experimentales respectivamente son mayores a 0.05, por lo tanto, no rechazamos la hipótesis nula y concluimos que todos los datos para cada diseño siguen una distribución normal con un nivel de significancia del 5%.

Prueba del supuesto de Homogeneidad para la resistencia a la compresión axial a los 14 días de curado:

Planteamiento de la hipótesis:

Ho: Si existen igualdad de varianzas entre los grupos

Ha: No existen igualdad de varianzas entre los grupos

Tabla 21

Prueba del supuesto de Homogeneidad para la resistencia a la compresión axial – 14 días

Prueba de homogeneidad de varianzas					
		Estadístico de			
		Levene	gl1	gl2	Sig.
RESISTENCIA A	Se basa en la media	,485	3	8	,702
LA COMPRESIÓN	Se basa en la mediana	,167	3	8	,916
AXIAL A LOS 14	Se basa en la mediana y	,167	3	6,400	,915
DÍAS	con gl ajustado				
	Se basa en la media	,460	3	8	,718
	recortada				

Según los resultados de la prueba de Homogeneidad de varianzas de Levene, que se basa en la media indica que el valor de significancia (sig.) de 0.702 es mayor a 0.05, por lo tanto, no rechazamos la hipótesis nula y concluimos con un nivel de significancia del 5% que si existe igualdad de varianzas entre los diseños.

Una vez probado la normalidad de los datos, procederemos a la prueba ANOVA de un factor.

Tabla 22

Prueba de ANOVA de un factor para para la resistencia a la compresión axial a los 14 días de curado

ANOVA					
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL A LOS 14 DÍAS					
	Suma de	gl	Media	F	Sig.
	cuadrados		cuadrática		
Entre grupos	2480,917	3	826,972	496,183	,000
Dentro de grupos	13,333	8	1,667		
Total	2494,250	11			

Los resultados de la prueba indican que, con un nivel de significancia del 5%, existe evidencia suficiente para aceptar la hipótesis del investigador, debido a que el valor sig de la prueba entre grupos o diseños es igual a 0.000 y es menor a 0.05, esto es, si existe diferencias significativas entre las medias de la resistencia a la compresión axial a los 14 días de curado entre el diseño tradicional y al menos uno de los diseños experimentales, ahora debido a que si existe igualdad de varianzas, se aplicará la prueba post hoc de Tukey para determinar cuál de los tratamientos o diseños experimentales es el que mejor efecto positivo tiene sobre la resistencia.

Prueba de post hoc de Tukey:

Tabla 23

Resistencia a la compresión axial – 14 días

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL A LOS 14 DÍAS					
HSD Tukey ^a					
TIPO DE DISEÑO	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
Diseño al 6% de VAR	3	138,3333			
Diseño al 4% de VAR	3		149,6667		
Diseño Patrón	3			165,0000	
Diseño al 2% de VAR	3				176,0000
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

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

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Gráfico de medias

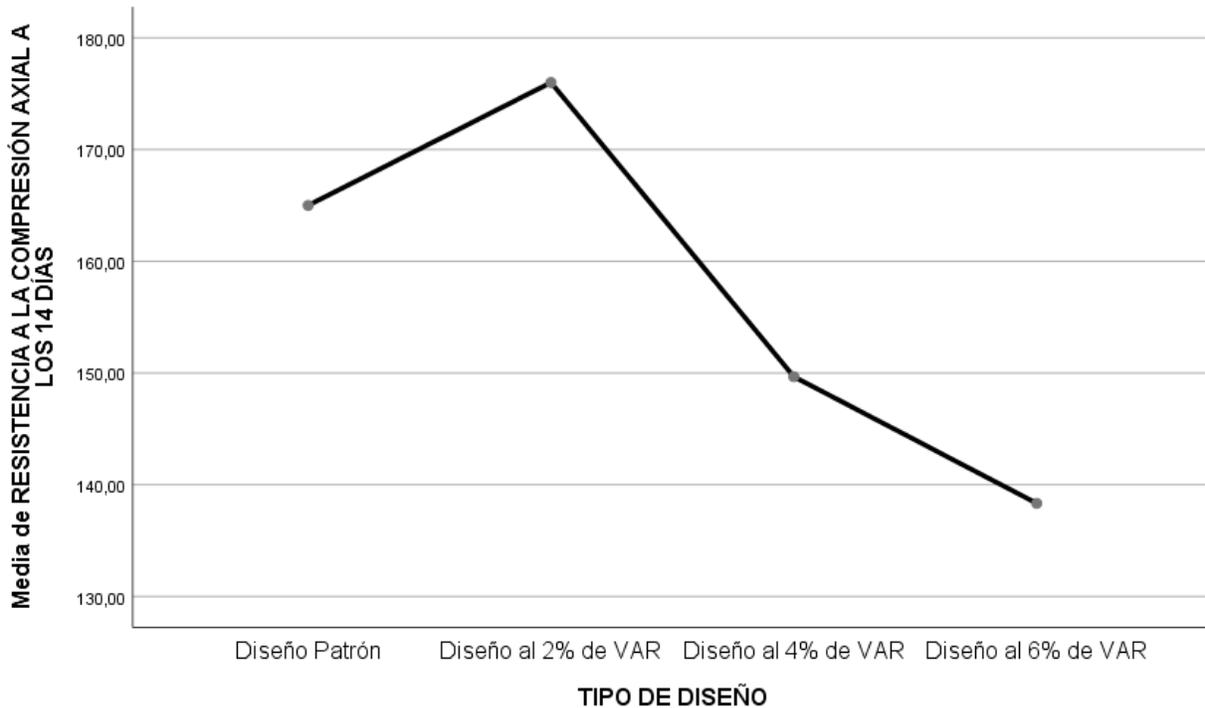


Figura 34: Media de Resistencia a la Compresión Axial a los 14 días

Del gráfico de medias podemos observar que la media del diseño tradicional es menor que el diseño al 2%, pero mayor que los diseños del 4% y 6%, ahora bien la prueba de Tukey muestra cuatro subconjuntos en los cuales existe diferencias significativas entre ellos, pero dentro de cada subconjunto no existe diferencias significativas, por lo tanto existe diferencias significativas entre todos los diseños, pero el que mayor efecto positivo tiene sobre el diseño tradicional, es la del diseño al 2%, de esta manera podemos concluir con un nivel de significancia del 5% que, al realizar el análisis comparativo inferencial a los 14 días de curado, la resistencia a la compresión axial de un muro de mortero de concreto añadiendo el 2% de viruta de acero reciclado resulta ser significativamente más eficiente al muro con mortero tradicional, mientras que los diseños al 4% y 6% de viruta de acero reciclado resultan ser menos eficiente al diseño tradicional.

Análisis inferencial para la resistencia a la compresión axial a los 28 días de curado

Tabla 24

Datos de la resistencia a la compresión axial a pilas a los 28 días de curado

IDENTIFICACIÓN	h/t ^A	Factor de Corrección	FUERZA MÁXIMA (kg)	ÁREA BRUTA (cm ²)	ESFUERZO F'm	% F'c
PATRON 7	4.80	3.92	42590	750.0	222 kg/cm ²	105.9%
PATRON 8	4.80	3.92	42980	750.0	224 kg/cm ²	106.9%
PATRON 9	4.80	3.92	43015	750.0	225 kg/cm ²	107.0%
2% VIRUTA DE ACERO 7	4.80	3.92	46850	750.0	245 kg/cm ²	116.5%
2% VIRUTA DE ACERO 8	4.80	3.92	46890	750.0	245 kg/cm ²	116.6%
2% VIRUTA DE ACERO 9	4.80	3.92	46990	750.0	245 kg/cm ²	116.9%
4% VIRUTA DE ACERO 7	4.80	3.92	38500	750.0	201 kg/cm ²	95.7%
4% VIRUTA DE ACERO 8	4.80	3.92	38650	750.0	202 kg/cm ²	96.1%
4% VIRUTA DE ACERO 9	4.80	3.92	38760	750.0	202 kg/cm ²	96.4%
6% VIRUTA DE ACERO 7	4.80	3.92	37890	750.0	198 kg/cm ²	94.2%
6% VIRUTA DE ACERO 8	4.80	3.92	37989	750.0	198 kg/cm ²	94.5%
6% VIRUTA DE ACERO 9	4.80	3.92	36897	750.0	193 kg/cm ²	91.8%

Prueba del supuesto de Normalidad para la resistencia a la compresión axial a los 28

días de curado:

Planteamiento de la hipótesis:

H₀: los datos provienen de una distribución normal

H_a: los datos no provienen de una distribución normal

Tabla 25

Pruebas de normalidad para la resistencia a la compresión axial – 28 días

Pruebas de normalidad							
	TIPO DE DISEÑO	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RESISTENCIA A	Diseño Patrón	,253	3	.	,964	3	,637
LA COMPRESIÓN	Diseño al 2% de VAR	,175	3	.	1,000	3	1,000
AXIAL A LOS 28	Diseño al 4% de VAR	,331	3	.	,865	3	,281
DÍAS	Diseño al 6% de VAR	,321	3	.	,881	3	,328

a. Corrección de significación de Lilliefors

Según los resultados de la prueba de Normalidad de Shapiro Wilk, los valores de significancia (sig) de 0.637, 1.000, 0.281, 0.328 para los diseños tradicional y experimentales respectivamente son mayores a 0.05, por lo tanto, no rechazamos la hipótesis nula y concluimos que todos los datos para cada diseño siguen una distribución normal con un nivel de significancia del 5%.

Prueba del supuesto de Homogeneidad para la resistencia a la compresión axial a los 28 días de curado:

Planteamiento de la hipótesis:

Ho: Si existen igualdad de varianzas entre los grupos

Ha: No existen igualdad de varianzas entre los grupos

Tabla 26

Prueba del supuesto de Homogeneidad para la resistencia a la compresión axial - 28 días de

Prueba de homogeneidad de varianzas					
		Estadístico de			Sig.
		Levene	gl1	gl2	
RESISTENCIA A LA	Se basa en la media	4,589	3	8	,038
COMPRESIÓN	Se basa en la mediana	,596	3	8	,635

AXIAL A LOS 28 DÍAS	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,596	3	3,479	,655
	Se basa en la media recortada	3,988	3	8	,052

Según los resultados de la prueba de Homogeneidad de varianzas de Levene, que se basa en la media indica que el valor de significancia (sig) de 0.038 es menor a 0.05, por lo tanto, rechazamos la hipótesis nula y concluimos con un nivel de significancia del 5% que no existe igualdad de varianzas entre los diseños.

Una vez probado la normalidad de los datos, procederemos a la prueba ANOVA de un factor.

Tabla 27

Prueba de ANOVA de un factor para para la resistencia a la compresión axial a los 28 días de curado

ANOVA					
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL A LOS 28 DÍAS					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	4220,917	3	1406,972	148,102	,000
Dentro de grupos	76,000	8	9,500		
Total	4296,917	11			

Los resultados de la prueba indican que, con un nivel de significancia del 5%, existe evidencia suficiente para aceptar la hipótesis del investigador, debido a que el valor sig. de la prueba entre grupos o diseños es igual a 0.000 y es menor a 0.05, esto es, si existe diferencias significativas entre las medias de la resistencia a la compresión axial a los 28 días de curado entre el diseño tradicional y al menos uno de los diseños experimentales, ahora debido a que no existe igualdad de varianzas, se aplicará la prueba post hoc de T3 de Dunnett para determinar cuál de los tratamientos o diseños experimentales es el que mejor efecto positivo tiene sobre la resistencia.

Prueba de post hoc de T3 de Dunnett:

Tabla 28

Comparaciones múltiples para la resistencia a la compresión axial a los 28 días

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL A LOS 28 DÍAS						
T3 Dunnett						
(I) TIPO DE DISEÑO		Diferencia de medias (I-J)			Intervalo de confianza al 95%	
	(J) TIPO DE DISEÑO		Desv. Error	Sig.	Límite inferior	Límite superior
Diseño Patrón	Diseño al 2% de VAR	-21,33333*	1,05409	,000	-26,3501	-16,3166
	Diseño al 4% de VAR	19,00000	3,07770	,055	-,7718	38,7718
	Diseño al 6% de VAR	27,33333*	1,90759	,003	17,3808	37,2859
Diseño al 2% de VAR	Diseño Patrón	21,33333*	1,05409	,000	16,3166	26,3501
	Diseño al 4% de VAR	40,33333*	3,00463	,013	19,1835	61,4832
Diseño al 4% de VAR	Diseño al 6% de VAR	48,66667*	1,78730	,001	37,6475	59,6859
	Diseño Patrón	-19,00000	3,07770	,055	-38,7718	,7718
Diseño al 6% de VAR	Diseño al 2% de VAR	-40,33333*	3,00463	,013	-61,4832	-19,1835
	Diseño al 6% de VAR	8,33333	3,39935	,293	-8,7046	25,3713
Diseño al 6% de VAR	Diseño Patrón	-27,33333*	1,90759	,003	-37,2859	-17,3808
	Diseño al 2% de VAR	-48,66667*	1,78730	,001	-59,6859	-37,6475
Diseño al 6% de VAR	Diseño al 4% de VAR	-8,33333	3,39935	,293	-25,3713	8,7046

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Gráfico de medias

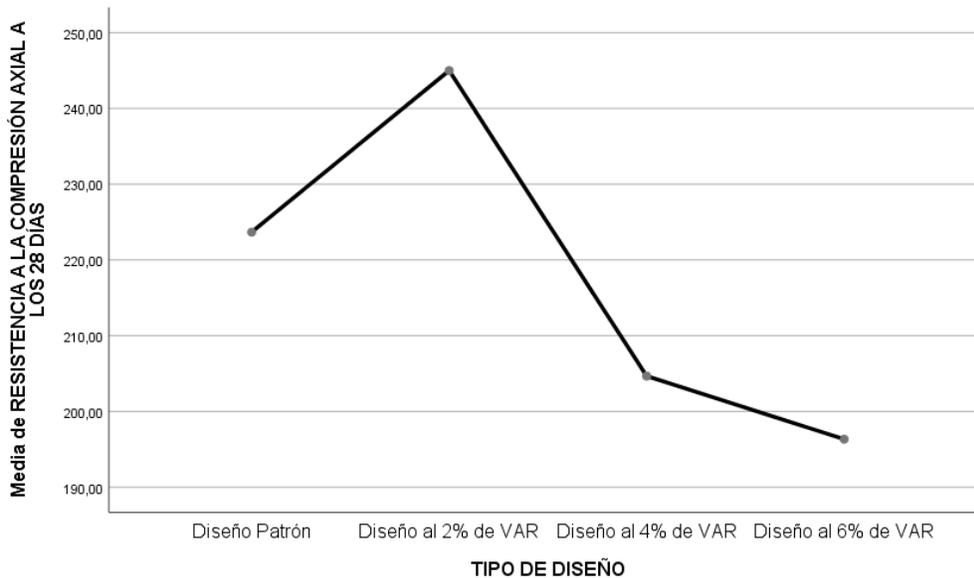


Figura 35: Medias de Resistencia a la compresión axial a los 28 días

Del gráfico de medias podemos observar que la media del diseño tradicional es menor que el diseño al 2%, pero mayor que los diseños del 4% y 6%, ahora bien la prueba de T3 de Dunnett muestra en el primer grupo comparativo respecto al diseño tradicional que tiene diferencias significativas con los diseños al 2% y 6% debido a que los sig de la prueba de 0.000 y 0.003 respectivamente son menores a 0.05, mientras que la del diseño al 4% su sig de 0.055 es mayor a 0.05 en tanto no hay diferencia significativa con el diseño tradicional, ahora en la diferencia de medias notamos que la del diseño al 2% es negativo y la del 6% es positivo, lo cual significa que la media del diseño al 2% es significativamente mayor al tradicional y viceversa pasa con el diseño al 6%, de esta manera podemos concluir con un nivel de significancia del 5% que, al realizar el análisis comparativo inferencial a los 28 días de curado, la resistencia a la compresión axial de un muro de mortero de concreto añadiendo el 2% de viruta de acero reciclado resulta ser significativamente más eficiente al muro con mortero tradicional, mientras que con el diseños al 4% la eficiencia es similar al tradicional y con el diseño al 6% de viruta de acero reciclado resulta ser menos eficiente al diseño tradicional.

Para el **tercer objetivo** se realizó un análisis comparativo para la resistencia a la compresión diagonal del muro de mampostería con mortero tradicional versus adición con 2%, 4% y 6% de viruta de acero reciclado.

Hipótesis específica 3 o del investigador

La resistencia a la compresión diagonal de un muro de mortero de concreto añadiendo el 2%, 4% y 6% de viruta de acero reciclado, son más eficientes al muro con mortero tradicional.

Planteamiento estadístico de la prueba de hipótesis:

Para contrastar esta hipótesis compararemos los valores de la resistencia a la compresión diagonal de muretes para los 7, 14 y 28 días de curado del diseño tradicional frente a los diseños experimentales con adiciones al 2%, 4% y 6% de viruta de acero reciclado, como se muestra en la tabla de resultados del laboratorio, Esfuerzo Y_m (kgf/cm²).

Hipótesis Nula (H₀): No existe diferencias significativas entre las medias de la resistencia a la compresión diagonal de un muro con mortero de concreto al 2%, 4% y 6% de viruta de acero reciclado con respecto a la media del diseño tradicional.

$$\mu_{RCdiagonal_1} = \mu_{RCdiagonal_2} = \mu_{RCdiagonal_3} = \mu_{RCdiagonal_tradicional}$$

Hipótesis Alternativa (H_a): Si existe diferencias significativas entre las medias de la resistencia a la compresión diagonal de un muro con mortero de concreto al 2%, 4% y 6% de viruta de acero reciclado con respecto a la media del diseño tradicional.

Existe al menos un $i / \mu_{RCdiagonal_i} \neq \mu_{RCdiagonal_tradicional}$

i = diseño experimental 1, 2, 3

Donde $\mu_{RCdiagonal}$, es la media de la resistencia a la compresión diagonal

Estadístico de Prueba

Dado que la variable respuesta resistencia a la compresión diagonal es cuantitativa y existe una variable independiente llamado factor con tres niveles de tipo categórica ordinal que representa el tipo de diseño y lo que se quiere probar es si existe un efecto significativo del factor sobre la variable respuesta y a través de ello realizar un comparativo entre los diseños, entonces estamos hablando de un diseño de análisis de varianza de un factor ANOVA, por consiguiente para probar las hipótesis se utilizará el análisis de varianza ANOVA de un factor y la prueba de rango post hoc de Tukey para comparar cuál de los diseños es la que mejor efecto significativo tiene en comparación con el diseño patrón.

Requisitos para el ANOVA

Probar los supuestos de Normalidad mediante la Prueba de Shapiro Wilk y de Homocedasticidad (igualdad de varianzas) mediante la Prueba de Levene.

Los resultados de los supuestos y de las pruebas de hipótesis se realizaron en el programa estadístico SPSS v.25.

En caso no se cumpla el supuesto de normalidad, se aplicará la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis en vez del ANOVA.

En caso no se pruebe la igualdad de varianzas se aplicaba la prueba T3 de Dunnett en vez de la prueba de rango post hoc de Tukey.

Consideraciones de las pruebas:

- ✓ Para todas las pruebas se asumirá un valor de significancia de 0.05 y se aceptará la hipótesis nula si el valor de significancia de la prueba es mayor al valor de significancia asumido.

Análisis inferencial para la resistencia a la compresión diagonal a los 7 días de curado

Tabla 29

Datos de la resistencia a la compresión diagonal de murete a los 7 días de curado

Murete	Carga Máxima (kgf)	Vm (kgf/cm ²)	EDAD (días)
Patrón 1	4005	3.776	7
Patrón 2	4125	3.889	7
Patrón 3	4612	4.348	7
Patrón 4	4251	4.008	7
2% VIRUTA DE ACERO 1	4425	4.172	7
2% VIRUTA DE ACERO 2	4435	4.181	7
2% VIRUTA DE ACERO 3	4428	4.175	7

2% VIRUTA DE ACERO 4	4581	4.319	7
4% VIRUTA DE ACERO 1	3978	3.750	7
4% VIRUTA DE ACERO 2	3920	3.696	7
4% VIRUTA DE ACERO 3	3970	3.743	7
4% VIRUTA DE ACERO 4	3985	3.757	7
6% VIRUTA DE ACERO 1	3870	3.649	7
6% VIRUTA DE ACERO 2	3865	3.644	7
6% VIRUTA DE ACERO 3	3845	3.625	7
6% VIRUTA DE ACERO 4	3810	3.592	7

Prueba del supuesto de Normalidad para la resistencia a la compresión diagonal a los 7 días de curado:

Planteamiento de la hipótesis:

Ho: los datos provienen de una distribución normal

Ha: los datos no provienen de una distribución normal

Tabla 30

Prueba del supuesto de Normalidad para la resistencia a la compresión diagonal a los 7 días de curado.

Pruebas de normalidad

	TIPO DE DISEÑO	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RESISTENCIA A LA	Diseño Patrón	,246	4	.	,929	4	,588
COMPRESIÓN	Diseño al 2% de VAR	,416	4	.	,677	4	,006
DIAGONAL A LOS 7	Diseño al 4% de VAR	,343	4	.	,812	4	,127
DÍAS	Diseño al 6% de VAR	,239	4	.	,896	4	,410

a. Corrección de significación de Lilliefors

Según los resultados de la prueba de Normalidad de Shapiro Wilk, los valores de significancia (sig) de 0.588, 0.127, 0.410 son mayores a 0.05 excepto la del diseño al 2%, 0.006, por lo tanto, rechazamos la hipótesis nula y concluimos que todos los datos para todos los diseños no siguen una distribución normal con un nivel de significancia del 5%.

Prueba del supuesto de Homogeneidad para la resistencia a la compresión diagonal a los 7 días de curado:

Planteamiento de la hipótesis:

H₀: Si existen igualdad de varianzas entre los grupos

H_a: No existen igualdad de varianzas entre los grupos

Tabla 31

Prueba del supuesto de Homogeneidad para la resistencia a la compresión diagonal a los 7 días de curado

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de			
		Levene	gl1	gl2	Sig.
RESISTENCIA A	Se basa en la media	3,661	3	12	,044
LA COMPRESIÓN	Se basa en la mediana	2,860	3	12	,081
DIAGONAL A LOS	Se basa en la mediana y con gl ajustado	2,860	3	4,265	,161
7 DÍAS	Se basa en la media recortada	3,627	3	12	,045

Según los resultados de la prueba de Homogeneidad de varianzas de Levene, que se basa en la media indica que el valor de significancia (sig) de 0.044 es menor a 0.05, por lo tanto, rechazamos la hipótesis nula y concluimos con un nivel de significancia del 5% que no existe igualdad de varianzas entre los diseños.

Debido a que no existe normalidad de los datos, procederemos con a la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis en vez de la prueba paramétrica ANOVA de un factor

Tabla 32

Prueba de Kruskal Wallis para la resistencia a la compresión diagonal a los 7 días de curado

Estadísticos de prueba ^{a,b}	
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL A LOS 7 DÍAS	
H de Kruskal-Wallis	13,059
gl	3
Sig. asintótica	,005
a. Prueba de Kruskal Wallis	
b. Variable de agrupación: TIPO DE DISEÑO	

Los resultados de la prueba indican que, con un nivel de significancia del 5%, existe evidencia suficiente para aceptar la hipótesis del investigador, debido a que el valor sig asintótica de la prueba entre grupos o diseños es igual a 0.005 y es menor a 0.05, esto es, si existe diferencias significativas entre las medias de la resistencia a la compresión diagonal a los 7 días de curado entre el diseño tradicional y al menos uno de los diseños experimentales, ahora debido a que no existe igualdad de varianzas, se aplicará la prueba post hoc de T3 de Dunnett para determinar cuál de los tratamientos o diseños experimentales es el que mejor efecto positivo tiene sobre la resistencia.

Prueba de post hoc de T3 de Dunnett

Tabla 33

Comparaciones múltiples para la resistencia a la compresión diagonal a los 7 días

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL A LOS 7 DÍAS						
T3 Dunnett						
(I) TIPO DE DISEÑO	(J) TIPO DE DISEÑO	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
	Diseño al 2% de VAR	-,206500	,128755	,581	-,81370	,40070
Diseño Patrón	Diseño al 4% de VAR	,268750	,124445	,378	-,37099	,90849
	Diseño al 6% de VAR	,377750	,124350	,190	-,26289	1,01839
	Diseño Patrón	,206500	,128755	,581	-,40070	,81370
Diseño al 2% de VAR	Diseño al 4% de VAR	,475250*	,038366	,001	,30475	,64575
	Diseño al 6% de VAR	,584250*	,038057	,001	,41250	,75600
	Diseño Patrón	-,268750	,124445	,378	-,90849	,37099
Diseño al 4% de VAR	Diseño al 2% de VAR	-,475250*	,038366	,001	-,64575	-,30475
	Diseño al 6% de VAR	,109000*	,018899	,006	,03964	,17836
	Diseño Patrón	-,377750	,124350	,190	-1,01839	,26289
Diseño al 6% de VAR	Diseño al 2% de VAR	-,584250*	,038057	,001	-,75600	-,41250
	Diseño al 4% de VAR	-,109000*	,018899	,006	-,17836	-,03964

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Gráfico de medias

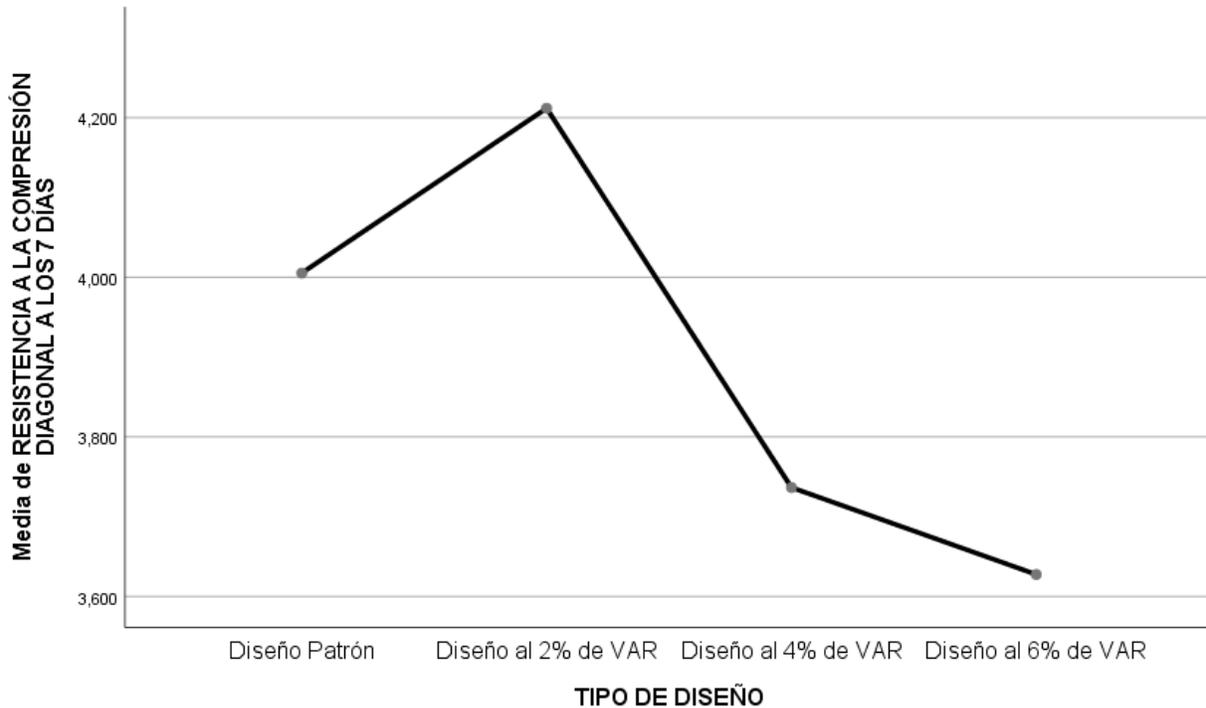


Figura 36: Media de Resistencia a la compresión diagonal a los 7 días

Del gráfico de medias podemos observar que la media del diseño tradicional es menor que el diseño al 2%, pero mayor que los diseños del 4% y 6%, ahora bien la prueba de T3 de Dunnett muestra en el primer grupo comparativo respecto al diseño tradicional que no tiene diferencias significativas con ninguno de los diseños experimentales, debido a que los sig de la prueba de 0.581, 0.378 y 0.190 son mayores a 0.05, pero el diseño del 2% si tiene diferencias significativas con los diseños del 4% y 6%, de esta manera podemos concluir con un nivel de significancia del 5% que, al realizar el análisis comparativo inferencial a los 7 días de curado, la resistencia a la compresión diagonal de un muro de mortero de concreto añadiendo el 2%, 4% o 6% de viruta de acero reciclado resultan ser igual de eficientes al muro con mortero tradicional.

Análisis inferencial para la resistencia a la compresión diagonal a los 14 días de curado

Tabla 34

Datos de la resistencia a la compresión diagonal de murete a los 14 días de curado

Murete	Carga Máxima (kgf)	V_m (kgf/cm²)	EDAD (días)
Patrón 5	6014	5.670	14
Patrón 6	6080	5.732	14
Patrón 7	6890	6.496	14
Patrón 8	6247	5.890	14
2% VIRUTA DE ACERO 5	7125	6.718	14
2% VIRUTA DE ACERO 6	7647	7.210	14
2% VIRUTA DE ACERO 7	7481	7.053	14
2% VIRUTA DE ACERO 8	7495	7.066	14
4% VIRUTA DE ACERO 5	5810	5.478	14
4% VIRUTA DE ACERO 6	5462	5.150	14
4% VIRUTA DE ACERO 7	5267	4.966	14
4% VIRUTA DE ACERO 8	5374	5.067	14

6% VIRUTA DE ACERO 5	4971	4.687	14
6% VIRUTA DE ACERO 6	4920	4.639	14
6% VIRUTA DE ACERO 7	4976	4.691	14
6% VIRUTA DE ACERO 8	4910	4.629	14

Prueba del supuesto de Normalidad para la resistencia a la compresión diagonal a los

14 días de curado:

Planteamiento de la hipótesis:

Ho: los datos provienen de una distribución normal

Ha: los datos no provienen de una distribución normal

Tabla 35

Prueba del supuesto de Normalidad para la resistencia a la compresión diagonal a los 14 días de curado

Pruebas de normalidad							
	TIPO DE DISEÑO	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RESISTENCIA A LA	Diseño Patrón	,310	4	.	,825	4	,155
COMPRESIÓN	Diseño al 2% de VAR	,328	4	.	,889	4	,379
DIAGONAL A LOS 14	Diseño al 4% de VAR	,277	4	.	,907	4	,468
DÍAS	Diseño al 6% de VAR	,287	4	.	,830	4	,169

a. Corrección de significación de Lilliefors

Según los resultados de la prueba de Normalidad de Shapiro Wilk, los valores de significancia (sig) de 0.155, 0.379, 0.468 y 0.169 son mayores a 0.05, por lo tanto, no

rechazamos la hipótesis nula y concluimos que todos los datos para todos los diseños siguen una distribución normal con un nivel de significancia del 5%.

Prueba del supuesto de Homogeneidad para la resistencia a la compresión diagonal a los 14 días de curado:

Planteamiento de la hipótesis:

Ho: Si existen igualdad de varianzas entre los grupos

Ha: No existen igualdad de varianzas entre los grupos

Tabla 36

Prueba del supuesto de Homogeneidad para la resistencia a la compresión diagonal a los 14 días de curado

		Prueba de homogeneidad de varianzas			
		Estadístico de			
		Levene	gl1	gl2	Sig.
RESISTENCIA A LA	Se basa en la media	2,224	3	12	,138
COMPRESIÓN	Se basa en la mediana	,948	3	12	,448
DIAGONAL A LOS	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,948	3	6,352	,472
14 DÍAS	Se basa en la media recortada	1,880	3	12	,187

Según los resultados de la prueba de Homogeneidad de varianzas de Levene, que se basa en la media indica que el valor de significancia (sig) de 0.138 es mayor a 0.05, por lo tanto, no rechazamos la hipótesis nula y concluimos con un nivel de significancia del 5% que si existe igualdad de varianzas entre los diseños.

Debido a que existe normalidad de los datos, procederemos con a la prueba paramétrica ANOVA de un factor.

Tabla 37

Prueba de ANOVA de un factor para la resistencia a la compresión diagonal a los 14 días de curado

ANOVA					
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL A LOS 14 DÍAS					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	12,584	3	4,195	71,066	,000
Dentro de grupos	,708	12	,059		
Total	13,293	15			

Los resultados de la prueba indican que, con un nivel de significancia del 5%, existe evidencia suficiente para aceptar la hipótesis del investigador, debido a que el valor sig de la prueba entre grupos o diseños es igual a 0.000 y es menor a 0.05, esto es, si existe diferencias significativas entre las medias de la resistencia a la compresión diagonal a los 14 días de curado entre el diseño tradicional y al menos uno de los diseños experimentales, ahora debido a que si existe igualdad de varianzas, se aplicará la prueba post hoc de Tukey para determinar cuál de los tratamientos o diseños experimentales es el que mejor efecto positivo tiene sobre la resistencia.

Prueba de post hoc de Tukey:

Tabla 38

Resistencia a la compresión diagonal a los 14 días

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL A LOS 14 DÍAS				
HSD Tukey ^a				
		Subconjunto para alfa = 0.05		
TIPO DE DISEÑO	N	1	2	3
Diseño al 6% de VAR	4	4,66150		
Diseño al 4% de VAR	4	5,16525		

Diseño Patrón	4	5,94700	
Diseño al 2% de VAR	4		7,01175
Sig.		,053	1,000

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

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 4,000.

Gráfico de medias

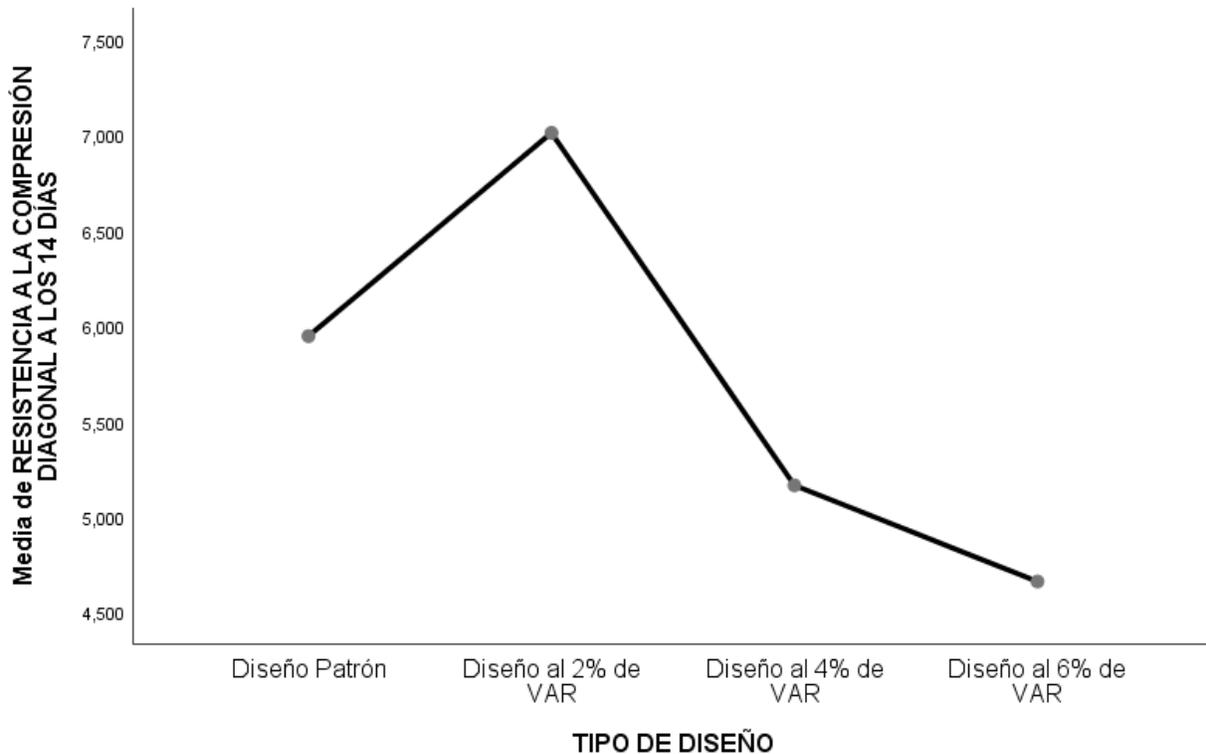


Figura 37: Media de Resistencia a la compresión diagonal a los 14 días

Del gráfico de medias podemos observar que la media del diseño tradicional es menor que el diseño al 2%, pero mayor que los diseños del 4% y 6%, ahora bien la prueba de Tukey muestra tres subconjuntos en las cuales existe diferencias significativas entre ellos, pero dentro de cada subconjuntos no existe diferencias significativas, en tanto podemos observar que entre los diseños del 2% y tradicional si existen diferencias significativas, pero el que mayor efecto positivo tiene sobre el diseño tradicional, es la del diseño al 2%, de esta manera podemos concluir con un nivel de significancia del 5% que, al realizar el análisis comparativo inferencial a

los 14 días de curado, la resistencia a la compresión diagonal de un muro de mortero de concreto añadiendo el 2% de viruta de acero reciclado resulta ser significativamente más eficiente al muro con mortero tradicional, mientras que los diseños al 4% y 6% de viruta de acero reciclado resultan ser menos eficiente al diseño tradicional.

Análisis inferencial para la resistencia a la compresión diagonal a los 28 días de curado

Tabla 39

Datos de la resistencia a la compresión diagonal a pilas a los 28 días de curado

Murete	Carga Máxima (kgf)	V_m (kgf/cm²)	EDAD (días)
Patrón 9	10157	9.576	28
Patrón 10	11482	10.825	28
Patrón 11	10367	9.774	28
Patrón 12	10589	9.983	28
2% VIRUTA DE ACERO 9	12471	11.758	28
2% VIRUTA DE ACERO 10	12851	12.116	28
2% VIRUTA DE ACERO 11	12674	11.949	28
2% VIRUTA DE ACERO 12	12957	12.216	28
4% VIRUTA DE ACERO 9	8517	8.030	28

4% VIRUTA DE ACERO 10	8341	7.864	28
4% VIRUTA DE ACERO 11	8246	7.774	28
4% VIRUTA DE ACERO 12	8388	7.908	28
6% VIRUTA DE ACERO 9	7890	7.439	28
6% VIRUTA DE ACERO 10	7950	7.495	28
6% VIRUTA DE ACERO 11	7800	7.354	28
6% VIRUTA DE ACERO 12	7910	7.458	28

Prueba del supuesto de Normalidad para la resistencia a la compresión diagonal a los 28 días de curado:

Planteamiento de la hipótesis:

Ho: los datos provienen de una distribución normal

Ha: los datos no provienen de una distribución normal

Tabla 40

Prueba del supuesto de Normalidad para la resistencia a la compresión diagonal a los 28 días de curado.

Pruebas de normalidad

	TIPO DE DISEÑO	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RESISTENCIA A LA	Diseño Patrón	,291	4	.	,881	4	,343
COMPRESIÓN	Diseño al 2% de VAR	,202	4	.	,971	4	,845
DIAGONAL A LOS 28	Diseño al 4% de VAR	,198	4	.	,988	4	,947
DÍAS	Diseño al 6% de VAR	,267	4	.	,936	4	,630

a. Corrección de significación de Lilliefors

Según los resultados de la prueba de Normalidad de Shapiro Wilk, los valores de significancia (sig) de 0.343, 0.845, 0.947 y 0.630 son mayores a 0.05, por lo tanto, no rechazamos la hipótesis nula y concluimos que todos los datos para todos los diseños siguen una distribución normal con un nivel de significancia del 5%.

Prueba del supuesto de Homogeneidad para la resistencia a la compresión

diagonal a los 28 días de curado:

Planteamiento de la hipótesis:

Ho: Si existen igualdad de varianzas entre los grupos

Ha: No existen igualdad de varianzas entre los grupos

Tabla 41

Prueba del supuesto de Homogeneidad para la resistencia a la compresión diagonal a los 28 días de curado

		Prueba de homogeneidad de varianzas			
		Estadístico de			
		Levene	gl1	gl2	Sig.
RESISTENCIA A LA	Se basa en la media	3,685	3	12	,043
COMPRESIÓN	Se basa en la mediana	1,954	3	12	,175
DIAGONAL A LOS	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,954	3	3,537	,277
28 DÍAS	Se basa en la media recortada	3,211	3	12	,062

Según los resultados de la prueba de Homogeneidad de varianzas de Levene, que se basa en la media indica que el valor de significancia (sig) de 0.043 es menor a 0.05, por lo tanto, rechazamos la hipótesis nula y concluimos con un nivel de significancia del 5% que no existe igualdad de varianzas entre los diseños.

Debido a que existe normalidad de los datos, procederemos con a la prueba paramétrica ANOVA de un factor.

Tabla 42

Prueba de ANOVA de un factor para la resistencia a la compresión diagonal a los 28 días de curado

ANOVA					
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL A LOS 28 DÍAS					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	53,324	3	17,775	199,135	,000
Dentro de grupos	1,071	12	,089		
Total	54,395	15			

Los resultados de la prueba indican que, con un nivel de significancia del 5%, existe evidencia suficiente para aceptar la hipótesis del investigador, debido a que el valor sig de la prueba entre grupos o diseños es igual a 0.000 y es menor a 0.05, esto es, si existe diferencias significativas entre las medias de la resistencia a la compresión diagonal a los 28 días de curado entre el diseño tradicional y al menos uno de los diseños experimentales, ahora debido a que no existe igualdad de varianzas, se aplicará la prueba post hoc de T3 de Dunnett para determinar cuál de los tratamientos o diseños experimentales es el que mejor efecto positivo tiene sobre la resistencia.

Prueba de post hoc de T3 de Dunnett:

Tabla 43

Comparación múltiples a la resistencia a la compresión diagonal a los 28 días

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL A LOS 28 DÍAS						
T3 Dunnett						
(I) TIPO DE DISEÑO	(J) TIPO DE DISEÑO	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Diseño Patrón	Diseño al 2% de VAR	-1,970250*	,292464	,013	-3,28627	-,65423
	Diseño al 4% de VAR	2,145500*	,279809	,014	,75415	3,53685
	Diseño al 6% de VAR	2,603000*	,276318	,009	1,18126	4,02474
Diseño al 2% de VAR	Diseño Patrón	1,970250*	,292464	,013	,65423	3,28627
	Diseño al 4% de VAR	4,115750*	,113611	,000	3,65121	4,58029
	Diseño al 6% de VAR	4,573250*	,104719	,000	4,08179	5,06471
Diseño al 4% de VAR	Diseño Patrón	-2,145500*	,279809	,014	-3,53685	-,75415
	Diseño al 2% de VAR	-4,115750*	,113611	,000	-4,58029	-3,65121
	Diseño al 6% de VAR	,457500*	,061025	,004	,21173	,70327
Diseño al 6% de VAR	Diseño Patrón	-2,603000*	,276318	,009	-4,02474	-1,18126
	Diseño al 2% de VAR	-4,573250*	,104719	,000	-5,06471	-4,08179
	Diseño al 4% de VAR	-,457500*	,061025	,004	-,70327	-,21173

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Gráfico de medias

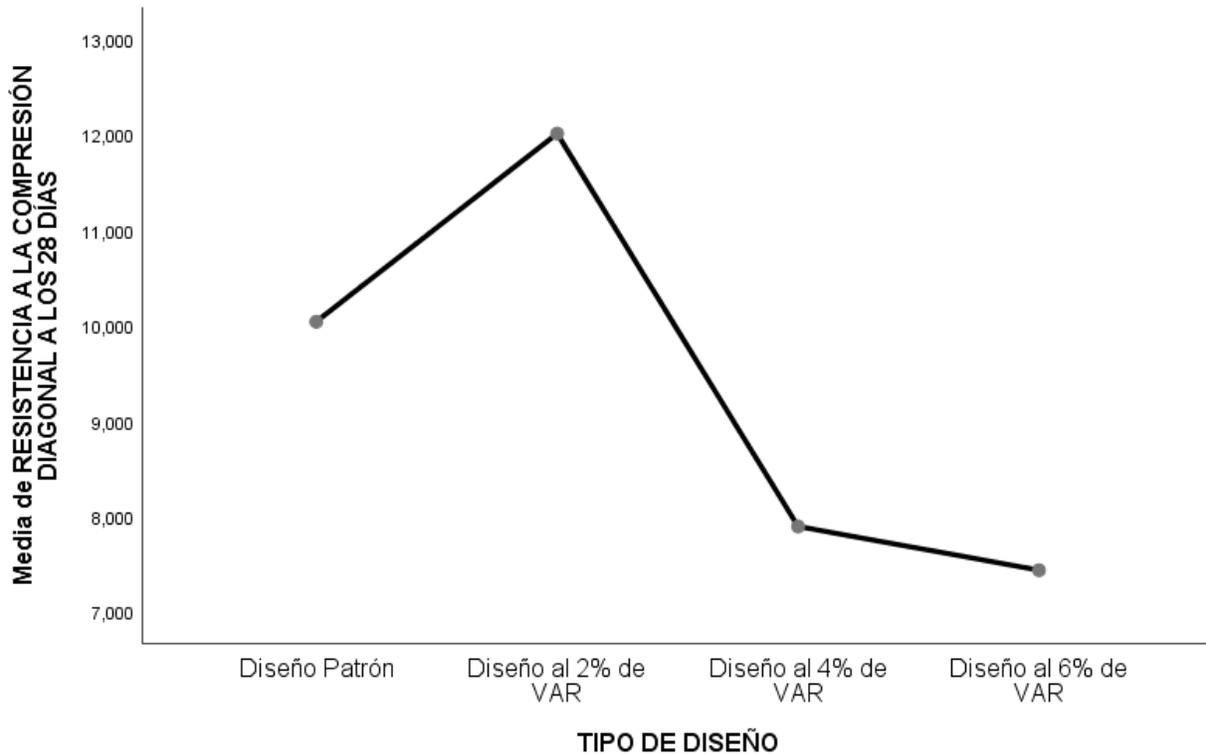


Figura 38: Media de resistencia a la compresión diagonal a los 28 días

Del gráfico de medias podemos observar que la media del diseño tradicional es menor que el diseño al 2%, pero mayor que los diseños del 4% y 6%, ahora bien la prueba de T3 de Dunnett muestra en el primer grupo comparativo respecto al diseño tradicional que tiene diferencias significativas con todos los diseños experimentales, debido a que los sig de la prueba de 0.013, 0.014 y 0.009 son menores a 0.05, ahora de la columna de diferencia de medias podemos notar que la diferencia con respecto al diseño del 2% es negativa, lo cual significa que éste diseño es significativamente mayor que el diseño tradicional, de esta manera podemos concluir con un nivel de significancia del 5% que, al realizar el análisis comparativo inferencial a los 28 días de curado, la resistencia a la compresión diagonal de un muro de mortero de concreto añadiendo el 2% de viruta de acero reciclado resultan ser más eficientes al muro con mortero tradicional, sin embargo los diseños del 4% y 6% resultan ser menos eficientes que el diseño tradicional.

A continuación, se muestran cuadros resúmenes comparativos con los resultados obtenidos, que serán interpretados en los resultados:

Tabla 44

Resultados Ensayo de Compresión Axial

f _m (kg/cm ²)	PATRON	2% VIRUTA	4% VIRUTA	6% VIRUTA	
	118	140	105	103	
	117	139	109	96	7 DIAS
	120	140	107	96	
PROMEDIO:	118	140	107	98	
	165	175	151	140	
	164	176	150	137	14 DIAS
	166	177	148	138	
PROMEDIO:	165	176	150	138	
	222	245	201	198	
	224	245	202	198	28 DIAS
	225	245	202	193	
PROMEDIO:	224	245	202	196	

Tabla 455

Resultados Ensayo de Compresión Diagonal

v _m (kgf/cm ²)	PATRON	2% VIRUTA	4% VIRUTA	6% VIRUTA	
	3.776	4.172	3.750	3.649	
	3.889	4.181	3.696	3.644	7 DIAS
	4.348	4.175	3.743	3.625	
	4.008	4.319	3.757	3.592	
PROMEDIO:	4.005	4.212	3.737	3.627	
	5.670	6.718	5.478	4.687	
	5.732	7.210	5.150	4.639	14 DIAS
	6.496	7.053	4.966	4.691	
	5.890	7.066	5.067	4.629	
PROMEDIO:	5.947	7.012	5.165	4.661	
	9.576	11.758	8.030	7.439	
	10.825	12.116	7.864	7.495	28 DIAS
	9.774	11.949	7.774	7.354	
	9.983	12.216	7.908	7.458	
PROMEDIO:	10.040	12.010	7.894	7.436	

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

En el trabajo desarrollado por Camargo et al., (2014) denominado “RENDIMIENTO DE MORTEROS PRODUCIDOS CON LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR”, se estudió la aplicación de puzolana en el mortero como remplazo del agregado fino, de esta manera se decidió trabajar con el bagazo de la caña de azúcar ya que Brasil es un país rico en la producción de caña de azúcar. De esta manera, el aumento máximo de la resistencia a compresión de los morteros se dio: 160 hasta 190 kg/cm² a un nivel de porcentaje de 3% y también presentó un aumento en las demás adiciones de la ceniza, atribuyéndole esto al efecto físico de llenado de vacíos por parte de granos finos; también se aumentó la resistencia a tracción por compresión diametral en las trazas que contienen 3% de CBC (ceniza del bagazo) en comparación con la muestra patrón, esta fue considerada la proporción óptima de remplazo; favoreció a la reducción de la absorción capilar gracias al llenado de vacíos por las partículas finas, por otro lado en la presente tesis se ha agregado el 2%, 4% y 6% de virutas de acero reciclado con el fin de evaluar la resistencia a la compresión axial y diagonal de un muro de mampostería el cual se tuvieron resultados positivos al agregar el 2% de viruta de acero reciclado al mortero obteniendo un nivel de significancia del 5% que, al realizar el análisis comparativo inferencial a los 7, 14 y 28 días de curado en ambos ensayos.

Martínez, Cortina & Martínez, (2015), en su publicación: “Characterization and influence of fine recycled aggregates on masonry mortars properties”, publicado en el libro de Materiales de Construcción de Madrid, España. En esta investigación se realizó el estudio de resistencia a la compresión para morteros bajo la norma UNE-EN 1015, con probetas de dimensiones 4x4x16cm, usándose dosificación de cemento:arena:agua de 1:3:0.5, sustituyendo el agregado

fino por áridos reciclados provenientes del proceso de reciclaje de cerámica y hormigón (RA-1, RA-2), proceso de reciclaje del hormigón (RA-3) en porcentajes de (10%, 15%, 25%, 35%, 45%), incorporando el aditivo RHEOBUILD 2100 en proporciones de (0%, 2%, 2%, 2%, 4%), obteniendo valores para la resistencia a la compresión del árido RA-1 entre 204.45 kg/cm² y 265.13 kg/cm², presentando el mayor valor en el porcentaje de sustitución del 10%, para RA-2 entre 255.44 kg/cm² y 260.03 kg/cm², obteniéndose el mayor valor en el porcentaje de sustitución del 25%, y para RA-3 valores entre 244.73 kg/cm² y 300.82 kg/cm², dándose el mayor valor en el porcentaje de sustitución del 35% respectivamente, los autores concluyen que los incorporando el aditivo RHEOBUILD 2100, puede contener hasta un 45% de áridos reciclados de cerámica y hormigón procesos de reciclaje, por otro lado en la presente tesis se basa en reforzar la resistencia a la compresión axial y diagonal de un muro de mampostería y mortero de concreto con una adición del 2%, 4% y 6% de viruta de acero reciclado el cual se realizó un diseño de mortero con la metodología ACI 211 el cual proporciona de cemento, arena y agua (1 : 1,6 : 0.5) el cual se obteniendo un nivel de significancia del 5% que, al realizar el análisis comparativo inferencial a los 7, 14 y 28 días de curado en ambos ensayos.

Reyes Castañeda, (2018) en la tesis “ESTUDIO COMPARATIVO DEL MORTERO DE ADHERENCIA CONVENCIONAL Y EL MORTERO EMBOLSADO PARA LA ELABORACIÓN DE MUROS DE ALBAÑILERÍA, LIMA-2018” la cual tiene como objetivo evaluar el Estudio Comparativo de las Propiedades del Mortero Convencional y el Mortero Embolsado para la elaboración de Muros de Albañilería determina en los Resultados de los Ensayos realizados con Ambos tipos de Morteros, se aprecia la Superioridad en los Ensayos principalmente el de Adherencia Al Cizalle (kg/cm²) del Mortero Embolsado en un 35% sobre el Mortero Convencional al igual que en el Ensayo de Compresión en Cubos de Mortero, se apreció

la tendencia del Embolsado y se mantuvo durante 28 Días de Forma Creciente. En el estudio Comparativo de las Propiedades Mecánicas de Los Morteros Embolsados y El Mortero Convencional se puede concluir que en el Ensayo de Compresión en Pilas (f'_m) a los 28 Días se obtuvo una diferencia de 20% entre los dos tipos de Morteros, sobresaliendo el Mortero Embolsado “TOPEX”, y en el Ensayo de Compresión Diagonal (v'_m) a los 28 días existe una diferencia del 60 % entre ambos tipos de Morteros, destacando al Mortero Embolsado “TOPEX” además de su modo de falla “Diagonal” el cual es la más recomendada en Adherencia según la Norma 399.621:2004 de Muretes, por otro lado en la presente tesis se valoraron resistencia a la compresión axial y diagonal mejorando el mortero de concreto al añadir viruta de acero reciclado, el cual se obtuvieron resultados favorables de un nivel de significancia del 5% que, al realizar el análisis comparativo inferencial a los 7, 14 y 28 días de curado tanto para resistencia a la compresión axial y diagonal.

4.2. Conclusión

El diseño de mezcla de mortero tradicional con adición de 2%, 4% y 6% de viruta de acero reciclado fue desarrollado a través de la metodología ACI 211 el cual se realizó para cada tipo de mezcla de mortero, como también se realizó una proporción de cemento, arena y agua (1 : 1.6 : 0.5 (L/bolsa)) según corresponda.

El análisis comparativo para la resistencia a la compresión axial del muro de mampostería con mortero tradicional versus adición con 2%, 4% y 6% de viruta de acero reciclado, está distribuido según la edad de curado del diseño de mortero.

Para los **7 días de curado**, se obtuvo un nivel de significancia del 5% que, al realizar el análisis comparativo inferencial a los 7 días de curado, la resistencia a la compresión axial de un muro de mortero de concreto añadiendo el 2% de viruta de acero reciclado resulta ser

significativamente más eficiente al muro con mortero tradicional, mientras que los diseños al 4% y 6% de viruta de acero reciclado resultan ser menos eficiente al diseño tradicional.

Para los **14 días de curado**, se obtuvo un nivel de significancia del 5% que, al realizar el análisis comparativo inferencial a los 14 días de curado, la resistencia a la compresión axial de un muro de mortero de concreto añadiendo el 2% de viruta de acero reciclado resulta ser significativamente más eficiente al muro con mortero tradicional, mientras que los diseños al 4% y 6% de viruta de acero reciclado resultan ser menos eficiente al diseño tradicional.

Para los **28 días de curado**, se obtuvo un nivel de significancia del 5% que, al realizar el análisis comparativo inferencial a los 28 días de curado, la resistencia a la compresión axial de un muro de mortero de concreto añadiendo el 2% de viruta de acero reciclado resulta ser significativamente más eficiente al muro con mortero tradicional, mientras que con el diseños al 4% la eficiencia es similar al tradicional y con el diseño al 6% de viruta de acero reciclado resulta ser menos eficiente al diseño tradicional.

Análisis comparativo para la resistencia a la compresión diagonal del muro de mampostería con mortero tradicional versus adición con 2%, 4% y 6% de viruta de acero reciclado, está distribuido según la edad de curado del diseño de mortero.

Para los **7 días de curado**, se obtuvo un nivel de significancia del 5% que, al realizar el análisis comparativo inferencial a los 7 días de curado, la resistencia a la compresión diagonal de un muro de mortero de concreto añadiendo el 2%, 4% o 6% de viruta de acero reciclado resultan ser igual de eficientes al muro con mortero tradicional.

Para los **14 días de curado**, se obtuvo un nivel de significancia del 5% que, al realizar el análisis comparativo inferencial a los 14 días de curado, la resistencia a la compresión diagonal de un muro de mortero de concreto añadiendo el 2% de viruta de acero reciclado resulta ser

significativamente más eficiente al muro con mortero tradicional, mientras que los diseños al 4% y 6% de viruta de acero reciclado resultan ser menos eficiente al diseño tradicional.

Para los **28 días de curado**, se obtuvo un nivel de significancia del 5% que, al realizar el análisis comparativo inferencial a los 28 días de curado, la resistencia a la compresión diagonal de un muro de mortero de concreto añadiendo el 2% de viruta de acero reciclado resultan ser más eficientes al muro con mortero tradicional, sin embargo, los diseños del 4% y 6% resultan ser menos eficientes que el diseño tradicional.

Las virutas de acero reciclado presentan óxido debido a su mal almacenamiento en las tornerías de donde se consiguen, lo que también pudo haber afectado los resultados de la resistencia a la compresión.

El primer lugar, se pensó trabajar con piedras de canto angular, sin embargo, debido a la poca disponibilidad de estas en la ciudad, se optó por piedras de canto rodado (piedra de río) las cuales fueron fracturadas con la finalidad de tener mejor adherencia con el mortero lográndose una mejor consistencia. Para evitar problemas de desmoronamiento de los muretes por su transporte al laboratorio donde se encontraba la prensa hidráulica, se tuvo que traer el equipo al lugar donde se elaboraron los muretes buscando con ello aminorar los efectos ajenos a la compresión por su izamiento.

Debido a la irregularidad propia de las piedras, se tuvieron problemas para encajar los muretes con las dimensiones requeridas para el ensayo, ya que, al asentarlas, generalmente, se forma una sección trapezoidal, más anchura en la base y menos en la corona. Esto podría generar un error mínimo en los resultados, pero se despreció por ser especímenes de dimensiones pequeñas. Sin embargo, para disminuir el efecto de dichas irregularidades se tomó cuenta una mayor muestra de especímenes, sobre todo para el ensayo de compresión diagonal, añadiendo un

murete más por caso debido a que no se pudieron lograr muretes cuadrados perfectos por sus aristas.

Al presentar todos los muretes similares condiciones por defectos de forma, se convenió que estas se podrían despreciar en su efecto para los resultados finales ya que, se buscó analizar solo el efecto de las virutas de acero reciclado en los muretes de mampostería de piedra. Por lo que, continuando en la línea de investigación del presente trabajo, en futuras investigaciones, se podría diseñar un equipo capaz de medir con mayor fidelidad los resultados considerando la irregularidad de forma de las piedras naturales.

REFERENCIAS

Alcocer, S M, T Sánchez y R Meli (1993), “Comportamiento de la Estructura Tridimensional de Mampostería Confinada de Dos Niveles del CENAPRED”, Informe para el Instituto Nacional para la vivienda de los trabajadores, Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), junio, pp. 36-39.

American Concrete Institute. (2005). Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-05) and Commentary (ACI 318R-05). American Concrete Institute.

Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica. (2000). NR 4 - Requisitos Especiales para Vivienda y otras Construcciones Menores. Guatemala, Guatemala: AGIES.

ASTM 140/NTP 399.604 (2005). Unidades de Albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto.

ASTM C-144 “Standard Specification for Aggregate for Masonry Mortar” (Especificación estándar para agregados de morteros de mampostería).

ASTM C-150 “Standard Specification for Portland Cement” (Especificación estándar para cemento Portland)

ASTM C-207 “Standard Specification for Hydrated Lime for Masonry Purposes”

ASTM C-207 “Standard Specification for Hydrated Lime for Masonry Purposes” (Especificación estándar para cal hidratada para usos en mampostería).

ASTM C-230 “Standard Specification for Flow Table for Use in Tests of Hydraulic Cement” (Especificación estándar de la mesa de flujo para el uso en ensayos de cemento hidráulico).

ASTM C-403 “Standard Test Method for Time of Setting of Concrete Mixtures by Penetration Resistance” (Método de ensayo estándar para el tiempo de fraguado de mezclas de concreto por la resistencia a la penetración)

ASTM C-494 “Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete”

ASTM C-494 “Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete”
(Especificación estándar para aditivos químicos para concreto)

ASTM C-595 “Standard Specification for Blended Hydraulic Cements” (Especificación estándar para cementos hidráulicos mezclados)

ASTM C-91 “Standard Specification for Masonry Cement” (Especificación estándar para cemento de mampostería)

Astroza, M., & Muñoz, M. (2008). Estudio sobre la resistencia de adherencia de la albañilería en Chile. Universidad de Chile, Santiago, Chile, XXXIII Jornada Sudamericana de Ingeniería Estructural.

Berlanga, V., & Rubio Hurtado, M. J. (2012). Clasificación de pruebas no paramétricas. Cómo aplicarlas en SPSS. REIRE. Revista d'Innovació i Recerca en Educació, 2012, vol. 5, num. 2, p. 101-113.

Bocanegra-Pinilla, V. P., & López-Ochoa, W. A. (2017). Comparación entre las resistencias obtenidas mediante ensayos de compresión en cilindros de mortero de inyección con: material saturado, aditivos plastificantes y/o acelerantes.

Camargo Macedo, P., Pereira, A. M., Akasaki, J. L., Fioriti, C. F., Payá, J., & Pinheiro, J. L. (2014). Rendimiento de morteros producidos con la incorporación de ceniza de bagazo de caña de azúcar. *Revista ingeniería de construcción*, 29(2), 187-199.

Chambi Paredes, W., & Gutiérrez Zapana, A. (2021). Análisis del comportamiento mecánico del concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ aplicando virutas de acero en la ciudad de Juliaca–Puno, 2021.

Comisión Guatemalteca de Normas. (1987). COGUANOR NGO 41 001 - Cementos Hidráulicos Mezclados, Terminología y Especificaciones. Guatemala: Ministerio de Economía.

De la Sotta, J. P. (2010). Análisis comparativo entre mortero de junta para albañilería fabricado en obra y mortero premezclado húmedo para albañilería (Doctoral dissertation, Tesis Ing. Const. Valdivia, Chl, UAC).

Enciclopedia Microsoft® Encarta®. (2004). Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

García Calderón, O. N. (2020). Evaluación de propiedades mecánicas en muros de albañilería adicionando limaduras de acero al mortero convencional.

Guzmán Hidalgo, C. M., & Gárate Labajos, M. (2019). Viruta de Acero en la Resistencia a la Compresión y Flexión del Concreto.

HÉCTOR GALLEGOS, C. C. (2005). ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL. LIMA: FONDO EDITORIAL PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ.

Hernández Sampieri, R.; Fernández Collado, C. y Bapista Lucio, P. (2006) Metodología de la investigación. México: McGraw-Hill Interamericana.

- Instituto de Fomento de Hipotecas Aseguradas (FHA). (2006). Normas de Construcción. Recuperado el enero de 2007, de :: FHA :: http://www.fha.gob.gt/main.php?id_area=141
- Leiva, O., & Linton, C. Aplicación de viruta de acero en el diseño de concreto de pavimento rígido en la Av. Isidro Alcibar, en el distrito de San Martín de Porres–2019.
- Martínez, P. S., Cortina, M. G., & Martínez, F. F. (2015). Characterization and influence of fine recycled aggregates on masonry mortars properties. *Materiales de construcción*, (319), 2.
- Mayorga Espinoza, J. J. (2017). Elaboración de un manual del proceso constructivo de mampostería en Nicaragua (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua).
- Meli, R y A Reyes (1971), “Propiedades Mecánicas de la Mampostería”, Serie del Instituto de Ingeniería, No. 288, Instituto de Ingeniería, UNAM, México, pp. 290-295.
- Molina Escobar, K. A. (2006). Evaluación de morteros para albañilería y revestimientos elaborados a base de cementos mezclados con escorias de horno (Ingeniero Civil). Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería, Guatemala.
- Murillo, J. (2011). Métodos de investigación de enfoque experimental. Recuperado el, 2022.
- NTG 41051 h7. (2014). Determinación de la resistencia de adherencia por tracción del mortero de pega y las unidades de mampostería. Guatemala.
- NTP 334-123. (2013). Cemento. Especificación para concretos y morteros de alta resistencia, premezclados en seco y entregados envasados. Lima, Perú.

NTP 339.088 (2019). Concreto. Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Pórtland. Requisitos.

NTP 399.621 (2004). Normas para muretes de albañilería.

NTP 399-605. (2013). Unidades de albañilería. Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería, Lima, Perú.

NTP 399-610 (2013). Unidades de albañilería. Especificación Normalizada para Morteros.

NTP 399-621. (2015). Unidades de albañilería. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería. Lima, Perú.

NTP 400.021 (2013). Agregados. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso.

NTP 400.022 (2013). Agregados. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.

NTP 400-037 o ASTM C33. (2014). Agregados. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto Lima, Perú.

Quezada, N. (2014). Estadística con SPSS 22. Editorial Macro.

Quiroga Zúñiga, M. A. J., & Maquera Jalanoca, A. J. (2019). Evaluación del Desempeño Térmico Utilizando Polvo de Caucho y Poliestireno Expandido para Uso como Material Alternativo en Acabados y Juntas en Muros de Albañilería en la Ciudad de Tacna-2019.

Reyes Castañeda, C. H. (2018). Estudio comparativo del mortero de adherencia convencional y el mortero embolsado para la elaboración de muros de albañilería, Lima-2018.

RNE E.060, (2020). Norma técnica peruana. Recuperado el 2022, Lima, Perú.

RNE E.070, (2020). Norma técnica peruana. Recuperado el 2022, Lima, Perú.

ROBLES, Parral. Influencia del Espesor de la Junta en las Propiedades Mecánicas de Muros de Mampostería de Tabique. Tesis (Grado de Maestro en Ingeniería Civil). México: Universidad de Cantabria (2017). Disponible en:

<http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/176>

Rojas Rayme, Kevin (2016) en su tesis “ANÁLISIS COMPARATIVO DEL MORTERO SECO EN CONDICIONES PRODUCIDOS Y RECOMENDADAS”.

Saborido Pantoja, D. I. (2017). Análisis técnico-económico del uso de caucho reciclado como reemplazo de arenas de morteros (Doctoral dissertation, Universidad Andrés Bello).

Sánchez, D. (2001). Tecnología del concreto y del mortero. Santafé de Bogotá: Bhandar editores Ltda.

SOTTA, Monreal. Análisis comparativo entre Mortero de Junta para Albañilería Fabricado en Obra y Mortero Premezclado Húmedo para Albañilería. Tesis (Grado de Ingeniero Constructor). Chile: Universidad Austral de Chile (2010). Disponible en:

<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2010/bmfcis718a/doc/bmfcis718a.pdf>

Valderrama, S. (2015). Pasos para elaborar proyectos de investigación científica. (5ta. Ed.). Perú: Editorial San Marcos.

Vargas Gordillo, L. X. (2017). Análisis comparativo de las propiedades mecánicas del mortero tradicional y el mortero no convencional en muretes de albañilería.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de Consistencia

ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL Y DIAGONAL DE UN MURO DE MAMPOSTERÍA Y MORTERO DE CONCRETO CON AÑADIDO DE 2%, 4% Y 6% DE VIRUTAS DE ACERO RECICLADO. LIMA 2021	Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables $y=f(x)$	Indicadores	Diseño de la investigación
	<p>Problema general:</p> <p>¿Realizar un análisis comparativo de la resistencia de compresión axial y diagonal de un muro de mampostería y mortero de concreto tradicional versus un muro de mampostería con mortero de concreto con adición del 2%, 4% y 6% de viruta de acero reciclado?</p>	<p>Objetivo general:</p> <p>Análisis comparativo para la resistencia a la compresión axial y diagonal del muro de mampostería con mortero tradicional versus adición con 2%, 4% y 6% de viruta de acero reciclado.</p>	<p>Hipótesis general:</p> <p>Hipótesis Nula (ho): El mortero de concreto con añadido de 2%, 4% y 6% de viruta de acero reciclado no es funcional para la resistencia a la compresión axial y diagonal del muro de mampostería.</p> <p>Hipótesis Alterna (ha): El mortero de concreto con añadido de 2%, 4% y 6% de viruta de acero reciclado es funcional para la resistencia a la compresión axial y diagonal del muro de mampostería.</p>	<p>Variable dependiente (y):</p> <p>Propiedades mecánicas.</p> <p><u>DIMENSIONES</u></p> <p>Resistencia a la compresión axial.</p> <p>Resistencia a la compresión diagonal</p>	<p>Resultados de ensayos de laboratorio</p>	<p>Tipo: Investigación Aplicada Experimental</p> <p>Clasificación: Experimental Puro</p> <p>Diseño: experimental.</p> <p>En tiempo: Transversal</p>
	<p>Problemas específicos:</p> <p>¿Será posible elaborar un diseño de mezcla de mortero tradicional con adición de 2%, 4% y 6% de viruta de acero reciclado?</p> <p>¿Determinar el análisis comparativo para la resistencia a la compresión axial del muro de mampostería con mortero tradicional versus adición con 2%, 4% y 6% de viruta de acero reciclado.?</p> <p>¿Realizar un análisis comparativo para la resistencia a la compresión diagonal del muro de mampostería con mortero tradicional versus adición con 2%, 4% y 6% de viruta de acero reciclado.?</p>	<p>Objetivos específicos:</p> <p>Elaborar un diseño de mezcla de mortero tradicional con adición de 2%, 4% y 6% de viruta de acero reciclado.</p> <p>Análisis comparativo para la resistencia a la compresión axial del muro de mampostería con mortero tradicional versus adición con 2%, 4% y 6% de viruta de acero reciclado.</p> <p>Análisis comparativo para la resistencia a la compresión diagonal del muro de mampostería con mortero tradicional versus adición con 2%, 4% y 6% de viruta de acero reciclado.</p>	<p>Hipótesis específicas:</p> <p>Hipótesis específica 2</p> <p>Hipótesis Nula (ho): La resiste de compresión axial de un muro con mortero de concreto añadiendo al 2%, 4% y 6% de viruta de acero reciclado, no son más eficientes al muro con mortero tradicional.</p> <p>Hipótesis Alterna (ha): La resiste de compresión axial de un muro con mortero de concreto añadiendo al 2%, 4% y 6% de viruta de acero reciclado, son más eficientes al muro con mortero tradicional.</p> <p>Hipótesis específica 3</p> <p>Hipótesis Nula (ho): La resiste de compresión diagonal de un muro con mortero de concreto añadiendo al 2%, 4% y 6% de viruta de acero reciclado, no son más eficientes al muro con mortero tradicional.</p> <p>Hipótesis Alterna (ha): La resiste de compresión diagonal de un muro con mortero de concreto añadiendo al 2%, 4% y 6% de viruta de acero reciclado, son más eficientes al muro con mortero tradicional.</p>	<p>Variable independiente (x):</p> <p>Muro de mampostería con mortero de concreto tradicional añadiendo el 2%, 4% y 6% de virutas de acero reciclado.</p> <p><u>DIMENSIONES</u></p> <p>Porcentaje de virutas de acero reciclado</p>	<p>Diseño de mezcla con virutas de acero reciclado</p>	

Anexo 2: Panel Fotográfico



Figura 39: Materiales para ensayos de características físicas de los agregados: bandejas de metal, balanza de precisión y horno.



Figura 40: Granulometría – Tamices.



Figura 41: Materiales: arena y piedras.



Figura 42: Levantamiento de los muretes verificando las medidas.



Figura 43: Se aprecia una viruta de acero sobresaliendo en los muretes terminados.



Figura 44: Rotulación de Muretes: Patrón, 2%, 4% y 6%.



Figura 45: Para los ensayos se usó una prensa hidráulica y pletinas de acero para sostener la base.



Figura 46: Ensayo de la resistencia a la compresión axial



Figura 47: Ensayo de la resistencia a la compresión diagonal

Anexo 3: Resultados de Diseño de mezcla y Ensayos de Compresión Axial y Diagonal

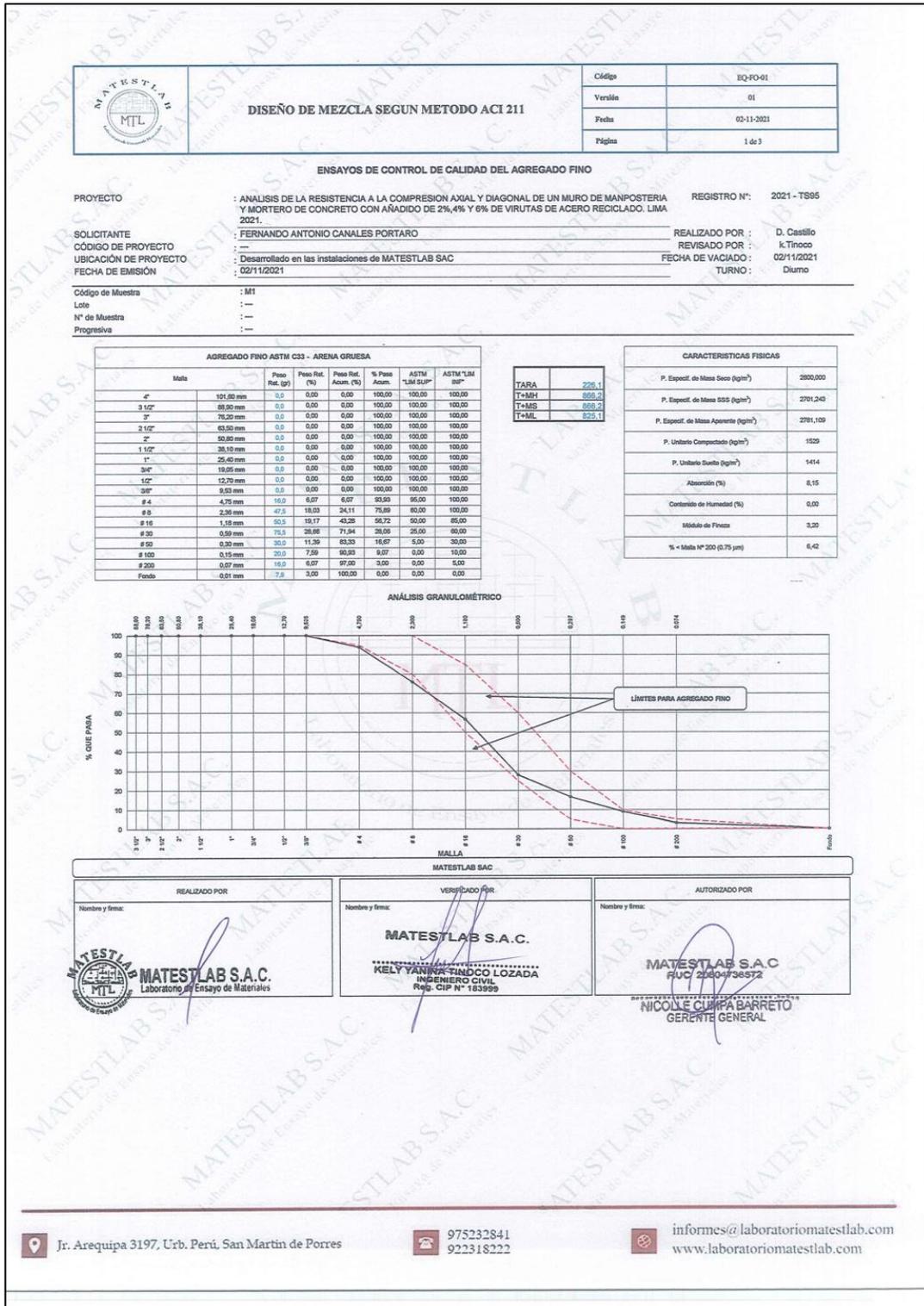


Figura 48: Resultados de ensayos de control de calidad del agregado fino para mortero patrón.

	DISEÑO DE MORTERO SEGUN METODO ACI 211	Código	RQ-PO-01
		Versión	01
		Fecha	02-11-2021
		Página	2 de 3

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

PROYECTO : ANALISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL Y DIAGONAL DE UN MURO DE MAMPOSTERIA Y MORTERO DE CONCRETO CON AÑADIDO DE 2%, 4% Y 6% DE VIRUTAS DE ACERO RECICLADO. LIMA 2021. REGISTRO N°: 2021 - TS95

SOLICITANTE : FERNANDO ANTONIO CANALES PORTARO REALIZADO POR : D. Castillo

CÓDIGO DE PROYECTO : --- REVISADO POR : K. Tinoco

UBICACION DE PROYECTO : Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC FECHA DE VACIADO : 02/11/2021

FECHA DE EMISION : 02/11/2021 TURNO : Diurno

Agregado : Ag. Fino de grano angular y rugoso F'c de diseño: 210 kg/cm²

Procedencia : AGREGAGOS DE FERRETERIA Consistencia: Plastica

Cemento : Cemento SOL Tipo 1 Código de mezcla: PATRON

1. RELACION AGUA CEMENTO R a/c = 0,56	4. SELECCION DE CONSISTENCIA VC= 110%	7. CONTENIDO DE AGUA Agua= 376,41 l/m ³
2. DETERMINACION DE "b" b= 0,2477	5. FACTOR DE "K" K= 0,378	8. CONTENIDO DE ARENA arena= 1056,55 kg/m ³
3. CÁLCULO DE "n" n= 1,59	6. CONTENIDO DE CEMENTO Cemento= 672,15 kg/m ³	

9. DATOS DE LABORATORIO

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	PUS					
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m ³	1200					
Agua	1000 kg/m ³						
		HUMEDAD	ABS	MF	PUS	PUC	TMN
Agregado fino	2600 kg/m ³	3,83%	1,89%	3,20	1414	1529	

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

<p>TECNICO LEM</p> <p>Nombre y Firma: </p> <p>D: _____</p> <p>M: _____</p> <p>A: _____</p> <p>MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales</p>	<p>JEFE LEM</p> <p>Nombre y Firma: </p> <p>D: _____</p> <p>M: _____</p> <p>A: _____</p> <p>MATESTLAB S.A.C. KELY YANINA TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 183999</p>	<p>COC - LEM</p> <p>Nombre y Firma: </p> <p>D: _____</p> <p>M: _____</p> <p>A: _____</p> <p>MATESTLAB S.A.C. RUC 20044736572 NICOLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL</p>
--	--	--

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

Figura 49: Diseño de mezclas de mortero patrón por el método del ACI 211-página 01.

 <p>DISEÑO DE MORTERO SEGUN METODO ACI 211</p>	Código	EQ-RD-01
	Versiones	01
	Fecha	02-11-2021
	Página	3 de 3

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

PROYECTO : ANALISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL Y DIAGONAL DE UN MURO DE MAMPOSTERIA Y MORTERO DE CONCRETO CON AÑADIDO DE 2%,4% Y 6% DE VIRUTAS DE ACERO RECICLADO. LIMA 2021. **REGISTRO N°:** 2021 - TS95

SOLICITANTE : FERNANDO ANTONIO CANALES PORTARO **REALIZADO POR :** D. Castillo

CÓDIGO DE PROYECTO : --- **REVISADO POR :** K. Tinoco

UBICACIÓN DE PROYECTO : Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC **FECHA DE VACIADO :** 02/11/2021

FECHA DE EMISIÓN : 02/11/2021 **TURNO :** Diurno

Agregado : Ag. Fino de grano angular y rugoso **F'c de diseño:** 210 kg/cm2

Procedencia : AGREGADOS DE FERRERIA **Consistencia:** Plastica

Cemento : Cemento SOL Tipo 1 **Código de mezcla:** PATRON

1. DOSIFICACION EN SECO:

A1= 23,8
1 : 1,59 + 23,8 L /bolsa

2. PESOS POR M3 EN SECO

Arena corregida = 1107,40 kg/m3

Agua corregida = 358,38 l/m3

3. DOSIFICACION HUMEDO

A2= 22,86
1 : 1,65 + 22,86 L /bolsa

A/C = 0,53

4. PESOS POR M3 POR CORRECCION DE HUMEDAD

Cemento= 672,15 kg/m3

Agua = 358,38 l/m3

Arena= 1107,40 kg/m3

5. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m3	0,2134 m3				
Agua	1000 kg/m3	0,3584 m3				
Agregado fino	2600 kg/m3	---	3,83%	1,69%	3,20	1414
	Volumen de pasta	0,5718 m3				
	Volumen de agregados	0,4282 m3				

6. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA

Cemento SOL Tipo 1 0,04 m3

Agua 23,53 kg

Arena 12,54 L

Arena 38,76 kg

7. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA

CEM A.F. AGUA
1 : 1,6 : 0,5 L /bolsa

OBSERVACIONES:

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

 MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales	MATESTLAB S.A.C. KELY YANINA FINOCCO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 183999	MATESTLAB S.A.C. RUC 20801738572 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL
---	---	---

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

975232841
922318222

informes@laboratoriomatestlab.com
www.laboratoriomatestlab.com

Figura 50: Diseño de mezclas de mortero patrón por el método del ACI 211-página 02.

 <p>DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 211</p>		Código	EQ-FO-01
		Versión	01
		Fecha	03-11-2021
		Página	1 de 3

ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGREGADO FINO

PROYECTO	: ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL Y DIAGONAL DE UN MURO DE MAMPOSTERIA Y MORTERO DE CONCRETO CON AÑADIDO DE 2%, 4% Y 6% DE VIRUTAS DE ACERO RECICLADO. LIMA 2021.	REGISTRO N°:	2021 - TS95
SOLICITANTE	: FERNANDO ANTONIO CANALES PORTARO	REALIZADO POR :	D. Castillo
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	REVISADO POR :	k. Tinoco
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE VACIADO :	03/11/2021
FECHA DE EMISIÓN	: 03/11/2021	TURNO :	Diuino

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

Malla	Peso Ret. (g)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101.00 mm	0.0	0.00	100.00	100.00
3 1/2"	89.00 mm	0.0	0.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.0	0.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.0	0.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.0	0.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.0	0.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	0.0	0.00	100.00	100.00
3/4"	19.00 mm	0.0	0.00	100.00	100.00
1/2"	12.70 mm	0.0	0.00	100.00	100.00
3/8"	9.50 mm	0.0	0.00	100.00	100.00
# 4	4.75 mm	16.0	6.07	83.93	95.00
# 8	2.36 mm	47.5	16.03	24.11	75.89
# 16	1.18 mm	50.5	19.17	49.28	58.72
# 30	0.60 mm	75.9	28.66	71.94	28.06
# 50	0.30 mm	30.0	11.30	83.33	16.67
# 100	0.15 mm	25.0	7.59	90.93	9.07
# 200	0.07 mm	16.0	6.07	97.50	3.00
Fondo	0.01 mm	7.9	3.00	100.00	0.00

P. Específ. de Masa Sece (g/cm³)	2600,000
P. Específ. de Masa SSS (g/cm³)	2701,243
P. Específ. de Masa Aparente (g/cm³)	2761,109
P. Unitario Compactado (g/cm³)	1529
P. Unitario Suelto (g/cm³)	1414
Absorción (%)	6,16
Contenido de Humedad (%)	0,00
Módulo de Finosa	3,30
% < Malla N° 200 (0.75 µm)	6,42

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

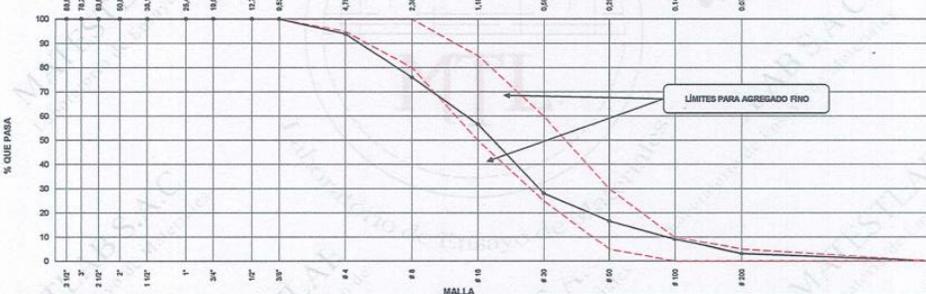


Gráfico de Análisis Granulométrico. El eje vertical muestra el porcentaje que pasa (% QUE PASA) de 0 a 100. El eje horizontal muestra el tamaño de malla (MALLA) en milímetros y números de malla. Se muestran los límites para agregado fino (líneas punteadas rojas) y la curva de resultados (línea sólida negra).

<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>MATESTLAB S.A.C. KELY YANINA TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 183399</p>	<p>AUTORIZADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p>  <p>MATESTLAB S.A.C. RUC 2100473972 NICOLÉ CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL</p>
--	--	--

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

 975232841
922318222

 informes@laboratoriomatestlab.com
www.laboratoriomatestlab.com

Figura 51: Resultados de ensayos de control de calidad del agregado fino para mortero con añadido de 2% de viruta de acero reciclado.

	DISEÑO DE MORTERO SEGUN METODO ACI 211	Código	EQ-PO-01		
		Versión	01		
		Fecha	03-11-2021		
		Página	2 de 3		

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

PROYECTO	ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL Y DIAGONAL DE UN MURO DE MAMPOSTERÍA Y MORTERO DE CONCRETO CON AÑADIDO DE 2%, 4% Y 6% DE VIRUTAS DE ACERO RECICLADO. LIMA 2021.	REGISTRO N°:	2021 - TS95
SOLICITANTE	FERNANDO ANTONIO CANALES PORTARO	REALIZADO POR :	D. Castillo
CÓDIGO DE PROYECTO	---	REVISADO POR :	K. Tinoco
UBICACIÓN DE PROYECTO	Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE VACIADO :	03/11/2021
FECHA DE EMISIÓN	03/11/2021	TURNO :	Diurno

Agregado : Ag. Fino de grano angular y rugoso	F'c de diseño: 210 kg/cm ²
Procedencia : AGREGAGOS DE FERRETERIA	Consistencia: Plástica
Cemento : Cemento SOL Tipo 1	Código de mezcla: 2% VIRUTA DE ACERO

1. RELACIÓN AGUA CEMENTO
R a/c = 0,56
2. DETERMINACIÓN DE "b"
b = 0,2477
3. CÁLCULO DE "m"
m = 1,59
4. SELECCIÓN DE CONSISTENCIA
VC = 110%
5. FACTOR DE "K"
k = 0,378
6. CONTENIDO DE CEMENTO
Cemento = 672,15 kg/m³
7. CONTENIDO DE AGUA
Agua = 376,41 lit/m³
8. CONTENIDO DE ARENA
arena = 1066,55 kg/m³

INSUMO		PESO ESPECÍFICO		HUMEDAD				PUS			
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m ³										
Agua	1000 kg/m ³										
Agregado fino	2600 kg/m ³	3,83%	1,69%	3,20	1414	1529					

9. DATOS DE LABORATORIO

10. PORCENTAJE DE VIRUTA DE ACERO
Viruta de acero = 2%

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 Fomey	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			
Nombre y firma:  MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales	Nombre y firma:  MATESTLAB S.A.C. KELY YANINA TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg./CIP N° 163999	Nombre y firma:  MATESTLAB S.A.C. RUC 20304738572 NICOLLE CUMPI BARRETO GERENTE GENERAL	

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

Figura 52: Diseño de mezclas de mortero patrón con añadido de 2% de viruta de acero reciclado por el método del ACI 211-página 01.

	DISEÑO DE MORTERO SEGUN METODO ACI 211	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Código</td> <td style="width: 50%;">EQ-01</td> </tr> <tr> <td>Versión</td> <td>01</td> </tr> <tr> <td>Fecha</td> <td>03-11-2021</td> </tr> <tr> <td>Página</td> <td>3 de 3</td> </tr> </table>	Código	EQ-01	Versión	01	Fecha	03-11-2021	Página	3 de 3																																	
Código	EQ-01																																										
Versión	01																																										
Fecha	03-11-2021																																										
Página	3 de 3																																										
DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO MÉTODO DEL ACI 211																																											
PROYECTO : ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL Y DIAGONAL DE UN MURO DE MAMPOSTERÍA Y MORTERO DE CONCRETO CON AÑADIDO DE 2%, 4% Y 6% DE VIRUTAS DE ACERO RECICLADO, LIMA 2021.	REGISTRO N°: 2021 - TS85																																										
SOLICITANTE : FERNANDO ANTONIO CANALES PORTARO	REALIZADO POR : D. Castillo																																										
CÓDIGO DE PROYECTO : ---	REVISADO POR : K. Tinoco																																										
UBICACIÓN DE PROYECTO : Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE VACIADO : 03/11/2021																																										
FECHA DE EMISIÓN : 03/11/2021	TURNO : Diurno																																										
Agregado : Ag. Fino de grano angular y rugoso	F'c de diseño: 210 kg/cm ²																																										
Procedencia : AGREGADOS DE FERRETERIA	Consistencia: Plástica																																										
Cemento : Cemento SOL Tipo 1	Código de mezcla: 2% VIRUTA DE ACERO																																										
1. DOSIFICACION EN SECO: A1= 23,8 1 : 1,59 + 23,8 L / bolsa	3. DOSIFICACION HUMEDO A2= 22,66 1 : 1,65 + 22,66 L / bolsa																																										
2. PESOS POR M3 EN SECO Arena corregida = 1107,40 kg/m ³ Agua corregida = 358,38 l/m ³	4. PESOS POR M3 POR CORRECCION DE HUMEDAD Cemento = 672,15 kg/m ³ Agua = 358,38 l/m ³ Arena = 1107,40 kg/m ³ Viruta de acero = 13,44 kg/m ³																																										
5. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>INSUMO</th> <th>PESO ESPECÍFICO</th> <th>VOLUMEN ABSOLUTO</th> <th>HUMEDAD</th> <th>ABSORCIÓN</th> <th>MÓD. FINEZA</th> <th>P.U. SUELTO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cemento SOL Tipo 1</td> <td>3150 kg/m³</td> <td>0,2134 m³</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Agua</td> <td>1000 kg/m³</td> <td>0,3584 m³</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Agregado fino</td> <td>2500 kg/m³</td> <td>—</td> <td>3,83%</td> <td>1,69%</td> <td>3,20</td> <td>1414</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Volumen de pasta</td> <td>0,5718 m³</td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Volumen de agregados</td> <td>0,4282 m³</td> <td colspan="4"></td> </tr> </tbody> </table>	INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m ³	0,2134 m ³					Agua	1000 kg/m ³	0,3584 m ³					Agregado fino	2500 kg/m ³	—	3,83%	1,69%	3,20	1414	Volumen de pasta		0,5718 m ³					Volumen de agregados		0,4282 m ³				
INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO																																					
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m ³	0,2134 m ³																																									
Agua	1000 kg/m ³	0,3584 m ³																																									
Agregado fino	2500 kg/m ³	—	3,83%	1,69%	3,20	1414																																					
Volumen de pasta		0,5718 m ³																																									
Volumen de agregados		0,4282 m ³																																									
6. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA Cemento SOL Tipo 1 : 23,53 kg Agua : 12,54 L Arena : 38,76 kg Viruta de acero : 0,47 kg	0,04 m ³																																										
7. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA CEM A.F. AGUA 1 : 1,6 : 0,5 L / bolsa																																											
OBSERVACIONES: * Muestras provistas e identificadas por el solicitante * Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de MATESTLAB SAC																																											
MATESTLAB S.A.C.																																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;"> TECNICO-LEM Nombre y firma:  MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales </td> <td style="width: 33%;"> JEFE-LEM Nombre y firma:  MATESTLAB S.A.C. KELY YANINA TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. GIP N° 183599 </td> <td style="width: 33%;"> COD-LEM Nombre y firma:  MATESTLAB S.A.C. RUC 2010736572 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL </td> </tr> </table>	TECNICO-LEM Nombre y firma:  MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales	JEFE-LEM Nombre y firma:  MATESTLAB S.A.C. KELY YANINA TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. GIP N° 183599	COD-LEM Nombre y firma:  MATESTLAB S.A.C. RUC 2010736572 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL																																								
TECNICO-LEM Nombre y firma:  MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales	JEFE-LEM Nombre y firma:  MATESTLAB S.A.C. KELY YANINA TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. GIP N° 183599	COD-LEM Nombre y firma:  MATESTLAB S.A.C. RUC 2010736572 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL																																									
Jr. Arequipa 3197, Urb. Perú, San Martín de Porres																																											
975232841 922318222																																											
informes@laboratoriomatestlab.com www.laboratoriomatestlab.com																																											

Figura 53: Diseño de mezclas de mortero patrón con añadido de 2% de viruta de acero reciclado por el método del ACI 211-página 02.

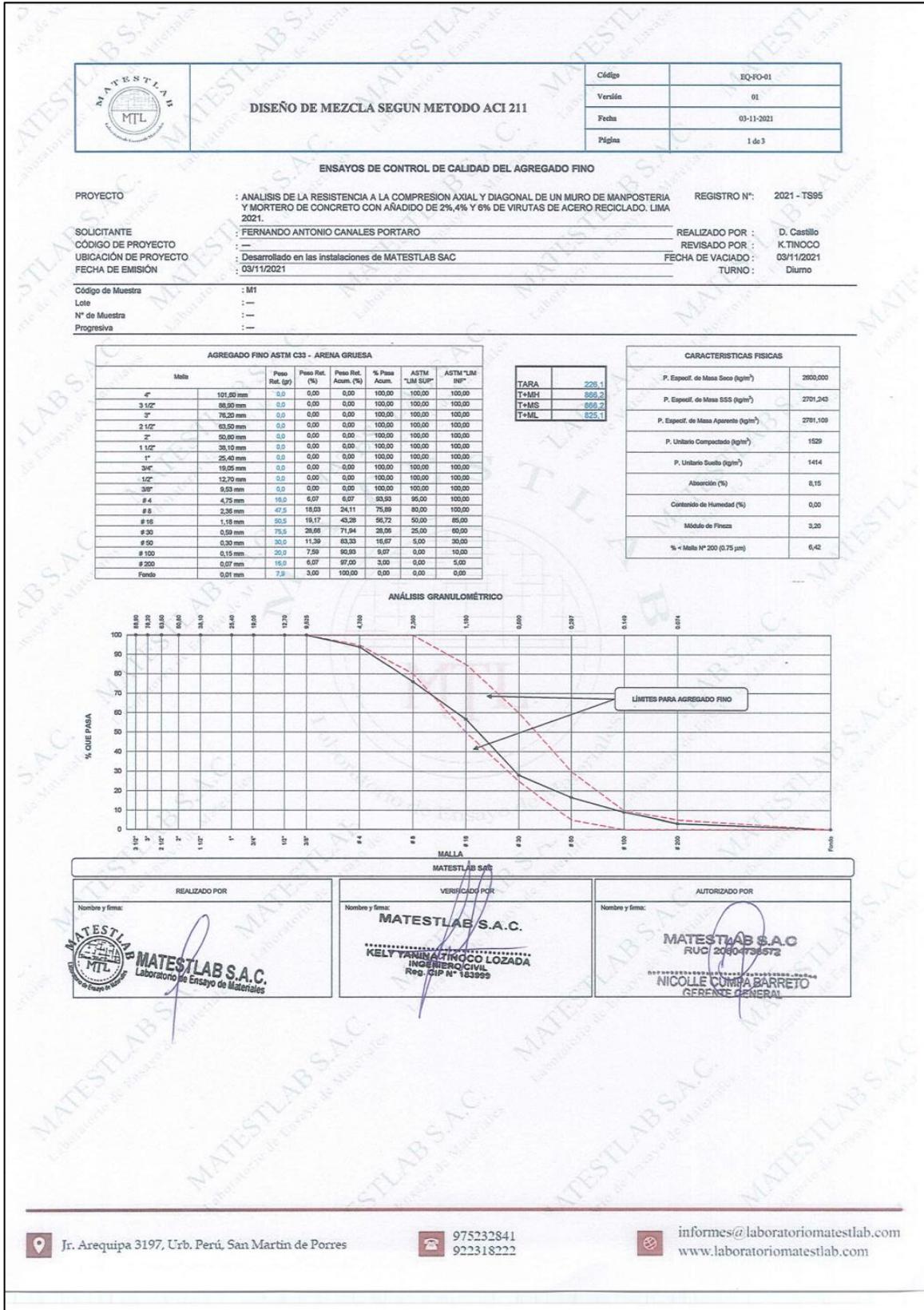


Figura 54: Resultados de ensayos de control de calidad del agregado fino para mortero con añadido de 4% de viruta de acero reciclado.

 <p>DISEÑO DE MORTERO SEGUN METODO ACI 211</p>	Código	BQ-FO-01
	Versión	01
	Fecha	09-11-2021
	Página	2 de 3

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

PROYECTO : ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL Y DIAGONAL DE UN MURO DE MAMPOSTERÍA Y MORTERO DE CONCRETO CON AÑADIDO DE 2%, 4% Y 6% DE VIRUTAS DE ACERO RECICLADO. LIMA 2021.	REGISTRO N°: 2021 - T995
SOLICITANTE : FERNANDO ANTONIO CANALES PORTARO	REALIZADO POR : D. Castillo
CÓDIGO DE PROYECTO : -	REVISADO POR : K. Tinoco
UBICACIÓN DE PROYECTO : Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE VACIADO : 09/11/2021
FECHA DE EMISIÓN : 03/11/2021	TURNO : Diurno

Agregado : Ag. Fino de grano angular y rugoso	F'c de diseño : 210 kg/cm ²
Procedencia : AGREGADOS DE FERRETERIA	Consistencia : Plástica
Cemento : Cemento SOL Tipo 1	Código de mezcla : 4% VIRUTA DE ACERO

1. RELACIÓN AGUA CEMENTO R a/c = 0,56	4. SELECCIÓN DE CONSISTENCIA VC= 110%	7. CONTENIDO DE AGUA Agua= 376,41 lt/m ³
2. DETERMINACIÓN DE "b" b= 0,2477	5. FACTOR DE "k" k= 0,378	8. CONTENIDO DE ARENA arena= 1066,55 kg/m ³
3. CÁLCULO DE "n" n= 1,59	6. CONTENIDO DE CEMENTO Cemento= 672,15 kg/m ³	

9. DATOS DE LABORATORIO		PUS	
INSUMO	PESO ESPECÍFICO		
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m ³		1200
Agua	1000 kg/m ³		
Agregado fino	2600 kg/m ³	HUMEDAD	ABS
		3,83%	1,89%
		MF	PUS
		3,20	1414
		PUC	TMN
		1529	

10. PORCENTAJE DE VIRUTA DE ACERO
Viruta de acero= 4%

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 Fomey	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 S.A.C.			
TECNICO LEM Nombre y firma: _____ M: _____ A: _____	JEFE LEM Nombre y firma: _____ M: _____ A: _____	COO - LEM Nombre y firma: _____ M: _____ A: _____	



MATESTLAB S.A.C.
Laboratorio de Ensayo de Materiales



MATESTLAB S.A.C.
KELY YANINA TINOCO LOZADA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 163999



MATESTLAB S.A.C.
SUC 3004738572
NICOLLE CUMPA BARRETO
GERENTE GENERAL

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

 975232841
922318222

 informes@laboratoriomatestlab.com
www.laboratoriomatestlab.com

Figura 55: Diseño de mezclas de mortero patrón con añadido de 4% de viruta de acero reciclado por el método del ACI 211-página 01.

 <p>DISEÑO DE MORTERO SEGUN METODO ACI 211</p>	Código	EQ10-01
	Verión	01
	Fecha	03-11-2021
	Página	3 de 3

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

PROYECTO ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL Y DIAGONAL DE UN MURO DE MAMPOSTERÍA Y MORTERO DE CONCRETO CON AÑADIDO DE 2%, 4% Y 6% DE VIRUTAS DE ACERO RECICLADO, LIMA 2021.	REGISTRO N°: 2021 - TS95
SOLICITANTE : FERNANDO ANTONIO CANALES PORTARO	REALIZADO POR : D. Castillo
CÓDIGO DE PROYECTO : ---	REVISADO POR : K. Tinoco
UBICACIÓN DE PROYECTO : Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE VACIADO : 03/11/2021
FECHA DE EMISIÓN : 03/11/2021	TURNO : Diurno

Agregado : Ag. Fino de grano angular y rugoso	F'c de diseño : 210 kg/cm ²
Procedencia : AGREGADOS DE FERRETERIA	Consistencia : Plástica
Cemento : Cemento SOL Tipo 1	Código de mezcla : 4% VIRUTA DE ACERO

1. DOSIFICACION EN SECO: A1= 23,8 1 : 1,59 = 23,8 L / bolsa	3. DOSIFICACION HUMEDO A2= 22,66 1 : 1,65 = 22,66 L / bolsa
--	--

2. PESOS POR M3 EN SECO Arena corregida = 1107,40 kg/m ³ Agua corregida = 358,38 l/m ³	4. PESOS POR M3 POR CORRECCION DE HUMEDAD Cemento = 672,15 kg/m ³ Agua = 358,38 l/m ³ Arena = 1107,40 kg/m ³ Viruta de acero = 26,89 kg/m ³
---	--

5. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO				
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m ³	0,2134 m ³				
Agua	1000 kg/m ³	0,3584 m ³				
			HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO
Agregado fino	2600 kg/m ³	---	3,83%	1,69%	3,20	1414
Volumen de pasta		0,5716 m ³				
Volumen de agregados		0,4282 m ³				

6. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0,04 m³

Cemento SOL Tipo 1	23,53 kg
Agua	12,54 L
Arena	38,76 kg
Viruta de acero	0,94 kg

7. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA

CEM A.F. AGUA
1 : 1,6 : 0,5 L / bolsa

OBSERVACIONES:

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

MATESTLAB S.A.C.			
TECNICO LEM Nombre y firma: 	JEFE LEM Nombre y firma: 	COC-LEM Nombre y firma: 	
 <p>MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales</p>	 <p>MATESTLAB S.A.C. KELY MARINA TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 183999</p>	 <p>MATESTLAB S.A.C. RUC 2081736672 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL</p>	

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

Figura 56: Diseño de mezclas de mortero patrón con añadido de 4% de viruta de acero reciclado por el método del ACI 211-página 02.

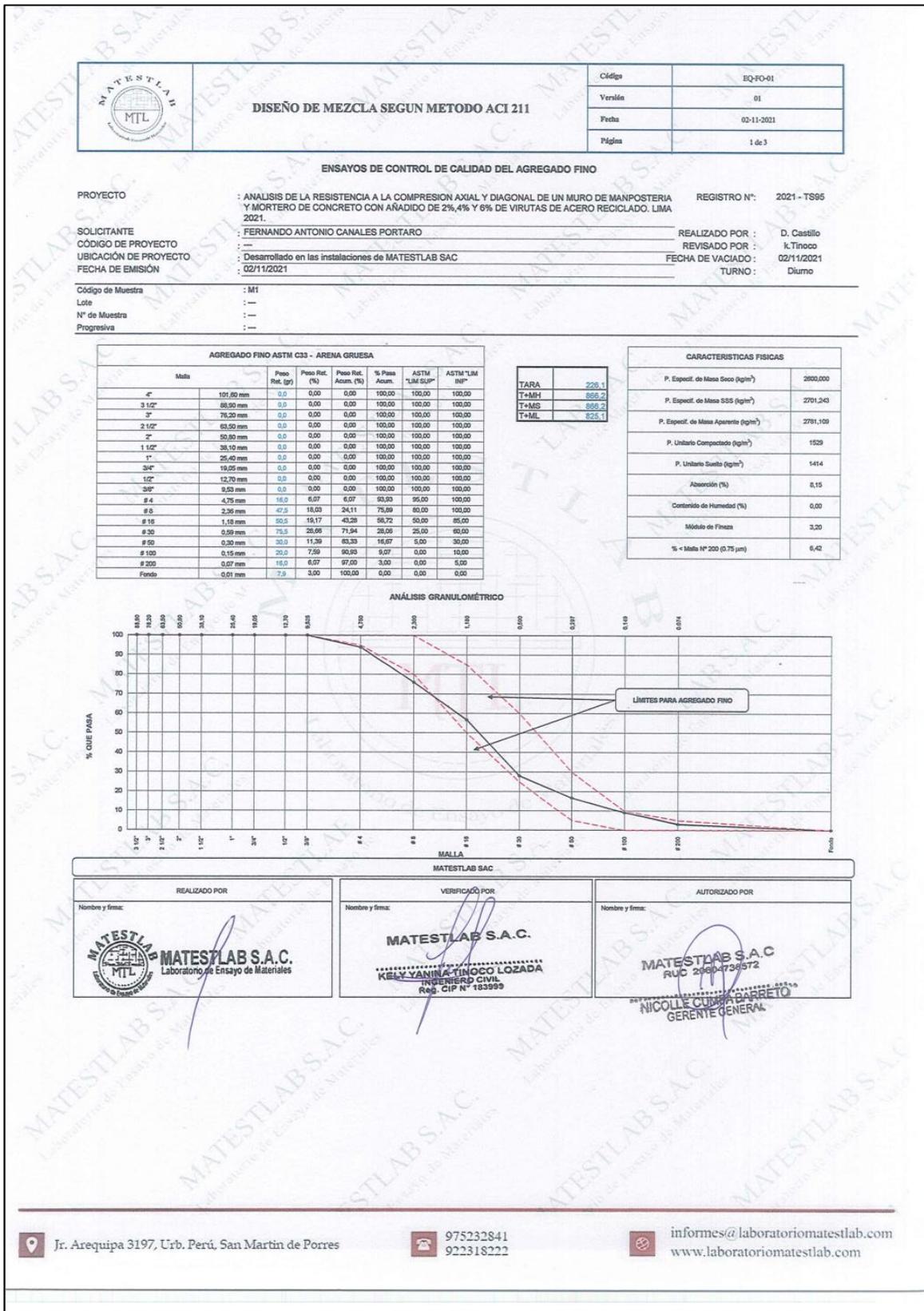


Figura 57: Resultados de ensayos de control de calidad del agregado fino para mortero con añadido de 6% de viruta de acero reciclado.

 <p>DISEÑO DE MORTERO SEGUN METODO ACI 211</p>	Código	EQ-FC-01
	Versión	01
	Fecha	03-11-2021
	Página	2 de 3

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

PROYECTO : ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL Y DIAGONAL DE UN MURO DE MAMPOSTERÍA Y MORTERO DE CONCRETO CON AÑADIDO DE 2%, 4% Y 6% DE VIRUTAS DE ACERO RECICLADO. LIMA 2021. **REGISTRO N°:** 2021 - TS95

SOLICITANTE : FERNANDO ANTONIO CANALES PORTARO **REALIZADO POR :** D. Castillo

CÓDIGO DE PROYECTO : --- **REVISADO POR :** K. Tinoco

UBICACIÓN DE PROYECTO : Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC **FECHA DE VACIADO :** 03/11/2021

FECHA DE EMISIÓN : 03/11/2021 **TURNO :** Diurno

Agregado : Ag. Fino de grano angular y rugoso **F'c de diseño:** 210 kg/cm²

Procedencia : AGREGADOS DE FERRETERIA **Consistencia:** Plástica

Cemento : Cemento SOL Tipo 1 **Código de mezcla:** 6% VIRUTA DE ACERO

1. RELACIÓN AGUA CEMENTO **4. SELECCIÓN DE CONSISTENCIA** **7. CONTENIDO DE AGUA**

R a/c = 0,56 VC= 110% Agua= 376,41 lt/m³

2. DETERMINACIÓN DE "b" **5. FACTOR DE "K"** **8. CONTENIDO DE ARENA**

b= 0,2477 k= 0,376 arena= 1056,55 kg/m³

3. CÁLCULO DE "n" **6. CONTENIDO DE CEMENTO**

n= 1,59 Cemento= 672,15 kg/m³

9. DATOS DE LABORATORIO

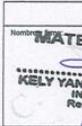
INSUMO	PESO ESPECÍFICO	HUMEDAD				
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m ³					
Agua	1000 kg/m ³					
Agregado fino	2600 kg/m ³	3,83%	1,69%	3,20	1414	1529

10. PORCENTAJE DE VIRUTA DE ACERO
Viruta de acero= 6%

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 Fomey	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	COO - LEM	
Nombre y firma:  MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales	Nombre y firma:  MATESTLAB S.A.C. KELY YANINS TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 183959	Nombre y firma:  MATESTLAB S.A.C. RUC 20601736572 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL	

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

Figura 58: Diseño de mezclas de mortero patrón con añadido de 6% de viruta de acero reciclado por el método del ACI 211-página 01.

	DISEÑO DE MORTERO 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;">EQ-FO-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;">03-11-2021</td> </tr> <tr> <td style="font-size: small;">Página</td> <td style="text-align: center;">3 de 3</td> </tr> </table>	Código	EQ-FO-01	Versión	01	Fecha	03-11-2021	Página	3 de 3
Código	EQ-FO-01									
Versión	01									
Fecha	03-11-2021									
Página	3 de 3									
DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO MÉTODO DEL ACI 211										
PROYECTO	: ANALISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL Y DIAGONAL DE UN MURO DE MAMPOSTERIA Y MORTERO DE CONCRETO CON AÑADIDO DE 2%, 4% Y 6% DE VIRUTAS DE ACERO RECICLADO. LIMA 2021.	REGISTRO N°:	2021 - TS95							
SOLICITANTE	: FERNANDO ANTONIO CANALES PORTARO	REALIZADO POR :	D. Castillo							
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	REVISADO POR :	K. Tinoco							
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE VACIADO :	03/11/2021							
FECHA DE EMISIÓN	: 03/11/2021	TURNO :	Diurno							
Agregado	: Ag. Fino de grano angular y rugoso	F'c de diseño:	210 kg/cm2							
Procedencia	: AGREGADOS DE FERRETERIA	Consistencia:	Plastica							
Cemento	: Cemento SOL Tipo 1	Código de mezcla:	6% VIRUTA DE ACERO							
1. DOSIFICACION EN SECO:										
A1=	23,8									
1	:	1,59	+ 23,8 L / bolsa							
2. PESOS POR M3 EN SECO										
Arena corregida =	1107,40	kg/m3								
Agua corregida =	358,38	lt/m3								
3. DOSIFICACION HUMEDO										
A2=	22,66									
1	:	1,65	+ 22,66 L / bolsa							
4. PESOS POR M3 POR CORRECCION DE HUMEDAD										
A/C =	0,53									
Cemento=	672,15	kg/m3								
Agua =	358,38	lt/m3								
Arena=	1107,40	kg/m3								
Viruta de acero=	40,33	kg/m3								
5. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS										
INSUMO	PESO ESPECIFICO	VOLUMEN ABSOLUTO								
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m3	0,2134 m3								
Agua	1000 kg/m3	0,3584 m3								
			HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO				
Agregado fino	2600 kg/m3	---	3,83%	1,89%	3,20	1414				
Volumen de pasta		0,5718 m3								
Volumen de agregados		0,4282 m3								
6. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA										
Cemento SOL Tipo 1	23,53	kg	0,04 m3							
Agua	12,54	L								
Arena	38,76	kg								
Viruta de acero	1,41	kg								
7. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA										
CEM A.F. AGUA										
1	:	1,6	: 0,5 L / bolsa							
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:	MATESTLAB SAC	D:							
Nombre y Firma	M:	Nombre y Firma	M:							
A:		A:								
 MATESTLAB S.A.C. KELY YANINA TINOCO LOZADA <small>INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 163999</small>		 MATESTLAB S.A.C. <small>RUC 2064136572</small> NICOLE CUMPA BARRETO <small>GERENTE GENERAL</small>								

Figura 59: Diseño de mezclas de mortero patrón con añadido de 6% de viruta de acero reciclado por el método del ACI 211-página 02.



CERTIFICADO DE ENSAYO
ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES

	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Código</td> <td>MTL-2021 - ML</td> </tr> <tr> <td>Revisión</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Aprobado por</td> <td>MTL</td> </tr> <tr> <td>Fecha</td> <td>10/11/2021</td> </tr> </table>	Código	MTL-2021 - ML	Revisión	5	Aprobado por	MTL	Fecha	10/11/2021
Código	MTL-2021 - ML								
Revisión	5								
Aprobado por	MTL								
Fecha	10/11/2021								

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO

PROYECTO : ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL Y DIAGONAL DE UN MURO DE MAMPOSTERÍA Y MORTERO DE CONCRETO CON AÑADIDO DE 2%, 4% Y 6% DE VIRUTAS DE ACERO RECICLADO. LIMA 2021. SOLICITANTE : FERNANDO ANTONIO CANALES PORTARIO UBICACIÓN : Desempleado en las instalaciones de MATESTLAB S.A.C. REGISTRO N° : 2021 - 7393	Aprobado por: A. Trico Empleado por: D. Castillo Fecha de ensayo: 10/11/2021
---	---

ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES

A) INFORMACIÓN GENERAL:

Material: Canto rodado de río

Fecha de elaboración de murete: 02/11/2021

Edad de rotura de murete: 7 días

Fecha de ensayo de murete: 10/11/2021

Espesor Murete: 1.5 cm

B) INFORMACIÓN DE MURETES:

Murete	Largo (cm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Carga Máxima (kg)	Descripción de Falla
Patrón 1	600	600	125	4005	Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.
Patrón 2	600	600	125	4125	Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.
Patrón 3	600	600	125	4612	Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.
Patrón 4	600	600	125	4251	Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.
2% VIRUTA DE ACERO 1	600	600	125	4425	Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.
2% VIRUTA DE ACERO 2	600	600	125	4435	Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.
2% VIRUTA DE ACERO 3	600	600	125	4428	Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.
2% VIRUTA DE ACERO 4	600	600	125	4581	Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.
4% VIRUTA DE ACERO 1	600	600	125	3978	Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.
4% VIRUTA DE ACERO 2	600	600	125	3920	Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.
4% VIRUTA DE ACERO 3	600	600	125	3970	Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.
4% VIRUTA DE ACERO 4	600	600	125	3985	Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.
6% VIRUTA DE ACERO 1	600	600	125	3870	Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.
6% VIRUTA DE ACERO 2	600	600	125	3865	Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.
6% VIRUTA DE ACERO 3	600	600	125	3845	Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.
6% VIRUTA DE ACERO 4	600	600	125	3810	Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.

D) ALCANCES DEL ENSAYO:

- El mortero tiene que rellenar los agujeros de los ladrillos en caso estos sean agujereados.
- El refrentado se debe realizar en las esquinas opuestas de los muretes, en las zonas donde se le aplicarán las cargas.
- El refrentado es hecho de cemento y arena, tratando de generar una superficie sin irregularidades.
- Las deformaciones se registran con dos pares de LVDTs, uno colocado en la diagonal horizontal y otra en la diagonal vertical, en una sola cara del elemento.
- Se deben ensayar como mínimo 4 muretes.



MATESTLAB S.A.C.
Laboratorio de Ensayo de Materiales

MATESTLAB S.A.C.

KELY YANINA TRICO LOZADA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 183999

MATESTLAB S.A.C.
RUC 22004798572

NICOLLE CUMBA BARRETO
GERENTE GENERAL

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

975232841
922318222

informes@laboratoriomatestlab.com
www.laboratoriomatestlab.com

Figura 60: Resultados de ensayos de compresión diagonal de muretes: patrón, 2%, 4%, 6% de viruta de acero reciclado-página 01.

	CERTIFICADO DE ENSAYO ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES	Código	MTL-2021 - ML		
		Revisión	5		
		Aprobado por	MTL-2021 - ML		
		Fecha	10/11/2021		
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO					
PROYECTO ANALISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL Y DIAGONAL DE UN MURO DE MAMPOSTERIA Y MORTERO DE CONCRETO CON AÑADIDO DE 2%,4% Y 6% DE VIRUTAS DE ACERO RECICLADO. LIMA 2021. SOLICITANTE : FERNANDO ANTONIO CANALES PORTARO UBICACIÓN : Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC EXPEDIENTE N° : 2021 - TS95					
Cantera : --- Material : Murete de mamposteria N° Muestra : ---		Aprobado por: K. Tinoco Ensayado por: D. Castillo Fecha de ensayo: 10/11/2021			
ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES					
A) RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL EN LOS MURETES:					
Murete	Carga Máxima (kgf)	Vm (kgf/cm2)	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)
Patrón 1	4005	3,776	02/11/2021	09/11/2021	7
Patrón 2	4125	3,889	02/11/2021	09/11/2021	7
Patrón 3	4612	4,348	02/11/2021	09/11/2021	7
Patrón 4	4251	4,008	02/11/2021	09/11/2021	7
2% VIRUTA DE ACERO 1	4425	4,172	03/11/2021	10/11/2021	7
2% VIRUTA DE ACERO 2	4435	4,181	03/11/2021	10/11/2021	7
2% VIRUTA DE ACERO 3	4428	4,175	03/11/2021	10/11/2021	7
2% VIRUTA DE ACERO 4	4581	4,319	03/11/2021	10/11/2021	7
4% VIRUTA DE ACERO 1	3978	3,750	03/11/2021	10/11/2021	7
4% VIRUTA DE ACERO 2	3920	3,696	03/11/2021	10/11/2021	7
4% VIRUTA DE ACERO 3	3970	3,743	03/11/2021	10/11/2021	7
4% VIRUTA DE ACERO 4	3985	3,757	03/11/2021	10/11/2021	7
6% VIRUTA DE ACERO 1	3870	3,649	03/11/2021	10/11/2021	7
6% VIRUTA DE ACERO 2	3855	3,644	03/11/2021	10/11/2021	7
6% VIRUTA DE ACERO 3	3845	3,625	03/11/2021	10/11/2021	7
6% VIRUTA DE ACERO 4	3810	3,592	03/11/2021	10/11/2021	7
OBSERVACIONES: * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización MATESTLAB SAC. * Unidades conectadas a través del mortero.					
MATESTLAB S.A.C.					
TECNICO LEM Nombre y firma:  MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales		JEFE LEM Nombre y firma:  MATESTLAB S.A.C. KELY YANINA TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 183999		COC-LEM Nombre y firma:  MATESTLAB S.A.C. RUC 20584738572 NICOLE GUINAPARRETO GERENTE GENERAL	
					
 Jr. Arequipa 3197, Urb. Perú, San Martín de Porres		 975232841 922318222		 informes@laboratoriomatestlab.com www.laboratoriomatestlab.com	

Figura 61: Resultados de ensayos de compresión diagonal de muretes: patrón, 2%, 4%, 6% de viruta de acero reciclado-página 02.



CERTIFICADO DE ENSAYO
ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO

Código	MTL-0201 - ML
Revisión	5
Aprobado	MTL
Fecha	17/11/2021

PROYECTO : ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL Y DIAGONAL DE UN MURO DE MAMPOSTERÍA Y MORTERO DE CONCRETO CON AÑADIDO DE 2%, 4% Y 6% DE VIRUTAS DE ACERO RECICLADO. LIMA 2021.

SOLICITANTE : FERNANDO ANTONIO CANALES PORTIARO

UBICACIÓN : Desarmado en las instalaciones de MATESTLAB S.A.C.

REGISTRO N° : 2021 - 7395

Condens : ---

Materia : Murete de mampostería

N° Muestra : ---

Aprobado por: A. Tinoco
Elaborado por: D. Castillo
Fecha de ensayo: 17/11/2021

ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES

A) INFORMACIÓN GENERAL:

Materia: Canto rodado de río

Fecha de elaboración de murete: 03/11/2021

Edad de retiro de murete: 14 días

Fecha de ensayo de murete: 17/11/2021

Espesor Mortero: 1.5 cm

B) INFORMACIÓN DE MURETES:

Murete	Largo (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Carga Máxima (kgf)	Descripción de Falla
Patrón 5	600	600	125	6014	Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.
Patrón 6	600	600	125	6080	Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.
Patrón 7	600	600	125	6890	Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.
Patrón 8	600	600	125	6247	Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.
2% VIRUTA DE ACERO 5	600	600	125	7125	Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.
2% VIRUTA DE ACERO 6	600	600	125	7647	Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.
2% VIRUTA DE ACERO 7	600	600	125	7481	Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.
2% VIRUTA DE ACERO 8	600	600	125	7455	Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.
4% VIRUTA DE ACERO 5	600	600	125	5810	Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.
4% VIRUTA DE ACERO 6	600	600	125	5462	Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.
4% VIRUTA DE ACERO 7	600	600	125	5267	Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.
4% VIRUTA DE ACERO 8	600	600	125	5374	Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.
6% VIRUTA DE ACERO 5	600	600	125	4971	Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.
6% VIRUTA DE ACERO 6	600	600	125	4920	Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.
6% VIRUTA DE ACERO 7	600	600	125	4976	Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.
6% VIRUTA DE ACERO 8	600	600	125	4910	Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.

D) ALCANCES DEL ENSAYO:

- El mortero tiene que rellenar los agujeros de los ladrillos en caso estos sean agujereados.
- El refrentado se debe realizar en las esquinas opuestas de los muretes, en las zonas donde se le aplicarán las cargas.
- El refrentado es hecho de cemento y arena, tratando de generar una superficie sin irregularidades.
- Las deformaciones se registran con dos pares de LVDTs, uno colocado en la diagonal horizontal y otra en la diagonal vertical, en una sola cara del elemento.
- Se deben ensayar como mínimo 4 muretes.



MATESTLAB S.A.C.
Laboratorio de Ensayo de Materiales



KELY YANINA TINOCO LOZADA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 183999



MATESTLAB S.A.C.
RUC 20004738572

NICOLLE CUMPA BARRETO
GERENTE GENERAL

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

975232841
922318222

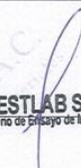
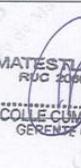
informes@laboratoriomatestlab.com
www.laboratoriomatestlab.com

Figura 62: Resultados de ensayos de compresión diagonal de muretes: patrón, 2%, 4%, 6% de viruta de acero reciclado-página 03.

	CERTIFICADO DE ENSAYO ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES	Código Revisión Aprobado Fecha	MTL-2021 - ML 5 MTL-2021 - ML 17/11/2021		
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO					
PROYECTO : ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL Y DIAGONAL DE UN MURO DE MAMPOSTERÍA Y MORTERO DE CONCRETO CON AÑADIDO DE 2%, 4% Y 6% DE VIRUTAS DE ACERO RECICLADO. LIMA 2021. SOLICITANTE : FERNANDO ANTONIO CANALES PORTARO UBICACIÓN : Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC EXPEDIENTE N° : 2021 - 7395					
Cantera : --- Materia : Murete de mampostería N° Muestra : ---		Aprobado por: K. Tinoco Ensayado por: D. Castillo Fecha de ensayo: 17/11/2021			
ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES					
A) RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL EN LOS MURETES:					
Murete	Carga Máxima (kgf)	Vm (kgf/cm²)	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)
Patrón 5	6014	5,670	02/11/2021	16/11/2021	14
Patrón 6	6080	5,732	02/11/2021	16/11/2021	14
Patrón 7	6890	6,496	02/11/2021	16/11/2021	14
Patrón 8	6247	5,890	02/11/2021	16/11/2021	14
2% VIRUTA DE ACERO 5	7125	6,718	03/11/2021	17/11/2021	14
2% VIRUTA DE ACERO 6	7647	7,210	03/11/2021	17/11/2021	14
2% VIRUTA DE ACERO 7	7481	7,053	03/11/2021	17/11/2021	14
2% VIRUTA DE ACERO 8	7495	7,066	03/11/2021	17/11/2021	14
4% VIRUTA DE ACERO 5	5810	5,478	03/11/2021	17/11/2021	14
4% VIRUTA DE ACERO 6	5462	5,150	03/11/2021	17/11/2021	14
4% VIRUTA DE ACERO 7	5267	4,966	03/11/2021	17/11/2021	14
4% VIRUTA DE ACERO 8	5374	5,067	03/11/2021	17/11/2021	14
6% VIRUTA DE ACERO 5	4971	4,687	03/11/2021	17/11/2021	14
6% VIRUTA DE ACERO 6	4920	4,639	03/11/2021	17/11/2021	14
6% VIRUTA DE ACERO 7	4976	4,691	03/11/2021	17/11/2021	14
6% VIRUTA DE ACERO 8	4910	4,629	03/11/2021	17/11/2021	14

OBSERVACIONES:

- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización MATESTLAB SAC.
- * Unidades conectadas a través del mortero.

MATESTLAB SAC					
TECNICO LEM Nombre y Firma:  M: _____ A: _____	JEFE LEM Nombre y Firma:  MATESTLAB S.A.C. KELY YANINA TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 183999	COD - LEM Nombre y Firma:  MATESTLAB S.A.C. RUC 2100776572 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL			

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

975232841
922318222

informes@laboratoriomatestlab.com
www.laboratoriomatestlab.com

Figura 63: Resultados de ensayos de compresión diagonal de muretes: patrón, 2%, 4%, 6% de viruta de acero reciclado-página 04.



**CERTIFICADO DE ENSAYO
ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES**

	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Código</td> <td>MTL-2021 - ML</td> </tr> <tr> <td>Revisión</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Aprobado</td> <td>MTL</td> </tr> <tr> <td>Fecha</td> <td>01/12/2021</td> </tr> </table>	Código	MTL-2021 - ML	Revisión	5	Aprobado	MTL	Fecha	01/12/2021																																																																																														
Código	MTL-2021 - ML																																																																																																						
Revisión	5																																																																																																						
Aprobado	MTL																																																																																																						
Fecha	01/12/2021																																																																																																						
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO																																																																																																							
<p>PROYECTO : ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL Y DIAGONAL DE UN MURO DE MAMPOSTERÍA Y MORTERO DE CONCRETO CON AÑADIDO DE 2%, 4% Y 6% DE VIRUTAS DE ACERO RECICLADO. LIMA 2021.</p> <p>SOLICITANTE : FERNANDO ANTONIO CANALES PORTARO</p> <p>UBICACIÓN : Desempleado en las instalaciones de MATESTLAB S.A.C</p> <p>REGISTRO N° : 2021 - 7395</p> <p>Cultura : —</p> <p>Identidad : Muestra de mampostería</p> <p>N° Muestra : —</p> <p style="text-align: right;">Aprobado por: L. Tinoco Elaborado por: D. Castillo Fecha de ensayo: 01/12/2021</p>																																																																																																							
ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES																																																																																																							
<p>A) INFORMACIÓN GENERAL:</p> <p>Materia: Canto rodado de río</p> <p>Fecha de elaboración de murete: 02/11/2021</p> <p>Edad de rotura de murete: 28 días</p> <p>Fecha de ensayo de murete: 01/12/2021</p> <p>Espesor Murete: 1.5 cm</p>																																																																																																							
<p>B) INFORMACIÓN DE MURETES:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Murete</th> <th>Largo (mm)</th> <th>Ancho (mm)</th> <th>Espesor (mm)</th> <th>Carga Máxima (kgf)</th> <th>Descripción de Falla</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Patrón 9</td> <td>600</td> <td>600</td> <td>125</td> <td>10157</td> <td>Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.</td> </tr> <tr> <td>Patrón 10</td> <td>600</td> <td>600</td> <td>125</td> <td>11482</td> <td>Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.</td> </tr> <tr> <td>Patrón 11</td> <td>600</td> <td>600</td> <td>125</td> <td>10367</td> <td>Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.</td> </tr> <tr> <td>Patrón 12</td> <td>600</td> <td>600</td> <td>125</td> <td>10589</td> <td>Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.</td> </tr> <tr> <td>2% VIRUTA DE ACERO 9</td> <td>600</td> <td>600</td> <td>125</td> <td>12471</td> <td>Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.</td> </tr> <tr> <td>2% VIRUTA DE ACERO 10</td> <td>600</td> <td>600</td> <td>125</td> <td>12851</td> <td>Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.</td> </tr> <tr> <td>2% VIRUTA DE ACERO 11</td> <td>600</td> <td>600</td> <td>125</td> <td>12574</td> <td>Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.</td> </tr> <tr> <td>2% VIRUTA DE ACERO 12</td> <td>600</td> <td>600</td> <td>125</td> <td>12957</td> <td>Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.</td> </tr> <tr> <td>4% VIRUTA DE ACERO 9</td> <td>600</td> <td>600</td> <td>125</td> <td>8517</td> <td>Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.</td> </tr> <tr> <td>4% VIRUTA DE ACERO 10</td> <td>600</td> <td>600</td> <td>125</td> <td>8341</td> <td>Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.</td> </tr> <tr> <td>4% VIRUTA DE ACERO 11</td> <td>600</td> <td>600</td> <td>125</td> <td>8248</td> <td>Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.</td> </tr> <tr> <td>4% VIRUTA DE ACERO 12</td> <td>600</td> <td>600</td> <td>125</td> <td>8388</td> <td>Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.</td> </tr> <tr> <td>6% VIRUTA DE ACERO 9</td> <td>600</td> <td>600</td> <td>125</td> <td>7890</td> <td>Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.</td> </tr> <tr> <td>6% VIRUTA DE ACERO 10</td> <td>600</td> <td>600</td> <td>125</td> <td>7950</td> <td>Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.</td> </tr> <tr> <td>6% VIRUTA DE ACERO 11</td> <td>600</td> <td>600</td> <td>125</td> <td>7800</td> <td>Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.</td> </tr> <tr> <td>6% VIRUTA DE ACERO 12</td> <td>600</td> <td>600</td> <td>125</td> <td>7910</td> <td>Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.</td> </tr> </tbody> </table>		Murete	Largo (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Carga Máxima (kgf)	Descripción de Falla	Patrón 9	600	600	125	10157	Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.	Patrón 10	600	600	125	11482	Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.	Patrón 11	600	600	125	10367	Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.	Patrón 12	600	600	125	10589	Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.	2% VIRUTA DE ACERO 9	600	600	125	12471	Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.	2% VIRUTA DE ACERO 10	600	600	125	12851	Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.	2% VIRUTA DE ACERO 11	600	600	125	12574	Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.	2% VIRUTA DE ACERO 12	600	600	125	12957	Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.	4% VIRUTA DE ACERO 9	600	600	125	8517	Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.	4% VIRUTA DE ACERO 10	600	600	125	8341	Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.	4% VIRUTA DE ACERO 11	600	600	125	8248	Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.	4% VIRUTA DE ACERO 12	600	600	125	8388	Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.	6% VIRUTA DE ACERO 9	600	600	125	7890	Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.	6% VIRUTA DE ACERO 10	600	600	125	7950	Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.	6% VIRUTA DE ACERO 11	600	600	125	7800	Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.	6% VIRUTA DE ACERO 12	600	600	125	7910	Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.
Murete	Largo (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Carga Máxima (kgf)	Descripción de Falla																																																																																																		
Patrón 9	600	600	125	10157	Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.																																																																																																		
Patrón 10	600	600	125	11482	Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.																																																																																																		
Patrón 11	600	600	125	10367	Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.																																																																																																		
Patrón 12	600	600	125	10589	Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.																																																																																																		
2% VIRUTA DE ACERO 9	600	600	125	12471	Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.																																																																																																		
2% VIRUTA DE ACERO 10	600	600	125	12851	Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.																																																																																																		
2% VIRUTA DE ACERO 11	600	600	125	12574	Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.																																																																																																		
2% VIRUTA DE ACERO 12	600	600	125	12957	Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.																																																																																																		
4% VIRUTA DE ACERO 9	600	600	125	8517	Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.																																																																																																		
4% VIRUTA DE ACERO 10	600	600	125	8341	Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.																																																																																																		
4% VIRUTA DE ACERO 11	600	600	125	8248	Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.																																																																																																		
4% VIRUTA DE ACERO 12	600	600	125	8388	Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.																																																																																																		
6% VIRUTA DE ACERO 9	600	600	125	7890	Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.																																																																																																		
6% VIRUTA DE ACERO 10	600	600	125	7950	Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.																																																																																																		
6% VIRUTA DE ACERO 11	600	600	125	7800	Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.																																																																																																		
6% VIRUTA DE ACERO 12	600	600	125	7910	Falla en Dirección Aproximadamente Vertical en el cuerpo del murete, cerca a la interfaz canto rodado mortero.																																																																																																		
<p>D) ALCANCES DEL ENSAYO:</p> <ol style="list-style-type: none"> El mortero tiene que rellenar los agujeros de los ladrillos en caso estos sean agujereados. El rellentado se debe realizar en las esquinas opuestas de los muretes, en las zonas donde se le aplicarán las cargas. El rellentado es hecho de cemento y arena, tratando de generar una superficie sin irregularidades. Las deformaciones se registran con dos pares de LVDTs, uno colocado en la diagonal horizontal y otra en la diagonal vertical, en una sola cara del elemento. Se deben ensayar como mínimo 4 muretes. 																																																																																																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; text-align: center;">  MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales </td> <td style="width: 33%; text-align: center;">  MATESTLAB S.A.C. KELY YANINA TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 163599 </td> <td style="width: 33%; text-align: center;">  MATESTLAB S.A.C. RUC 21601738572 NICOLLE CUMBA BARRETO GERENTE GENERAL </td> </tr> </table>		 MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales	 MATESTLAB S.A.C. KELY YANINA TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 163599	 MATESTLAB S.A.C. RUC 21601738572 NICOLLE CUMBA BARRETO GERENTE GENERAL																																																																																																			
 MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales	 MATESTLAB S.A.C. KELY YANINA TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 163599	 MATESTLAB S.A.C. RUC 21601738572 NICOLLE CUMBA BARRETO GERENTE GENERAL																																																																																																					
<p>Jr. Arequipa 3197, Urb. Perú, San Martín de Porres</p> <p>975232841 922318222</p> <p>informes@laboratoriomatestlab.com www.laboratoriomatestlab.com</p>																																																																																																							

Figura 64: Resultados de ensayos de compresión diagonal de muretes: patrón, 2%, 4%, 6% de viruta de acero reciclado-página 05.

	CERTIFICADO DE ENSAYO ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES			Código	MTL-2021 - ML
				Revisión	5
				Aprobado	MTL-2021 - ML
				Fecha	01/12/2021
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO					
PROYECTO : ANALISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL Y DIAGONAL DE UN MURO DE MAMPOSTERIA Y MORTERO DE CONCRETO CON AÑADIDO DE 2%,4% Y 6% DE VIRUTAS DE ACERO RECICLADO. LIMA 2021.					
SOLICITANTE : FERNANDO ANTONIO CANALES PORTARO					
UBICACIÓN : Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC					
EXPEDIENTE N° : 2021 - TS95					
Camara : ---					
Material : Murete de mamposteria					
N° Muestra : ---					
Aprobado por: R. Tinoco Ensayado por: D. Castillo Fecha de ensayo: 01/12/2021					
ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES					
A) RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL EN LOS MURETES:					
Murete	Carga Máxima (kgf)	Vm (kgf/cm ²)	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)
Patrón 9	10157	9,576	02/11/2021	30/11/2021	28
Patrón 10	11482	10,825	02/11/2021	30/11/2021	28
Patrón 11	10367	9,774	02/11/2021	30/11/2021	28
Patrón 12	10589	9,983	02/11/2021	30/11/2021	28
2% VIRUTA DE ACERO 9	12471	11,758	03/11/2021	01/12/2021	28
2% VIRUTA DE ACERO 10	12851	12,116	03/11/2021	01/12/2021	28
2% VIRUTA DE ACERO 11	12674	11,949	03/11/2021	01/12/2021	28
2% VIRUTA DE ACERO 12	12957	12,216	03/11/2021	01/12/2021	28
4% VIRUTA DE ACERO 9	8517	8,030	03/11/2021	01/12/2021	28
4% VIRUTA DE ACERO 10	8341	7,864	03/11/2021	01/12/2021	28
4% VIRUTA DE ACERO 11	8246	7,774	03/11/2021	01/12/2021	28
4% VIRUTA DE ACERO 12	8388	7,908	03/11/2021	01/12/2021	28
6% VIRUTA DE ACERO 9	7890	7,439	03/11/2021	01/12/2021	28
6% VIRUTA DE ACERO 10	7950	7,495	03/11/2021	01/12/2021	28
6% VIRUTA DE ACERO 11	7800	7,364	03/11/2021	01/12/2021	28
6% VIRUTA DE ACERO 12	7910	7,458	03/11/2021	01/12/2021	28
OBSERVACIONES: <ul style="list-style-type: none"> Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización MATESTLAB SAC. Unidades conectadas a través del mortero. 					
MATESTLAB S.A.C.					
TECNICO LEM Nombre y Firma:  MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales		JEFE LEM Nombre y Firma:  MATESTLAB S.A.C. KELY YANINA TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 183999		CCO - LEM Nombre y Firma:  MATESTLAB S.A.C. RUC 2004798572 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL	
<hr/>					
 Jr. Arequipa 3197, Urb. Perú, San Martín de Porres		 975232841 922318222		 informes@laboratoriomatestlab.com www.laboratoriomatestlab.com	

Figura 65: Resultados de ensayos de compresión diagonal de muretes: patrón, 2%, 4%, 6% de viruta de acero reciclado-página 06.

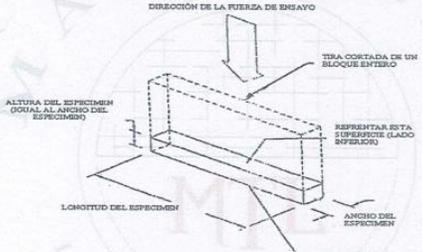
	INFORME	Código	MTL-010
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS DE ALBAÑILERÍA	Versión	01
		Fecha	10-11-2021
		Página	1 de 1

PROYECTO : ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL Y DIAGONAL DE UN MURO DE MAMPOSTERÍA Y MORTERO DE CONCRETO CON AÑADIDO DE 2%, 4% Y 6% DE VIRUTAS DE ACERO RECICLADO. LIMA 2021.	REGISTRO N°: 2021-TS-95
SOLICITANTE : FERNANDO ANTONIO CANALES PORTARO	REALIZADO POR: Solicitante
CÓDIGO DE PROYECTO : ---	REVISADO POR: J. Cueto
UBICACIÓN DE PROYECTO : INSTALACIONES DEL LABORATORIO MATESTLAB SAC	FECHA DE ENSAYO: 10/11/2021
FECHA DE EMISIÓN : 10/11/21	TURNO: Diurno

Tipo de muestra : Mampostería Presentación : Murete Resistencia de diseño (F_m) : 210 kg/cm ²

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
ASTM C140 / NTP 399.604**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	ANCHO (cm)	LONGITUD (cm)	ALTURA (cm)	h/t ^A	Factor de Corrección	FUERZA MÁXIMA (kg)	ÁREA BRUTA (cm ²)	ESFUERZO F _m	% F _c
PATRÓN 1	02/11/2021	09/11/2021	7	12,50	60,00	60,00	4,80	3,92	22580	750,0	118 kg/cm ²	56,2%
PATRÓN 2	02/11/2021	09/11/2021	7	12,50	60,00	60,00	4,80	3,92	22450	750,0	117 kg/cm ²	55,8%
PATRÓN 3	02/11/2021	09/11/2021	7	12,50	60,00	60,00	4,80	3,92	23014	750,0	120 kg/cm ²	57,2%
2% VIRUTA DE ACERO 1	03/11/2021	10/11/2021	7	12,50	60,00	60,00	4,80	3,92	26780	750,0	140 kg/cm ²	66,6%
2% VIRUTA DE ACERO 2	03/11/2021	10/11/2021	7	12,50	60,00	60,00	4,80	3,92	26710	750,0	139 kg/cm ²	66,4%
2% VIRUTA DE ACERO 3	03/11/2021	10/11/2021	7	12,50	60,00	60,00	4,80	3,92	26879	750,0	140 kg/cm ²	66,8%
4% VIRUTA DE ACERO 1	03/11/2021	10/11/2021	7	12,50	60,00	60,00	4,80	3,92	20147	750,0	105 kg/cm ²	50,1%
4% VIRUTA DE ACERO 2	03/11/2021	10/11/2021	7	12,50	60,00	60,00	4,80	3,92	20789	750,0	109 kg/cm ²	51,7%
4% VIRUTA DE ACERO 3	03/11/2021	10/11/2021	7	12,50	60,00	60,00	4,80	3,92	20487	750,0	107 kg/cm ²	50,9%
6% VIRUTA DE ACERO 1	03/11/2021	10/11/2021	7	12,50	60,00	60,00	4,80	3,92	19780	750,0	103 kg/cm ²	49,2%
6% VIRUTA DE ACERO 2	03/11/2021	10/11/2021	7	12,50	60,00	60,00	4,80	3,92	18457	750,0	96 kg/cm ²	45,9%
6% VIRUTA DE ACERO 3	03/11/2021	10/11/2021	7	12,50	60,00	60,00	4,80	3,92	18439	750,0	96 kg/cm ²	45,9%

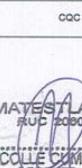


h/t ^A	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
Factor de corrección	0,85	0,88	0,90	0,92	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	1,00

^A h/t = relación de altura del espécimen a la menor dimensión lateral medida.

OBSERVACIONES:

- * Muestras realizadas en el laboratorio de MATESTLAB SAC
- * Los insumos para la elaboración de los bloques fueron provistos por el solicitante y ensayados en el laboratorio de MATESTLAB SAC
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de MATESTLAB SAC

MATESTLAB SAC		
TECNICO LEM Nombre y firma: 	JEFE LEM Nombre y firma: 	CQC - LEM Nombre y firma: 
		


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


975232841
922318222


informes@laboratoriomatestlab.com
www.laboratoriomatestlab.com

Figura 66: Resultados de ensayos de compresión axial de muretes: patrón, 2%, 4%, 6% de viruta de acero reciclado-página 01.

	INFORME		Código	MTL-010
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS DE ALBAÑILERÍA		Versión	01
			Fecha	17-11-2021
			Página	1 de 1

PROYECTO : ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL Y DIAGONAL DE UN MURO DE MAMPOSTERÍA Y MORTERO DE CONCRETO CON AÑADIDO DE 2%, 4% Y 6% DE VIRUTAS DE ACERO RECICLADO. LIMA 2021. REGISTRO N°: 2021-TS-95

SOLICITANTE : FERNANDO ANTONIO CANALES PORTARO REALIZADO POR: Solicitante

CÓDIGO DE PROYECTO : --- REVISADO POR: J. Cueto

UBICACIÓN DE PROYECTO : INSTALACIONES DEL LABORATORIO MATESTLAB SAC FECHA DE ENSAYO: 17/11/2021

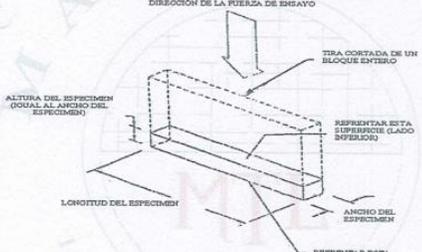
FECHA DE EMISIÓN : 17/11/21 TURNO: Diurno

Tipo de muestra : Mampostería
 Presentación : Murete
 Resistencia de diseño (F_m) : 210 kg/cm²

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
ASTM C140 / NTP 399.604**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	ANCHO (cm)	LONGITUD (cm)	ALTURA (cm)	h/t ^A	Factor de Corrección	FUERZA MÁXIMA (kg)	ÁREA BRUTA (cm ²)	ESFUERZO F _m	% F _c
PATRON 4	02/11/2021	16/11/2021	14	12,50	60,00	60,00	4,80	3,92	31580	750,0	165 kg/cm ²	78,5%
PATRON 5	02/11/2021	16/11/2021	14	12,50	60,00	60,00	4,80	3,92	31482	750,0	164 kg/cm ²	78,3%
PATRON 6	02/11/2021	16/11/2021	14	12,50	60,00	60,00	4,80	3,92	31790	750,0	166 kg/cm ²	79,1%
2% VIRUTA DE ACERO 4	03/11/2021	17/11/2021	14	12,50	60,00	60,00	4,80	3,92	33584	750,0	175 kg/cm ²	83,5%
2% VIRUTA DE ACERO 5	03/11/2021	17/11/2021	14	12,50	60,00	60,00	4,80	3,92	33781	750,0	176 kg/cm ²	84,0%
2% VIRUTA DE ACERO 6	03/11/2021	17/11/2021	14	12,50	60,00	60,00	4,80	3,92	33980	750,0	177 kg/cm ²	84,5%
4% VIRUTA DE ACERO 4	03/11/2021	17/11/2021	14	12,50	60,00	60,00	4,80	3,92	28970	750,0	151 kg/cm ²	72,0%
4% VIRUTA DE ACERO 5	03/11/2021	17/11/2021	14	12,50	60,00	60,00	4,80	3,92	28718	750,0	150 kg/cm ²	71,4%
4% VIRUTA DE ACERO 6	03/11/2021	17/11/2021	14	12,50	60,00	60,00	4,80	3,92	28310	750,0	148 kg/cm ²	70,4%
6% VIRUTA DE ACERO 4	03/11/2021	17/11/2021	14	12,50	60,00	60,00	4,80	3,92	26780	750,0	140 kg/cm ²	66,6%
6% VIRUTA DE ACERO 5	03/11/2021	17/11/2021	14	12,50	60,00	60,00	4,80	3,92	26140	750,0	137 kg/cm ²	65,0%
6% VIRUTA DE ACERO 6	03/11/2021	17/11/2021	14	12,50	60,00	60,00	4,80	3,92	26500	750,0	138 kg/cm ²	65,6%

DIRECCIÓN DE LA FUERZA DE ENSAYO



h/t ^A	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
Factor de corrección	0,85	0,88	0,90	0,92	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	1,00

^A h/t = relación de altura del espécimen a la menor dimensión lateral medida.

OBSERVACIONES:

- * Muestras realizadas en el laboratorio de MATESTLAB SAC
- * Los insumos para la elaboración de los bloques fueron provistos por el solicitante y ensayados en el laboratorio de MATESTLAB SAC
- * Prohíbe la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de MATESTLAB SAC

MATESTLAB SAC

<p style="text-align: center;">TECNICO LEM</p> <p>Nombre y firma:</p> 	<p style="text-align: center;">JEFE LEM</p> <p>Nombre y firma:</p>  <p style="text-align: center;">MATESTLAB S.A.C. KELY YANINA TINOCCO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 183999</p>	<p style="text-align: center;">OJC - LEM</p> <p>Nombre y firma:</p>  <p style="text-align: center;">MATESTLAB S.A.C. RUC 20204738572 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL</p>
---	---	---

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

975232841
922318222

informes@laboratoriomatestlab.com
www.laboratoriomatestlab.com

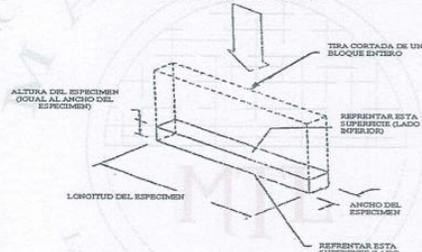
Figura 67: Resultados de ensayos de compresión axial de muretes: patrón, 2%, 4%, 6% de viruta de acero reciclado-página 02.

INFORME		Código	MTL-010
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS DE ALBAÑILERÍA		Versión	01
		Fecha	01-12-2021
		Página	1 de 1
PROYECTO	: ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL Y DIAGONAL DE UN MURO DE MAMPOSTERÍA Y MORTERO DE CONCRETO CON AÑADIDO DE 2%, 4% Y 6% DE VIRUTAS DE ACERO RECICLADO. LIMA 2021.	REGISTRO N°:	2021-TS-95
SOLICITANTE	: FERNANDO ANTONIO CANALES PORTARO	REALIZADO POR:	Solicitante
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	REVISADO POR:	J. Cueto
UBICACIÓN DE PROYECTO	: INSTALACIONES DEL LABORATORIO MATESTLAB SAC	FECHA DE ENSAYO:	01/12/2021
FECHA DE EMISIÓN	: 01/12/21	TURNOS:	Diurno
Tipo de muestra	: Mampostería		
Presentación	: Murete		
Resistencia de diseño (F _m)	: 210 kg/cm ²		

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
ASTM C140 / NTP 399.604**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	ANCHO (cm)	LONGITUD (cm)	ALTURA (cm)	h/t ^A	Factor de Corrección	FUERZA MÁXIMA (kg)	ÁREA BRUTA (cm ²)	ESFUERZO F _m	% F _c
PATRON 7	02/11/2021	30/11/2021	28	12,50	60,00	60,00	4,80	3,92	42560	750,0	222 kg/cm ²	105,9%
PATRON 8	02/11/2021	30/11/2021	28	12,50	60,00	60,00	4,80	3,92	42980	750,0	224 kg/cm ²	105,9%
PATRON 9	02/11/2021	30/11/2021	28	12,50	60,00	60,00	4,80	3,92	43015	750,0	225 kg/cm ²	107,0%
2% VIRUTA DE ACERO 7	03/11/2021	01/12/2021	28	12,50	60,00	60,00	4,80	3,92	46850	750,0	245 kg/cm ²	116,6%
2% VIRUTA DE ACERO 8	03/11/2021	01/12/2021	28	12,50	60,00	60,00	4,80	3,92	46890	750,0	245 kg/cm ²	116,6%
2% VIRUTA DE ACERO 9	03/11/2021	01/12/2021	28	12,50	60,00	60,00	4,80	3,92	46990	750,0	245 kg/cm ²	116,6%
4% VIRUTA DE ACERO 7	03/11/2021	01/12/2021	28	12,50	60,00	60,00	4,80	3,92	38500	750,0	201 kg/cm ²	95,7%
4% VIRUTA DE ACERO 8	03/11/2021	01/12/2021	28	12,50	60,00	60,00	4,80	3,92	38650	750,0	202 kg/cm ²	96,1%
4% VIRUTA DE ACERO 9	03/11/2021	01/12/2021	28	12,50	60,00	60,00	4,80	3,92	38760	750,0	202 kg/cm ²	96,4%
6% VIRUTA DE ACERO 7	03/11/2021	01/12/2021	28	12,50	60,00	60,00	4,80	3,92	37890	750,0	198 kg/cm ²	94,2%
6% VIRUTA DE ACERO 8	03/11/2021	01/12/2021	28	12,50	60,00	60,00	4,80	3,92	37989	750,0	198 kg/cm ²	94,5%
6% VIRUTA DE ACERO 9	03/11/2021	01/12/2021	28	12,50	60,00	60,00	4,80	3,92	36897	750,0	193 kg/cm ²	91,6%

DIRECCIÓN DE LA FUERZA DE ENSAYO



h/t ^A	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
Factor de corrección	0,85	0,88	0,90	0,92	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	1,00

^A h/t = relación de altura del espécimen a la menor dimensión lateral medida.

OBSERVACIONES:

- * Muestras realizadas en el laboratorio de MATESTLAB SAC
- * Los insumos para la elaboración de los bloques fueron provistos por el solicitante y ensayados en el laboratorio de MATESTLAB SAC
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de MATESTLAB SAC

MATESTLAB SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:
 MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales	MATESTLAB S.A.C. KELY YANINA PINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 183999	MATESTLAB S.A.C. RUC 2081786572 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL

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

Figura 68: Resultados de ensayos de compresión axial de muretes: patrón, 2%, 4%, 6% de viruta de acero reciclado-página 03.

Anexo 4: Certificados de laboratorio



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 345 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : T 271-2021
Fecha de emisión : 2021-07-12

1. Solicitante : MATESTLAB S.A.C.
Dirección : MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL
2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

2. Descripción del Equipo : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAxIAL

Marca de Prensa : FORNEY
Capacidad de Prensa : 100 t

Marca de indicador : FORNEY
Modelo de Indicador : TA-1252
Serie de Indicador : NO INDICA

Marca de Transductor : FORNEY
Modelo de Transductor : NO INDICA
Serie de Transductor : 10450112

Bomba Hidráulica : ELÉCTRICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicado ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración
LABORATORIO DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
10 - JULIO - 2021

4. Método de Calibración
La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	AEP TRANSDUCERS	INF-LE 106-2021	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
INDICADOR	AEP TRANSDUCERS		

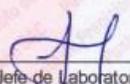
6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	20,8	20,6
Humedad %	76	76

7. Resultados de la Medición
Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones
Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.




 Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620
 www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
 PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Figura 69: Certificado de calibración de prensa hidráulica-página 01

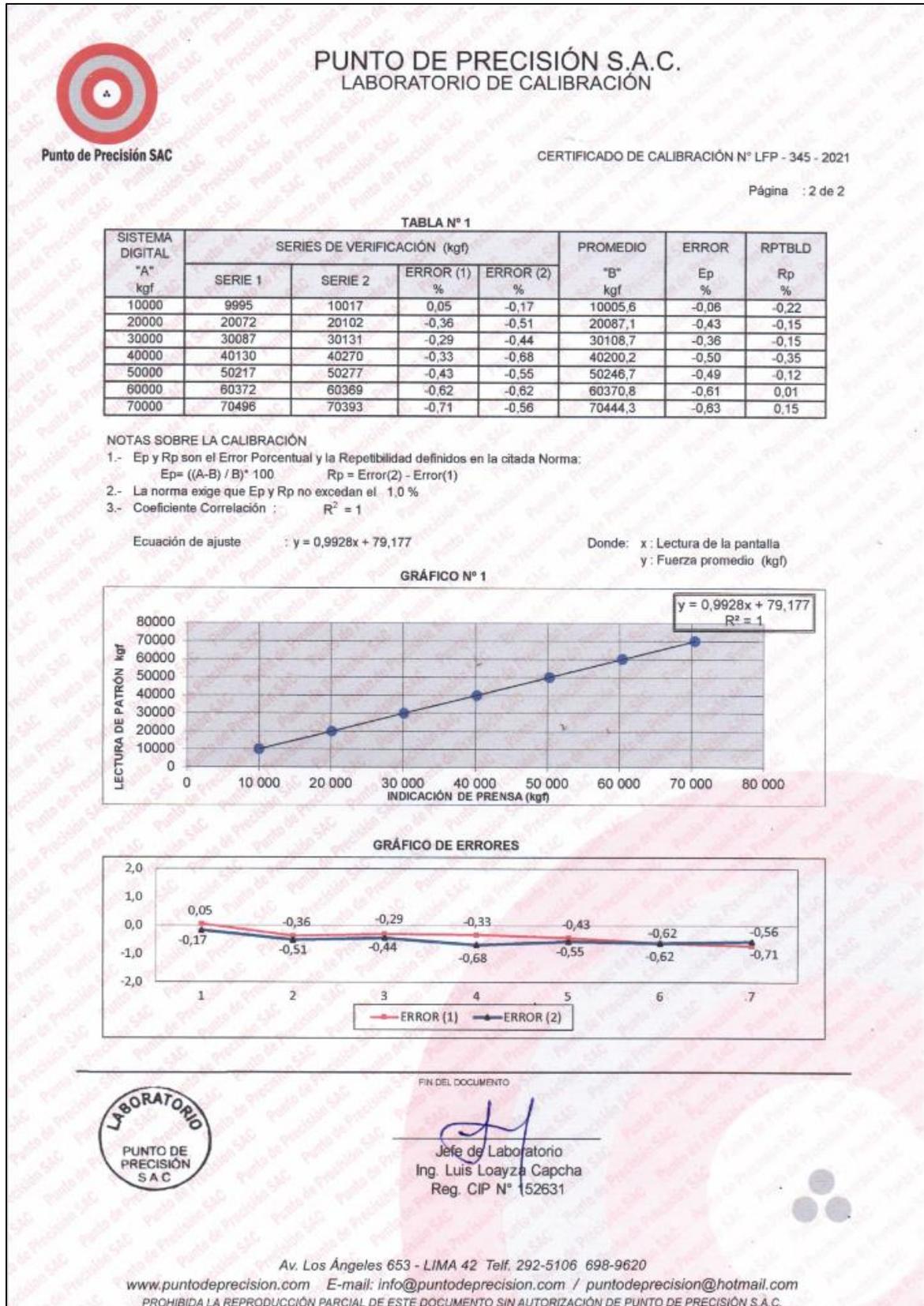


Figura 70: Certificado de calibración de prensa hidráulica-página 02



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LV - 080 - 2021

Punto de Precisión SAC
Expediente : 131 - 2021
Fecha de Emisión : 2021-09-30 Página : 1 de 1

1. **Solicitante** : MATESTLAB S.A.C.
Dirección : MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES

2. **Instrumento de Medición** : MATRAZ DE UN SOLO TRAZO

Capacidad Nominal	: 500 mL	Marca	: NO INDICA
Tipo	: IN	Modelo	: NO INDICA
Material	: VIDRIO	Serie	: NO INDICA
Clase de Exactitud	: A	Procedencia	: NO INDICA
Temperatura de Referencia	: 20 °C	Código de Identificación	: NO INDICA

3. **Lugar y fecha de Calibración**
Laboratorio de Punto de Precisión S.A.C.
29 de Setiembre de 2020

4. **Método de Calibración**
Determinación del volumen contenido por el método gravimétrico, según la PC-015 4ta edición. Procedimiento para la calibración de material volumétrico de vidrio del INACAL - DM.

5. **Patrones de Referencia**
Los resultados obtenidos tienen trazabilidad a los patrones Nacionales de la INACAL - DM.
 Balanza con Certificado de Calibración : LM-002-2020
 Termómetro con Certificado de Calibración : LT-270-2019
 Termohigrómetro con Certificado de Calibración : T-2228-2019

6. **Condiciones Ambientales**

Temperatura	21,3 °C
Humedad Relativa	67,8 %
Presión Atmosférica	997 mbar

7. **Resultados**

Valor Nominal (mL)	Volumen Contenido (mL)	Desviación (mL)	Incertidumbre (mL)
500	500,23	0,23	0,13

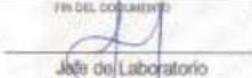
8. **Incertidumbre**
La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la expresión de la incertidumbre en la Medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

9. **Observaciones y Notas**
El error máximo permitido (emp) para matraz de un solo trazo de capacidad nominal de 500 mL de clase de exactitud A según fabricante es $\pm 0,250$ mL.

* Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva calibración, la cual está en función de su uso, conservación y mantenimiento del instrumento o equipo de medición.
 ** El presente documento es válido sólo en su papel original, a condición que se muestre en su totalidad y no en forma parcial o fragmentada, no pudiendo extenderse la conclusión a otras unidades.



FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 696-9620
 www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
 PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Figura 71: Certificado de calibración de matraz de un solo trazo



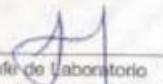
PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT - 369 - 2021

Página : 1 de 4

Expediente	: 131-2021										
Fecha de emisión	: 2021-09-25										
1. Solicitante	: MATESTLAB S.A.C.										
Dirección	: MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA	El instrumento de medición con el modelo y número de serie abajo indicados ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.									
2. Instrumento de Medición	: ESTUFA	Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.									
Indicación	: DIGITAL										
Marca del Equipo	: PERUTEST										
Modelo del Equipo	: PT-H136										
Serie del Equipo	: 0120										
Capacidad del Equipo	: 134 L										
Código de Identificación	: NO INDICA										
Marca de indicador	: AUTOCOMP	Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.									
Modelo de indicador	: TCD										
Serie de indicador	: NO INDICA										
Temperatura calibrada	: 110 °C										
3. Lugar y fecha de Calibración	MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA 24 - SEPTIEMBRE - 2020										
4. Método de Calibración	La calibración se efectuó según el procedimiento de calibración PC-018 del Servicio Nacional de Metrología del INACAL - DM.										
5. Trazabilidad	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>INSTRUMENTO</th> <th>MARCA</th> <th>CERTIFICADO</th> <th>TRAZABILIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>TERMOMETRO DIGITAL</td> <td>APPLENT</td> <td>150-CT-T-2020</td> <td>INACAL - DM</td> </tr> </tbody> </table>	INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD	TERMOMETRO DIGITAL	APPLENT	150-CT-T-2020	INACAL - DM		
INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD								
TERMOMETRO DIGITAL	APPLENT	150-CT-T-2020	INACAL - DM								
6. Condiciones Ambientales	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>INICIAL</th> <th>FINAL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Temperatura °C</td> <td>21,3</td> <td>21,4</td> </tr> <tr> <td>Humedad %</td> <td>65</td> <td>65</td> </tr> </tbody> </table>		INICIAL	FINAL	Temperatura °C	21,3	21,4	Humedad %	65	65	
	INICIAL	FINAL									
Temperatura °C	21,3	21,4									
Humedad %	65	65									
7. Conclusiones	La estufa se encuentra fuera de los rangos 110 °C ± 5 °C para la realización de los ensayos de laboratorio según la norma ASTM.										
8. Observaciones	Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.										





Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Figura 72: Certificado de calibración de estufa-página 01



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT - 369 - 2021

Página : 2 de 4

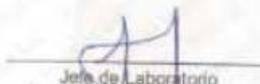
CALIBRACIÓN PARA 110 °C

Tiempo (min.)	Ind. (°C) Temperatura del equipo	TEMPERATURA EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T. prom. (°C)	ΔTMax. - TMin. (°C)
		NIVEL INFERIOR					NIVEL SUPERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0	110	108,9	109,1	113,7	108,3	118,8	109,4	107,1	106,7	110,2	111,6	110,4	12,1
2	110	108,6	109,6	113,2	108,5	118,6	109,6	107,5	106,6	110,2	111,2	110,4	12,0
4	109	108,5	109,3	113,2	108,6	118,5	109,3	107,2	106,5	110,3	111,3	110,3	12,0
6	110	108,2	109,2	113,3	108,5	118,3	109,2	107,4	106,3	110,2	111,2	110,2	12,0
8	110	108,2	109,0	113,0	108,3	118,5	109,3	107,2	106,2	110,3	111,3	110,1	12,3
10	109	108,4	109,0	113,0	108,2	118,4	109,2	107,3	106,3	110,2	111,3	110,1	12,1
12	110	108,2	109,5	113,2	108,3	118,0	109,5	107,5	106,2	110,3	111,3	110,2	11,8
14	110	108,3	109,3	113,2	108,2	118,0	109,3	107,2	106,3	110,2	111,3	110,1	11,7
16	110	108,5	109,6	113,2	108,0	118,0	109,6	107,0	106,5	110,3	111,2	110,2	11,5
18	109	108,6	109,1	113,2	108,0	118,2	109,5	107,0	106,3	110,3	111,4	110,2	11,9
20	110	108,5	109,2	113,1	109,3	118,0	109,6	107,5	106,2	110,6	111,2	110,2	11,8
22	110	108,3	109,3	113,0	108,2	118,2	109,2	107,2	106,5	110,3	111,5	110,2	11,7
24	110	108,3	109,5	113,3	108,5	118,0	109,6	107,3	106,0	110,2	111,2	110,2	12,0
26	109	108,0	109,6	113,2	108,6	118,0	109,2	107,4	106,0	110,3	111,1	110,1	12,0
28	110	108,6	109,6	113,4	108,4	118,2	109,3	107,5	106,4	110,0	111,3	110,3	11,8
30	109	108,2	109,3	113,6	108,6	118,4	109,3	107,6	106,3	110,3	111,3	110,3	12,1
32	110	108,3	109,2	113,2	108,5	118,3	109,6	107,5	106,2	110,3	111,3	110,2	12,1
34	110	108,4	109,6	113,3	108,5	118,2	109,5	107,2	106,2	110,3	111,3	110,3	12,0
36	109	108,2	109,5	113,2	108,2	118,5	109,6	107,2	106,3	110,5	111,3	110,3	12,2
38	110	108,5	109,6	113,3	109,3	118,5	109,5	107,3	106,5	110,3	111,6	110,3	12,0
40	109	108,3	109,2	113,2	108,2	118,6	109,6	107,2	106,2	110,6	111,3	110,2	12,4
42	110	108,4	109,5	113,0	108,2	118,2	109,5	107,4	106,3	110,3	111,0	110,2	11,9
44	109	108,7	109,6	113,0	108,5	118,0	109,6	107,2	106,2	110,2	111,0	110,2	11,8
46	110	108,6	109,3	113,2	108,3	118,0	109,6	107,5	106,5	110,1	111,1	110,2	11,7
48	110	108,6	109,2	113,3	108,0	118,5	109,5	107,4	106,2	110,1	111,2	110,2	12,3
50	110	108,6	109,6	113,2	108,4	118,3	109,6	107,8	106,5	110,3	111,3	110,3	11,8
52	109	108,5	109,2	113,6	108,6	118,4	109,4	107,2	106,3	110,3	111,2	110,3	12,1
54	110	108,2	109,4	113,2	108,5	118,2	109,0	107,3	106,2	110,2	111,3	110,2	12,0
56	110	108,3	109,6	113,5	108,6	118,5	109,0	107,4	106,3	110,5	111,2	110,3	12,2
58	109	108,5	109,5	113,6	108,5	118,5	109,0	107,2	106,5	110,3	111,3	110,4	12,0
60	110	108,0	109,5	113,2	108,6	118,2	109,6	107,5	106,6	110,3	111,2	110,3	11,6
T. PROM		109,7	108,4	109,4	113,3	108,4	118,3	109,4	107,3	106,3	110,3	111,3	110,2
T. MAX		110,0	108,9	109,6	113,7	108,8	118,8	109,6	107,6	106,7	110,6	111,6	
T. MIN		109,0	108,0	109,0	113,0	108,0	118,0	109,0	107,0	106,0	110,0	111,0	
DTT		1,0	0,9	0,6	0,7	0,8	0,8	0,6	0,6	0,7	0,6	0,6	

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	118,8	0,4
Mínima Temperatura Medida	106,0	0,5
Desviación de Temperatura en el Tiempo	0,9	0,2
Desviación de Temperatura en el Espacio	12,0	0,3
Estabilidad Media (s)	0,45	0,02
Uniformidad Media	12,8	0,1

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT esta dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.
Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" esta dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.
La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k =2 que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95 %.





Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 696-9620
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Figura 73: Certificado de calibración de estufa-página 02

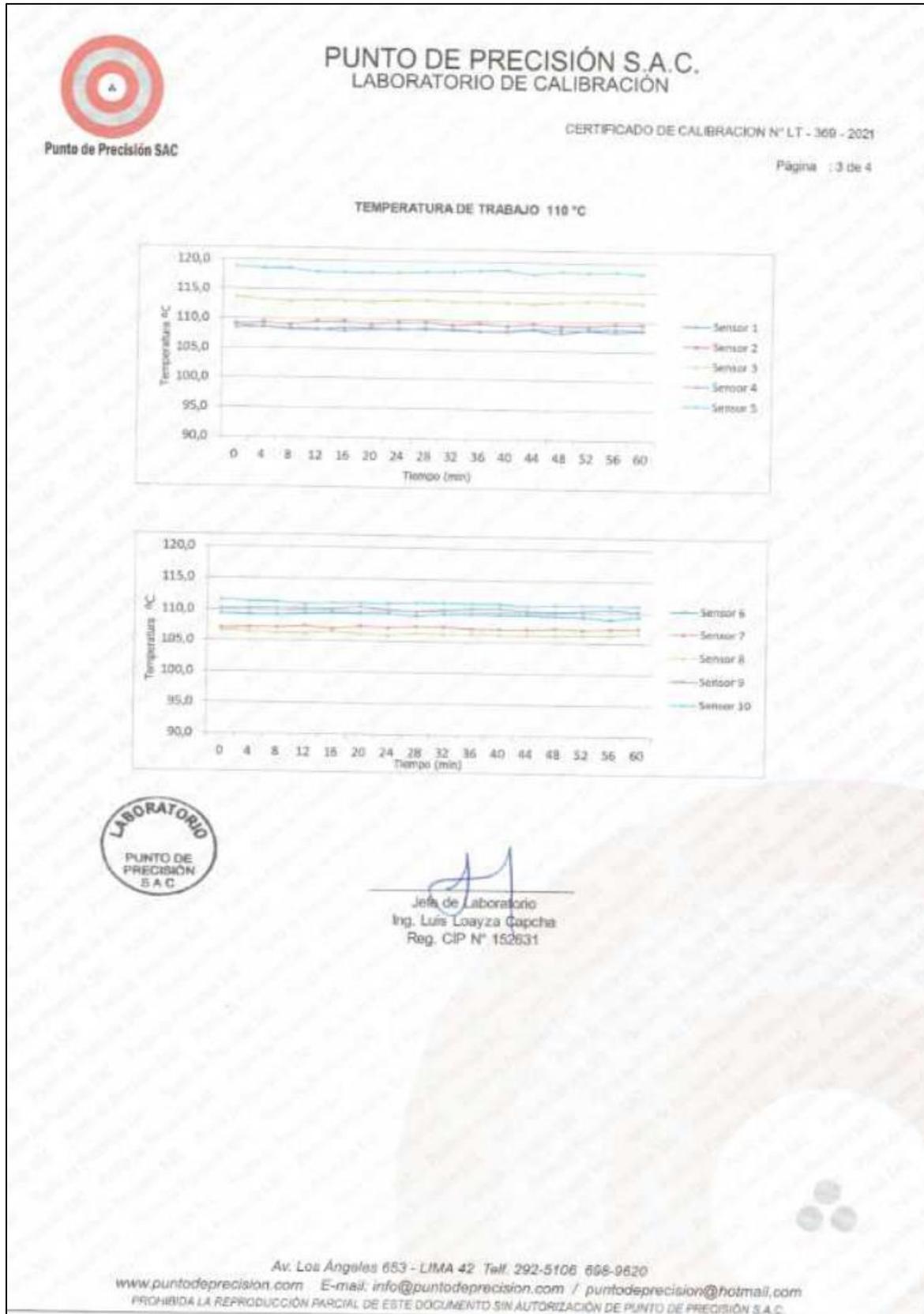


Figura 74: Certificado de calibración de estufa-página 03

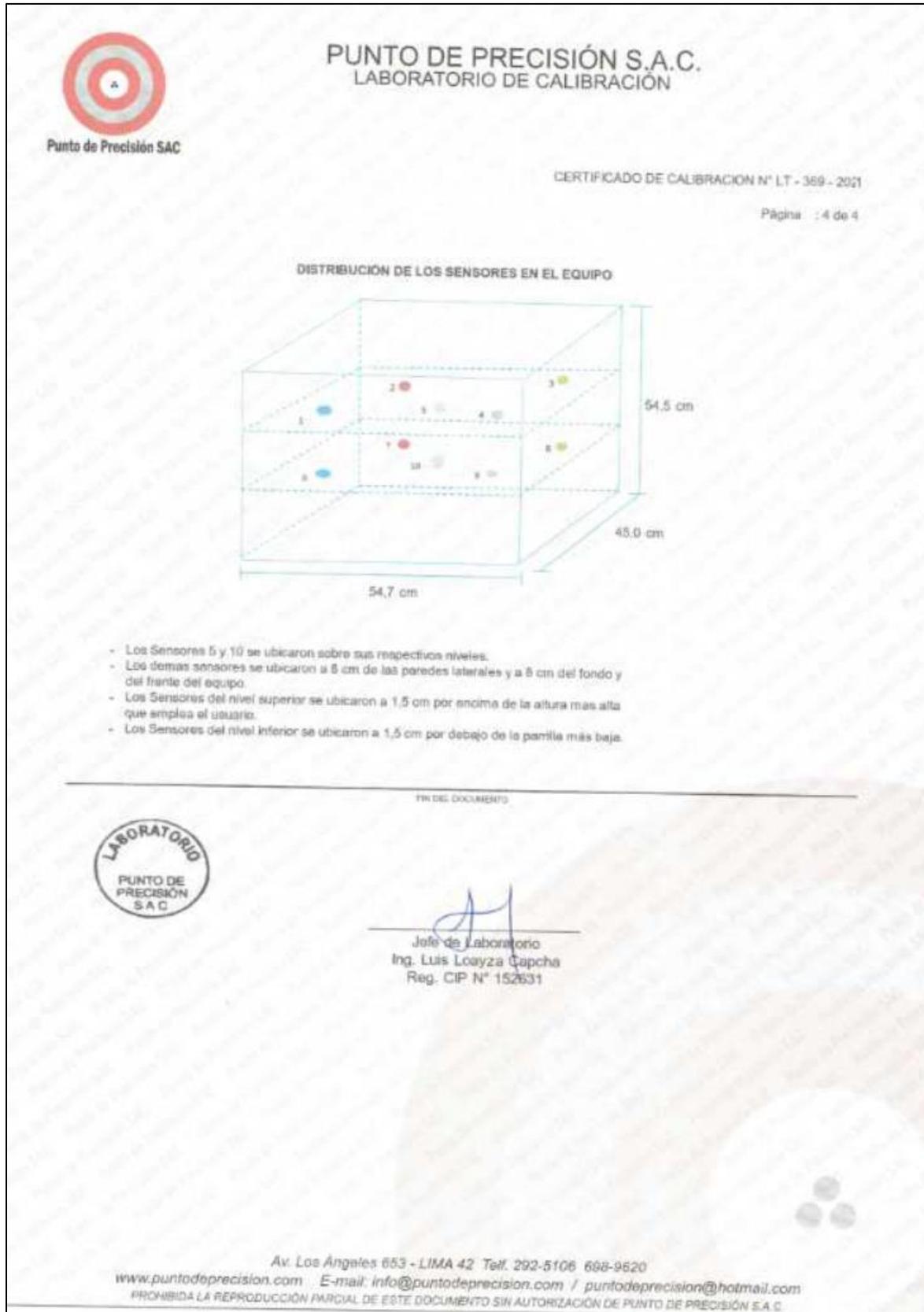


Figura 75: Certificado de calibración de estufa-página 04



**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033**



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-415-2021

Página: 1 de 3

Expediente	: 131-2021	<p>La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.</p>
Fecha de Emisión	: 2021-09-29	
1. Solicitante	: MATESTLAB S.A.C.	<p>Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.</p> <p>Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.</p> <p>PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p>
Dirección	: MZA, A LOTE 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA	
2. Instrumento de Medición	: BALANZA	
Marca	: OHAUS	
Modelo	: R21PE30ZH	
Número de Serie	: B847537449	
Alcance de Indicación	: 30 000 g	
División de Escala de Verificación (e)	: 1 g	
División de Escala Real (d)	: 1 g	
Procedencia	: NO INDICA	
Identificación	: LS-07	
Tipo	: ELECTRÓNICA	
Ubicación	: LABORATORIO	
Fecha de Calibración	: 2021-09-22	
3. Método de Calibración	<p>La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.</p>	
4. Lugar de Calibración	<p>LABORATORIO de MATESTLAB S.A.C. MZA, A LOTE 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA</p>	



PT-06.F00 / Diciembre 2010 / Rev 02



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42. Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Figura 77: Certificado de calibración de balanza-página 02



**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033**

Punto de Precisión SAC



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Metrología
Acreditado

Registro #121-033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-415-2021

Página 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Minima	Máxima
Temperatura	21,4	21,5
Humedad Relativa	58,3	58,3

6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE20-C0772-2020
	Pesa (exactitud F1)	CCP-0340-007-2020
	Pesa (exactitud F1)	CCP-0340-006-2020
	Pesa (exactitud F2)	LM-114-2019
	Pesa (exactitud F2)	LM-115-2019
	Pesa (exactitud F2)	LM-116-2019

7. Observaciones

(*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 30 000 g
Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 29 994 g para una carga de 30 000 g
El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.
Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.
Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".
Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TENE	ESCALA	NO TENE
DISLOCACIÓN LIBRE	TENE	CURSOR	NO TENE
PLATAFORMA	TENE	DISC. DE TRABAJO	NO TENE
INCLINACIÓN	TENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición	Carga L1*	Inicial		Final		
		Temp. (°C)				
		21,4		21,4		
№	1 (g)	ΔL (g)	E (g)	1 (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15 000	0,4	0,0	30 000	0,7	-0,3
2	15 000	0,6	-0,2	30 000	0,6	-0,2
3	15 000	0,5	-0,1	30 000	0,5	-0,1
4	15 000	0,8	-0,4	30 000	0,8	-0,4
5	15 000	0,6	-0,2	30 000	0,8	-0,4
6	15 000	0,6	-0,2	30 000	0,6	-0,2
7	15 001	0,6	0,6	30 000	0,9	-0,5
8	15 000	0,9	-0,5	30 001	0,4	1,0
9	15 000	0,7	-0,3	30 000	0,9	-0,4
10	15 000	0,5	-0,1	30 000	0,5	-0,1
Diferencia Máxima			1,1	1,5		
Error máximo permitido ±			2 g	3 g		



LABORATORIO
PUNTO DE
PRECISIÓN
S.A.C.

PT-06.F00 / Diciembre 2010 / Rev 02



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42. Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Figura 78: Certificado de calibración de balanza-página 03

Anexo 5: Juicio de expertos.

FORMATO PARA ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES

A) INFORMACIÓN GENERAL:

Material:
Fecha de elaboración de murete: _____
Edad de roturas de murete: _____
Fecha de ensayo de murete: _____
Espesor Mortero: _____

B) INFORMACIÓN DE MURETES:

Murete	Largo (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Carga Máxima (kgf)	Descripción de Falla
Patrón 1	600	600	125		
Patrón 2	600	600	125		
Patrón 3	600	600	125		
Patrón 4	600	600	125		
2% VIRUTA DE ACERO 1	600	600	125		
2% VIRUTA DE ACERO 2	600	600	125		
2% VIRUTA DE ACERO 3	600	600	125		
2% VIRUTA DE ACERO 4	600	600	125		
4% VIRUTA DE ACERO 1	600	600	125		
4% VIRUTA DE ACERO 2	600	600	125		
4% VIRUTA DE ACERO 3	600	600	125		
4% VIRUTA DE ACERO 4	600	600	125		
6% VIRUTA DE ACERO 1	600	600	125		
6% VIRUTA DE ACERO 2	600	600	125		
6% VIRUTA DE ACERO 3	600	600	125		
6% VIRUTA DE ACERO 4	600	600	125		

Conformidad: CONFORME NO CONFORME

Observaciones: _____

Firma y sello del validador: 
 MIGUEL ANDRÉS GONZALES JANAMPA
Ingeniero Civil
CIP N° 289168

Nombres y Apellidos : MIGUEL ANDRÉS GONZALES JANAMPA

Figura 79: Formato validado por ingeniero colegiado 1 para ensayos de compresión diagonal de muretes: patrón, 2%, 4%, 6% de viruta de acero reciclado.

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS DE ALBAÑILERÍA

PROYECTO : _____
 SOLICITANTE : _____
 CÓDIGO DE PROYECTO : _____
 UBICACIÓN DE PROYECTO : _____
 FECHA DE EMISIÓN : _____
 Tipo de muestra : _____
 Presentación : _____
 Resistencia de diseño (F_m) : _____

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
ASTM C140 / NTP 399.604**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	ANCHO (cm)	LONGITUD (cm)	ALTURA (cm)	h ⁴	Factor de Corrección	FUERZA MÁXIMA (kg)	ÁREA BRUTA (cm ²)	ESF. F _m	% F _c
PATRON 1												
PATRON 2												
PATRON 3												
2% VIRUTA DE ACERO 1												
2% VIRUTA DE ACERO 2												
2% VIRUTA DE ACERO 3												
4% VIRUTA DE ACERO 1												
4% VIRUTA DE ACERO 2												
4% VIRUTA DE ACERO 3												
6% VIRUTA DE ACERO 1												
6% VIRUTA DE ACERO 2												
6% VIRUTA DE ACERO 3												

Conformidad: Conforme, No Conforme

Observaciones: _____

Firma y sello : 
 MIGUEL ANDRÉS GONZALES JANAMPA
Ingeniero Civil
CIP N° 289168

Apellidos y nombres: GONZALES JANAMPA MIGUEL ANDRÉS

Figura 80: Formato validado por ingeniero colegiado 1 para compresión axial de muretes: patrón, 2%, 4%, 6% de viruta de acero reciclado.

Información del validador de expertos

Validado por:

Tipo de Validador	Interno () [Docente UPN]	Externo <input checked="" type="checkbox"/>
Apellidos y Nombres	GONZALES JARAMPA NIVEL AVANZADO	
Sexo	Masculino <input checked="" type="checkbox"/>	Femenino ()
Profesión	INGENIERO CIVIL	
Grado Académico	Licenciado ()	Magister () Doctor () ING. CIVIL
Años de experiencia laboral	5-10 <input checked="" type="checkbox"/>	11-15 () 16-20 () 21 a más años ()

Solo para validado externo:

Organización donde labora	CONTRATACION OBRAS CONTINENTES GONZALES S.A.
Cargo actual	ING. OBRAS CIVILES
Área de especialización	INGENIERO CIVIL
Número de teléfono de contacto	956 753 363
Correo electrónico de contacto	miguelcstecy@gmail.com
Medio de preferencia para contactarlo	Por teléfono <input checked="" type="checkbox"/> Por correo electrónico ()

Firma del validador experto.	
CIP	269168

Figura 81: Información del ingeniero colegiado-validador de expertos 1.

FORMATO PARA ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES

A) INFORMACIÓN GENERAL:

Material:
 Fecha de elaboración de murete:
 Edad de roturas de murete:
 Fecha de ensayo de murete:
 Espesor
 Mortero:

B) INFORMACIÓN DE MURETES:

Murete	Largo (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Carga Máxima (kgf)	Descripción de Falla
Patrón 1	600	600	125		
Patrón 2	600	600	125		
Patrón 3	600	600	125		
Patrón 4	600	600	125		
2% VIRUTA DE ACERO 1	600	600	125		
2% VIRUTA DE ACERO 2	600	600	125		
2% VIRUTA DE ACERO 3	600	600	125		
2% VIRUTA DE ACERO 4	600	600	125		
4% VIRUTA DE ACERO 1	600	600	125		
4% VIRUTA DE ACERO 2	600	600	125		
4% VIRUTA DE ACERO 3	600	600	125		
4% VIRUTA DE ACERO 4	600	600	125		
6% VIRUTA DE ACERO 1	600	600	125		
6% VIRUTA DE ACERO 2	600	600	125		
6% VIRUTA DE ACERO 3	600	600	125		
6% VIRUTA DE ACERO 4	600	600	125		

Conformidad: CONFORME
 NO CONFORME

Observaciones: _____

Firma y sello del validador: 

Nombres y Apellidos : **AUREA GUADALUPE COLODAS SARQ'A**

Figura 82: Formato validado por ingeniero colegiado 2 para ensayos de compresión diagonal de muretes: patrón, 2%, 4%, 6% de viruta de acero reciclado.

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS DE ALBAÑILERÍA

PROYECTO :
SOLICITANTE :
CÓDIGO DE PROYECTO :
UBICACIÓN DE PROYECTO :
FECHA DE EMISIÓN :
Tipo de muestra :
Presentación :
Resistencia de diseño (F'm) :

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
ASTM C140 / NTP 399.604**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	ANCHO (cm)	LONGITUD (cm)	ALTURA (cm)	h/t*	Factor de Corrección	FUERZA MÁXIMA (kg)	ÁREA BRUTA (cm ²)	ESF. F'm	% F'c
PATRON 1												
PATRON 2												
PATRON 3												
2% VIRUTA DE ACERO 1												
2% VIRUTA DE ACERO 2												
2% VIRUTA DE ACERO 3												
4% VIRUTA DE ACERO 1												
4% VIRUTA DE ACERO 2												
4% VIRUTA DE ACERO 3												
6% VIRUTA DE ACERO 1												
6% VIRUTA DE ACERO 2												
6% VIRUTA DE ACERO 3												

Conformidad:
 Conforme, No Conforme

Observaciones:

Firme y sello
Apellidos y nombres: CALDOS GARCIA AUREA GUADALUPE

Figura 83: Formato validado por ingeniero colegiado 2 para compresión axial de muretes: patrón, 2%, 4%, 6% de viruta de acero reciclado.

Información del validador de expertos

Validado por:

Tipo de Validador	Interno () [Docente UPN]	Externo (x)
Apellidos y Nombres	CALDOS GARCIA AUREA GUADALUPE	
Sexo	Masculino ()	Femenino (x)
Profesión	INGENIERO CIVIL	
Grado Académico	Licenciado ()	Magister () Doctor ()
Años de experiencia laboral	5 - 10 (x)	11 - 15 () 16 - 20 () 21 a más años ()

Solo para validado externo:

Organización donde labora	COOPERACION OROÑES S.A.
Cargo actual	ESPECIALISTA EN OBRAS CIVILES.
Área de especialización	OBRAS CIVILES.
Número de teléfono de contacto	9492 75657.
Correo electrónico de contacto	agcaldos.g.18@gmail.com.
Medio de preferencia para contactar	Por teléfono (x) Por correo electrónico ()

Firma del validador experto.	
CIP	211988

Figura 84: Información del ingeniero colegiado-validador de expertos 2.

FORMATO PARA ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES

A) INFORMACIÓN GENERAL:
Material:
Fecha de elaboración de murete:
Edad de roturas de murete:
Fecha de ensayo de murete:
Espesor:
Mortero:

B) INFORMACIÓN DE MURETES:

Murete	Largo (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Carga Máxima (kgf)	Descripción de Falla
Patrón 1	600	600	125		
Patrón 2	600	600	125		
Patrón 3	600	600	125		
Patrón 4	600	600	125		
2% VIRUTA DE ACERO 1	600	600	125		
2% VIRUTA DE ACERO 2	600	600	125		
2% VIRUTA DE ACERO 3	600	600	125		
2% VIRUTA DE ACERO 4	600	600	125		
4% VIRUTA DE ACERO 1	600	600	125		
4% VIRUTA DE ACERO 2	600	600	125		
4% VIRUTA DE ACERO 3	600	600	125		
4% VIRUTA DE ACERO 4	600	600	125		
6% VIRUTA DE ACERO 1	600	600	125		
6% VIRUTA DE ACERO 2	600	600	125		
6% VIRUTA DE ACERO 3	600	600	125		
6% VIRUTA DE ACERO 4	600	600	125		

Conformidad: CONFORME NO CONFORME

Observaciones: _____

Firma y sello del validador: 

Nombres y Apellidos : LEONARDO DAVID PRADO ARIAS

Figura 85: Formato validado por ingeniero colegiado 3 para ensayos de compresión diagonal de muretes: patrón, 2%, 4%, 6% de viruta de acero reciclado.

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS DE ALBAÑILERÍA

PROYECTO : _____
 SOLICITANTE : _____
 CÓDIGO DE PROYECTO : _____
 UBICACIÓN DE PROYECTO : _____
 FECHA DE EMISIÓN : _____
 Tipo de muestra : _____
 Presentación : _____
 Resistencia de diseño (F'm) : _____

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
ASTM C140 / NTP 399.604**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	ANCHO (cm)	LONGITUD (cm)	ALTURA (cm)	h/t ⁴	Factor de Corrección	FUERZA MÁXIMA (kg)	ÁREA BRUTA (cm ²)	ESF. F'm	% F'c
PATRON 1												
PATRON 2												
PATRON 3												
2% VIRUTA DE ACERO 1												
2% VIRUTA DE ACERO 2												
2% VIRUTA DE ACERO 3												
4% VIRUTA DE ACERO 1												
4% VIRUTA DE ACERO 2												
4% VIRUTA DE ACERO 3												
6% VIRUTA DE ACERO 1												
6% VIRUTA DE ACERO 2												
6% VIRUTA DE ACERO 3												

Conformidad: Conforme, No Conforme

Observaciones: _____

Firma y sello : 

Apellidos y nombres: PRADO ARIAS, LEONARDO DAVID

Figura 86: Formato validado por ingeniero colegiado 3 para compresión axial de muretes: patrón, 2%, 4%, 6% de viruta de acero reciclado.

Información del validador de expertos

Validado por:

Tipo de Validador	Interno () [Docente UPN]	Externo <input checked="" type="checkbox"/>
Apellidos y Nombres	PRADO ARIAS, LEONARDO DAVID	
Sexo	Masculino <input checked="" type="checkbox"/>	Femenino ()
Profesión	INGENIERO CIVIL	
Grado Académico	Licenciado <input checked="" type="checkbox"/>	Magister () Doctor ()
Años de experiencia laboral	5 - 10 <input checked="" type="checkbox"/>	11 - 15 () 16 - 20 () 21 a más años ()

Solo para validado externo:

Organización donde labora	CONSORCIO NUEVA JERUSALEM IV
Cargo actual	INGENIERO ESPECIALISTA DE COSTOS, PRESUPUESTOS.
Área de especialización	COSTOS, PRESUPUESTOS Y PROGRAMACION DE OBRA
Número de teléfono de contacto	992402359
Correo electrónico de contacto	LEONARDO.PRADOAR@GMAIL.COM
Medio de preferencia para contactarlo	Por teléfono () Por correo electrónico <input checked="" type="checkbox"/>

Firma del validador experto.	
CIP	234165

Figura 87: Información del ingeniero colegiado-validador de expertos 3.

FORMATO PARA ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES

A) INFORMACIÓN GENERAL:

Material:
Fecha de elaboración de murete:
Edad de roturas de murete:
Fecha de ensayo de murete:
Espesor
Mortero:

B) INFORMACIÓN DE MURETES:

Murete	Largo (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Carga Máxima (kgf)	Descripción de Falla
Patrón 1	600	600	125		
Patrón 2	600	600	125		
Patrón 3	600	600	125		
Patrón 4	600	600	125		
2% VIRUTA DE ACERO 1	600	600	125		
2% VIRUTA DE ACERO 2	600	600	125		
2% VIRUTA DE ACERO 3	600	600	125		
2% VIRUTA DE ACERO 4	600	600	125		
4% VIRUTA DE ACERO 1	600	600	125		
4% VIRUTA DE ACERO 2	600	600	125		
4% VIRUTA DE ACERO 3	600	600	125		
4% VIRUTA DE ACERO 4	600	600	125		
6% VIRUTA DE ACERO 1	600	600	125		
6% VIRUTA DE ACERO 2	600	600	125		
6% VIRUTA DE ACERO 3	600	600	125		
6% VIRUTA DE ACERO 4	600	600	125		

Conformidad: CONFORME
 NO CONFORME

Observaciones: _____

Firma y sello del validador: 
ING. CARLOS VELEZ ACOSTA
CIP N° 12503
GERENTE DE OBRA

Nombres y Apellidos : Carlos Eduardo Velez Acosta

Figura 88: Formato validado por ingeniero colegiado 4 para ensayos de compresión diagonal de muretes: patrón, 2%, 4%, 6% de viruta de acero reciclado.

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS DE ALBAÑILERÍA

PROYECTO :
SOLICITANTE :
CÓDIGO DE PROYECTO :
UBICACIÓN DE PROYECTO :
FECHA DE EMISIÓN :
Tipo de muestra :
Presentación :
Resistencia de diseño (F_m) :

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
ASTM C140 / NTP 399.604**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	ANCHO (cm)	LONGITUD (cm)	ALTURA (cm)	h/t ⁴	Factor de Corrección	FUERZA MÁXIMA (kg)	ÁREA BRUTA (cm ²)	ESF. F _m	% F _c
PATRON 1												
PATRON 2												
PATRON 3												
2% VIRUTA DE ACERO 1												
2% VIRUTA DE ACERO 2												
2% VIRUTA DE ACERO 3												
4% VIRUTA DE ACERO 1												
4% VIRUTA DE ACERO 2												
4% VIRUTA DE ACERO 3												
6% VIRUTA DE ACERO 1												
6% VIRUTA DE ACERO 2												
6% VIRUTA DE ACERO 3												

Conformidad:
 Conforme, No Conforme

Observaciones:

Firma y sello : 
Apellidos y nombres: Ing. Carlos Velez Acosta
CIP N° 12503
GERENTE DE OBRA

Figura 89: Formato validado por ingeniero colegiado 4 para compresión axial de muretes: patrón, 2%, 4%, 6% de viruta de acero reciclado.

Información del validador de expertos

Validado por:

Tipo de Validador	Interno () [Docente UPN]	Externo (x)
Apellidos y Nombres	<u>Velez Acosta Carlos Eduardo</u>	
Sexo	Masculino (x)	Femenino ()
Profesión	<u>Ingeniero Civil</u>	
Grado Académico	Licenciado () Magister () Doctor ()	
Años de experiencia laboral	5 - 10 () 11 - 15 () 16 - 20 () 21 a más años (x)	

Solo para validado externo:

Organización donde labora	<u>Corporación Ordóñez</u>	
Cargo actual	<u>Gerente de obra</u>	
Área de especialización	<u>Saneamiento</u>	
Número de teléfono de contacto	<u>999665670</u>	
Correo electrónico de contacto	<u>carayan77@hotmail.com</u>	
Medio de preferencia para contactarlo	Por teléfono (x)	Por correo electrónico ()

Firma del validador experto.	
CIP	<u>12503</u>

Figura 90: Información del ingeniero colegiado-validador de expertos 4.