



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**Universidad
Andina
del Cusco**

TESIS

"Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% - Cusco 2021"

PRESENTADO POR:

Bach. Baca Zans, Massiel

Bach. Yopez Fuentes, Raphael Mauricio

**Para optar al título de profesional de
Ingenieros Civiles**

ASESOR: Mgt. Ing. Heiner Soto Flores

CUSCO-PERU

2022



AGRADECIMIENTOS

A Dios.

Por permitirnos culminar esta etapa en nuestras vidas y poder realizar este proyecto de investigación.

A nuestros padres y familiares.

Por estar presentes en cada momento y por ser guías indispensables para el desarrollo de este proyecto de investigación.

A nuestro asesor Mgt. Ing. Heiner Soto Florez.

Docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, por todo su apoyo, tiempo, conocimientos y experiencias, sin los cuales no se hubiera podido finalizar el presente proyecto de investigación.

A nuestra casa de estudios Universidad Andina del Cusco.

La Escuela profesional de Ingeniería Civil y docentes, por la formación basada en la ética profesional con principios y valores.

A la Corporación Ayar S.A.C, Laboratorio de suelos, materiales y concreto

Por el apoyo y orientación en la parte de procedimental.

Massiel Baca Zans, Raphael Mauricio Yopez Fuentes



DEDICATORIA

Al Señor de Qoyllority.

Por darme la fuerza y sabiduría para culminar esta etapa académica

A mis padres: Rosa y Mario.

Por su apoyo, su amor, consejos y por ser modelos de inspiración para poder realizar este trabajo de investigación.

A mi hermana Karina.

Por brindarme su apoyo incondicional, consejos y aliento en cada momento de mi vida

A mi Mamá Pilar.

Por ser siempre un apoyo y estar pendiente de mi vida y cada paso que doy en ella.

A mis tíos y primos.

Quienes siempre estuvieron ahí, brindándome su apoyo incondicional en todas las etapas de mi vida.

Al Arq. Daniel Luna

Por demostrarme cada día la importancia del trabajo y ser un modelo a seguir.

A mi mejor amiga Neysha.

Por estar en cada momento de mi vida personal y profesional, por los consejos y el apoyo brindado.

A mis amigos de universidad.

Con los que compartí momentos en las aulas quienes me apoyaron y brindaron su amistad sincera.

Massiel Baca Zans



DEDICATORIA

A mis padres Minoska y Rafael.

Por su apoyo, su amor, consejos y por ser mis mentores para poder realizar este trabajo de investigación.

A mi abuela Matilde.

Por ser la persona más importante en mi vida profesional y personal.

A mis tíos y primos.

Por todo el apoyo, motivación y consejos brindados en mi vida profesional.

Al Arq. Daniel Luna.

Por ser el primer mentor en mi vida profesional y ser un modelo a seguir.

A mis hermanos y amigos cercanos.

Que siempre me dieron aliento, motivación para seguir adelante y su amistad sincera.

Raphael Mauricio Yopez Fuentes



RESUMEN

Esta investigación fue desarrollada en la ciudad del Cusco, el estudio se enfoca en las propiedades físico – mecánicas del mortero patrón, con sustitución parcial del peso del agregado por partículas de caucho proveniente de los neumáticos en desuso en porcentajes de 7%, 10% y 13%. Las propiedades analizadas en estado endurecido fueron la resistencia a la compresión y la resistencia a la flexión, por otra parte, las propiedades analizadas en estado fresco fueron la consistencia, tiempo de fraguado, peso unitario y contenido de aire. La mezcla de mortero fue realizada con agregados finos provenientes de las canteras de Cunyac y Huambutío, así como cemento portland tipo IP, y las edades de rotura fueron de 7,14 y 28 días. El caucho triturado fue utilizado porque presenta un incremento en algunas propiedades en estado fresco, como en el ensayo de peso unitario, la adición del caucho genera una disminución del mortero, en el ensayo de contenido de aire genera un incremento en el porcentaje de aire y en el ensayo de consistencia del mortero genera una mayor fluidez, sin embargo, reduce la resistencia a compresión y flexión, también se considera un material que provoca contaminación ambiental. Para el muestreo, análisis y ensayos de utilizaron las normas técnicas peruanas (NTP) y el manual de ensayos de materiales (MTC E) que están referidas al mortero. Las muestras de mortero fueron dados de 5x5x5cm para el caso del ensayo de compresión y prismas de 4x4x16cm para el caso del ensayo de flexión, sustituyendo un porcentaje (7%, 10% y 13%) en el peso del agregado por caucho triturado. La población fue constituida por 72 dados de mortero y 72 prismas de mortero elaborados con relación agua – cemento de 0.52:1 en los resultados se observó un acercamiento de la resistencia a compresión del mortero adicionado con 7% siendo 111.07 kg/cm² a los 28 días, la resistencia del mortero patrón a los 28 días fue de 118.68 kg/cm². Pudimos destacar los resultados de peso unitario y consistencia, teniendo una disminución en el peso unitario del mortero con 13% de sustitución del agregado por caucho con un valor de 702.73 kg/m³, el peso unitario del mortero patrón fue de 816.08 kg/cm³. En el ensayo de consistencia se observó que el mortero con 7% de sustitución del agregado por caucho fue el que se acercó más a la consistencia deseada con un valor de 2.64”, siendo el del mortero patrón de 2.36”.

Analizando los resultados obtenidos, se puede observar la mejoría de las propiedades físicas en estado fresco, sin embargo, no se logró cumplir con las hipótesis específicas de los ensayos de compresión y flexión, teniendo una disminución notable en dichas resistencias

Palabras claves: Mortero, Consistencia, Tiempo de fraguado, Peso unitario, Contenido de aire, Resistencia a Flexión, Resistencia a Compresión, Caucho Triturado.



ABSTRACT

This research was developed in the city of Cusco, the study focuses on the physical-mechanical properties of the standard mortar, with partial replacement of the aggregate weight by rubber particles from disused tires in percentages of 7%, 10% and 13%. The properties analyzed in the hardened state of mortar were the compressive strength and the bending strength, on the other hand, the properties analyzed in the fresh state were the consistency, setting time, unit weight and air content. The mortar mixture was made with fine aggregates from the Cunyac and Huambutío quarries, as well as portland cement type IP, and the ages of break tests were 7, 14 and 28 days. The crushed rubber was used because it shows an increase in some properties in the fresh state, as in the unit weight test, the addition of rubber generates a decrease in the unit weight of the mortar, in the air content test it generates an increase in the percentage of air and in the mortar consistency test it generates greater fluidity. However, it reduces the resistance to compression and bending, it is also a material that causes environmental pollution. For the sampling, analysis and testing, it was considered the Peruvian technical standards (NTP) and the materials testing manual (MTC E), which refer to mortar. The mortar samples were given of 5x5x5cm for the case of the compression test and 4x4x16cm prisms for the case of the bending test, substituting a percentage (7%, 10% and 13%) in the weight of the aggregate for crushed rubber. The population was made up of 72 mortar dices and 72 mortar prisms made with a water-cement ratio of 0.52: 1 in the results, an approach of the compressive strength of the mortar added with 7% was observed, being 111.07 kg / cm² at 28 days, the resistance of the standard mortar at 28 days was 118.68 kg/cm². We were able to highlight the results of unit weight and consistency, having a decrease in the unit weight of the mortar with 13% substitution of the aggregate for rubber with a value of 702.73 kg / m³, the unit weight of the standard mortar was 816.08 kg / cm³. In the consistency test, it was observed that the mortar with 7% substitution of the aggregate for rubber was the one that came closest to the desired consistency with a value of 2.64", the standard mortar being 2.36".

Analyzing the results obtained, the improvement of the physical properties in the fresh state can be observed, however, it was not possible to comply with the specific hypotheses of the compression and bending tests, having a notable decrease in said resistances.

Keywords: Mortar, Consistency, Setting Mortar Time, Unit weight, Air content, Compressive Strength, Bending Strength, Crushed Rubber.



INTRODUCCIÓN

Esta investigación se centra en una opción para la fabricación de un mortero con iguales y/o mejores resultados en sus propiedades que un mortero tradicional

El mortero es un material de construcción formado por la mezcla de cemento, agregados y en algunos casos algún tipo de aditivo, que con adición de agua; reacciona y adquiere resistencia.

La producción de residuos de caucho se ha convertido en una gran preocupación global, por su impacto negativo medioambiental y en la salud humana.

El control ambiental sobre la disposición de este tipo de residuos ha venido incrementando las exigencias a los fabricantes comercializadores y usuarios, se ha acelerado la búsqueda de alternativas para el reaprovechamiento de los residuos de caucho

La aplicación del caucho con mayor volumen consumido es el del sector infraestructura y construcción civil, especialmente asfaltos, concretos para la construcción liviana. (**Arroyave, Restrepo, & Vásquez, 2017**)

El objetivo principal de esta investigación es el de reemplazar en peso el agregado fino en porcentajes de 7%, 10 y 13%, basando estos porcentajes en los antecedentes de la tesis, sobre todo en la referencia n°5 de la autora Cavanillas Huachua, E. Rocio, en la cual se utilizan los porcentajes de 10%, 15% y 20% respecto al volumen del Agregado Fino, se observó una disminución en las resistencias del concreto adicionado con caucho en comparación con el concreto patrón, por este motivo utilizamos valores menores de caucho en nuestra investigación. Nos centramos fundamentalmente en el propósito de elaborar un mortero reemplazando parcialmente el agregado fino por caucho reciclado proveniente de los neumáticos en desuso, los agregados utilizados provienen de las canteras de Cunyac y Huambutio. Este mortero será evaluado a los 7, 14 y 28 días respecto a un mortero patrón.

Los ensayos destinados para los agregados son: granulometría del agregado fino, peso específico, peso unitario, contenido de materia orgánica y contenido de humedad. El mortero será sometido a los ensayos de resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, se analizará también la variación del tiempo de endurecimiento y el peso volumétrico.



INDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS	I
DEDICATORIA.....	II
RESUMEN IV	
ABSTRACT V	
INTRODUCCIÓN	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	XVIII
CAPÍTULO I: Planteamiento del Problema.....	1
1.1 Identificación del Problema	1
1.1.1. Descripción del problema	1
1.2. Formulación interrogativa del problema	1
1.2.1. Formulación interrogativa del Problema General:	1
1.2.2. Formulación interrogativa de los Problemas Específicos	2
1.3. Justificación e importancia de la investigación	2
1.3.1. Justificación técnica	2
1.3.3. Justificación por implicancias prácticas	3
1.4. Objetivos de la investigación	3
1.4.1. Objetivo general	3
1.4.2. Objetivos específicos.....	3
1.5. Limitaciones del estudio	4
1.5.1. Limitaciones del material:	4
1.5.2. Limitación espacial	4
CAPÍTULO II: Marco teórico.....	5
2.1. Antecedentes de la Tesis	5
2.1.1. Antecedentes Nacionales.....	5
2.1.2. Antecedentes Internacionales	9
2.2. Bases Teórico – Científicas.....	13



2.2.1. Mortero.....	13
2.2.2. Componentes.....	20
2.2.3. Caucho:.....	29
2.2.4 Diseño de Mezcla del mortero patrón $f'c = 125 \text{ kg/cm}^2$	36
2.2.5. Ensayo de tiempo de fraguado de mezclas de concreto mediante la resistencia a la penetración (ASTM C403).....	39
2.2.6. Ensayo de asentamiento del concreto (SLUMP, MTC E,705)	39
2.2.7. Ensayo de peso unitario y contenido de aire en el concreto fresco método de presión (MTC E 706, 2016) (MTC E 714, 2016)	40
2.2.8. Resistencia a la flexión para moldes prismáticos de 4x4x16cm (MTC E 617, 2016) ...	41
2.2.9. Ensayo de compresión para moldes cúbicos de 5cm (MTC E 609, 2016).....	42
2.3. Hipótesis.....	43
2.3.1 Hipótesis general	43
2.3.2 Sub Hipótesis.....	43
2.4. Variables e indicadores	44
2.4.1. Variables Independientes	44
2.4.2. Variables dependientes:.....	44
2.4.3. Cuadro de operacionalización de variables	46
CAPÍTULO III: Metodología.....	47
3.1. Alcance del estudio	47
3.1.1. Tipo de investigación	47
3.1.2. Nivel de investigación.....	47
3.1.3. Método de investigación	47
3.2. Diseño de la investigación.....	47
3.2.1. Diseño metodológico.....	47
3.2.2. Diseño de ingeniería.....	48
3.3 Población y muestra	49
3.3.1. Población.....	49



3.3.2. Muestra.....	49
3.3.3. Criterios de inclusión	51
3.4. Instrumentos	52
3.4.1. Instrumentos de recolección de datos.....	52
3.4.2. Instrumentos de ingeniería	57
3.5. Procedimiento de recolección de datos	63
3.5.1. Granulometría de agregados finos de Cunyac.....	63
3.5.2. Contenido de humedad.....	72
3.5.3. Peso específico del agregado fino	75
3.5.4. Peso unitario del agregado fino	79
3.5.5. Contenido de materia orgánica del agregado fino.....	82
3.5.6. Fluidez.....	84
3.5.7. Tiempo de fraguado de la mezcla de mortero	86
3.5.8. Peso unitario y porcentaje de aire de la mezcla de mortero	88
3.5.9. Diseño de Mezcla del mortero patrón f'c 125 kg/cm2:.....	92
3.5.10. Ensayo de Resistencia a la Compresión.....	95
3.5.11. Ensayo de Resistencia a la flexión	110
3.6. Procesamiento de datos	126
3.6.1. Ensayo de granulometría de los agregados de Cunyac, confitillo y combinaciones....	126
3.6.2. Contenido de Humedad de los agregados de Cunyac y Confitillo.....	135
3.6.3. Peso específico de la combinación de agregados.....	137
3.6.4. Peso unitario de la combinación de agregados.....	140
3.6.5. Ensayo de contenido de materia orgánica en el agregado fino	142
3.6.6. Ensayo de asentamiento por el método del SLUMP.....	143
3.6.7. Ensayo de peso unitario y contenido de aire del mortero	145
3.6.8. Ensayo de tiempo de fraguado por el método del penetrómetro.....	147
3.6.9. Ensayo de resistencia a la compresión de los cubos de mortero	149



3.6.10. Ensayo de resistencia a la flexión de los prismas de mortero	160
CAPÍTULO IV: Resultados	171
4.1. Resultados respecto a los objetivos específicos	171
4.1.1. Resultados del ensayo de Granulometría	171
4.1.2. Resultados del ensayo de contenido de Humedad	172
4.1.3. Resultados del ensayo de peso específico	172
4.1.4 Resultados del ensayo de peso unitario	172
4.1.5 Resultados del ensayo de materia orgánica.....	172
4.2. Resultados respecto al objetivo general	173
4.2.1. Resultados del ensayo de asentamiento por el método del SLUMP	173
4.2.2. Resultados del ensayo de peso unitario y contenido de aire del mortero.....	173
4.2.3. Resultados del ensayo de tiempo de fraguado por el método del penetrómetro	174
4.2.4. Resultados del ensayo de resistencia a compresión	174
4.2.5. Resultados del ensayo de resistencia a flexión.....	179
CAPÍTULO V: Discusiones.....	184
5.1. Comparación crítica con la literatura existente	184
5.2. Descripción de los hallazgos más relevantes y significativos.....	185
5.3. Comentarios de la demostración de hipótesis	186
5.4. Aportes de la investigación	186
5.5. Limitaciones del estudio.....	187
GLOSARIO	188
CONCLUSIONES	190
RECOMENDACIONES	192
BIBLIOGRAFÍA.....	194
ANEXOS	197



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:	Clasificación de los morteros de pega para mampostería simple según resistencia a la compresión a 28 días y según su dosificación	15
Tabla 2:	Clasificación ASTM C-476 de morteros de pega para mampostería reforzada según resistencia a la compresión a 28 días y según dosificación (partes por volumen).....	15
Tabla 3:	Morteros de relleno según la norma ASTM C-476.....	16
Tabla 4:	Tipos de mortero	16
Tabla 5:	Uso de los morteros de cemento	18
PROPORCIÓN.....		18
USOS		18
1:1		18
Mortero muy rico para impermeabilizaciones. Rellenos		18
1:2		18
Para la impermeabilización, también para muros de tanques subterráneos. Rellenos		18
1:3		18
Impermeabilizaciones menores. Pisos.....		18
1:4		18
Sirve para pega de ladrillos y bloques en muros. Muros finos		18
1:5		18
Muros exteriores: Pega de ladrillos, bloques, baldosas y mampostería en general. Muros no muy finos		18
1:6 y 1:7		18
Muros interiores: Pega de ladrillos, bloques, baldosas y mampostería en general. Muros no muy finos		18
1:8 y 1:9		18
Para pega en construcciones que se demolerán. También en estabilización de taludes en cimentaciones.....		18
Tabla 6:	Cemento portland	21



Tabla 7:	Granulometría de Agregado Fino.....	23
Tabla 8:	Vidrios de color para el ensayo de Materia Orgánica	27
Tabla 9:	Propiedades físicas de los elastómeros típicos.....	32
Tabla 10:	Esquema del proceso de reciclaje.....	35
Tabla 11:	Clasificación según tipo de mortero (NSR/98)	36
Tabla 12:	Tolerancia Permisible para ensayo a compresión	43
Tabla 13:	Tabla de operacionalización de variables.....	46
Tabla 14:	Cantidad de muestras cúbicas del mortero patrón.....	50
Tabla 15:	Cantidad de muestras cúbicas del mortero modificado con caucho.....	51
Tabla 16:	Cantidad de muestras prismáticas del mortero patrón	51
Tabla 17:	Cantidad de muestras prismáticas del mortero modificado con caucho	51
Tabla 18:	Hoja de recolección de datos para el ensayo de granulometría.....	52
Tabla 19:	Hoja de recolección de datos para el ensayo de contenido de humedad.....	53
Tabla 20:	Hoja de recolección de datos para el ensayo de peso específico	53
Tabla 21:	Hoja de recolección de datos para el ensayo de peso unitario suelto y compactado	54
Tabla 22:	Hoja de recolección de datos para el ensayo de contenido de materia orgánica	54
Tabla 23:	Hoja de recolección de datos para el ensayo de fluidez del mortero por el método del SLUMP	55
Tabla 24:	Hoja de recolección de datos para el ensayo de tiempo de fraguado del mortero	55
Tabla 25:	Hoja de recolección de datos para el ensayo de peso unitario y contenido de aire del mortero	56
Tabla 26:	Hoja de recolección de datos para el ensayo de resistencia a la compresión.....	56
Tabla 27:	Hoja de recolección de datos para el ensayo de resistencia a la flexión	57
Tabla 28:	Toma de datos del ensayo de granulometría del confitillo de Huambutio.....	67
Tabla 29:	Toma de datos del ensayo de granulometría de la arena de Cunyac.....	68
Tabla 30:	Toma de datos del ensayo de granulometría de la combinación de canteras.....	69



Tabla 31:	Toma de datos del ensayo de granulometría de la combinación de canteras sustituyendo el 7% con caucho	70
Tabla 32:	Toma de datos del ensayo de granulometría de la combinación de canteras sustituyendo el 10% con caucho	71
Tabla 33:	Toma de datos del ensayo de granulometría de la combinación de canteras sustituyendo el 13% con caucho	72
Tabla 34:	Toma de datos del ensayo de contenido de humedad del confitillo.....	74
Tabla 35:	Toma de datos del ensayo de contenido de humedad de la arena de Cunyac	75
Tabla 36:	Toma de datos del ensayo de peso específico de la combinación de canteras...	79
Tabla 37:	Toma de datos del ensayo de peso unitario suelto y compactado de la combinación de canteras	82
Tabla 38:	Toma de datos del ensayo de contenido de materia orgánica de la combinación de canteras	84
Tabla 39:	Toma de datos del ensayo de asentamiento del mortero por el método del slump	86
Tabla 40:	Toma de datos del ensayo de tiempo de fraguado del mortero	88
Tabla 41:	Toma de datos del ensayo de peso unitario y contenido de aire del mortero.....	91
Tabla 42:	Proporciones en peso seco de los materiales utilizados	95
Tabla 43:	Cantidades de material	95
Tabla 44:	Toma de datos del ensayo de resistencia a compresión del mortero patrón a los 7 días	99
Tabla 45:	Toma de datos del ensayo de resistencia a compresión del mortero + 7% caucho a los 7 días	100
Tabla 46:	Toma de datos del ensayo de resistencia a compresión del mortero + 10% caucho a los 7 días	101
Tabla 47:	Toma de datos del ensayo de resistencia a compresión del mortero + 13% caucho a los 7 días	102
Tabla 48:	Toma de datos del ensayo de resistencia de compresión del mortero patrón a los 14 días	103



- Tabla 49: Toma de datos del ensayo de resistencia a compresión del mortero + 7% caucho a los 14 días 104
- Tabla 50: Toma de datos del ensayo de resistencia a compresión del mortero + 10% caucho a los 14 días 105
- Tabla 51: Toma de datos del ensayo de resistencia a compresión del mortero + 13% caucho a los 14 días 106
- Tabla 52: Toma de datos del ensayo de resistencia a compresión del mortero patrón a los 28 días 107
- Tabla 53: Toma de datos del ensayo de resistencia a compresión del mortero +7% caucho a los 28 días 108
- Tabla 54: Toma de datos del ensayo de resistencia a compresión del mortero +10% caucho a los 28 días 109
- Tabla 55: Toma de datos del ensayo de resistencia a compresión del mortero +13% caucho a los 28 días 110
- Tabla 56: Toma de datos del ensayo de resistencia a flexión del mortero patrón a los 7 días 114
- Tabla 57: Toma de datos del ensayo de resistencia a flexión del mortero + 7% caucho a los 7 días 115
- Tabla 58: Toma de datos del ensayo de resistencia a flexión del mortero + 10% caucho a los 7 días 116
- Tabla 59: Toma de datos del ensayo de resistencia a flexión del mortero + 13% caucho a los 7 días 117
- Tabla 60: Toma de datos del ensayo de resistencia a flexión del mortero patrón a los 14 días 118
- Tabla 61: Toma de datos del ensayo de resistencia a flexión del mortero + 7% caucho a los 14 días 119
- Tabla 62: Toma de datos del ensayo de resistencia a flexión del mortero + 10% caucho a los 14 días 120
- Tabla 63: Toma de datos del ensayo de resistencia a flexión del mortero + 13% caucho a los 14 días 121



Tabla 64:	Toma de datos del ensayo de resistencia a flexión del mortero patrón a los 28 días	122
Tabla 65:	Toma de datos del ensayo de resistencia a flexión del mortero +7% caucho a los 28 días	123
Tabla 66:	Toma de datos del ensayo de resistencia a flexión del mortero +10% caucho a los 28 días	124
Tabla 67:	Toma de datos del ensayo de resistencia a flexión del mortero +13% caucho a los 28 días	125
Tabla 68:	Análisis de datos granulométricos del Confitillo de Huambutio	127
Tabla 69:	Análisis de datos granulométricos de la arena fina de Cunyac	128
Tabla 70:	Análisis de datos granulométricos de la combinación de agregados	130
Tabla 71:	Análisis de datos granulométricos de la combinación de agregados + 7% caucho	132
Tabla 72:	Análisis de datos granulométricos de la combinación de agregados + 10% caucho	133
Tabla 73:	Análisis de datos granulométricos de la combinación de agregados + 13% caucho	134
Tabla 74:	Análisis de los datos de contenido de humedad del confitillo de Huambutio..	136
Tabla 75:	Análisis de los datos de contenido de humedad de la arena fina de Cunyac ...	136
Tabla 76:	Análisis de los datos de peso específico de la combinación de agregados	138
Tabla 77:	Análisis de los datos de peso unitario de la combinación de agregados	141
Tabla 78:	Análisis de los datos de contenido de materia orgánica.....	143
Tabla 79:	Análisis de los datos del ensayo de asentamiento por el método del SLUMP.	144
Tabla 80:	Análisis de los datos del ensayo de peso unitario y contenido de aire del mortero	146
Tabla 81:	Análisis de los datos del ensayo de tiempo de fraguado por el método del penetrómetro	148
Tabla 82:	Análisis de los datos del ensayo resistencia a la compresión del mortero patrón	150



Tabla 83:	Análisis de los datos del ensayo resistencia a la compresión del mortero + 7% caucho	152
Tabla 84:	Análisis de los datos del ensayo resistencia a la compresión del mortero + 10%	154
Tabla 85:	Análisis de los datos del ensayo resistencia a la compresión del mortero + 13%	156
Tabla 86:	Análisis de los datos del ensayo resistencia a la flexión del mortero patrón ...	161
Tabla 87:	Análisis de los datos del ensayo resistencia a la flexión del mortero +7% caucho	163
Tabla 88:	Análisis de los datos del ensayo resistencia a la flexión del mortero +10% caucho	165
Tabla 89:	Análisis de los datos del ensayo resistencia a la flexión del mortero +13% caucho	167
Tabla 90:	Resultados del ensayo de granulometría de la combinación de agregados.....	171
Tabla 91:	Resultados del ensayo de contenido de humedad del confitillo de Huambutio	172
Tabla 92:	Resultados del ensayo de contenido de humedad de la arena fina de Cunyac.	172
Tabla 93:	Resultados del ensayo de peso específico de la combinación de agregados....	172
Tabla 94:	Resultados del ensayo de peso unitario compactado de la combinación de canteras	172
Tabla 95:	Resultados del ensayo de peso unitario suelto de la combinación de canteras	172
Tabla 96:	Resultados del ensayo contenido de materia orgánica de la combinación de agregados	172
Tabla 97:	Resultados del ensayo de asentamiento por el método del SLUMP	173
Tabla 98:	Resultados del ensayo de peso unitario del mortero	173
Tabla 99:	Resultados del ensayo de contenido de aire del mortero	173
Tabla 100:	Resultados del ensayo de tiempo de fraguado del mortero	174
Tabla 101:	Resultados del ensayo de resistencia a compresión del mortero a los 7 días...	174
Tabla 102:	Resultados del ensayo de resistencia a compresión del mortero a los 14 días.	175
Tabla 103:	Resultados del ensayo de resistencia a compresión del mortero a los 28 días.	176



Tabla 104: Resultados del ensayo de resistencia a flexión del mortero a los 7 días 179

Tabla 105: Resultados del ensayo de resistencia a flexión del mortero a los 14 días 180

Tabla 106: Resultados del ensayo de resistencia a flexión del mortero a los 28 días 181



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:	Granulometría de Agregado Fino.....	22
Figura 2:	Extracción del caucho	29
Figura 3:	Curva esfuerzo – deformación de caucho natural vulcanizado y caucho natural	30
Figura 4:	Componentes de los neumáticos	33
Figura 5:	Vista desde arriba del espécimen de ensayo	39
Figura 6:	Cono de Abrams.....	40
Figura 7:	Serie de Tamices	57
Figura 8:	Horno eléctrico.....	58
Figura 9:	Balanza electrónica	58
Figura 10:	Fiolas	58
Figura 11:	Molde cónico y apisonador	59
Figura 12:	Molde cilíndrico	59
Figura 13:	Penetrómetro	60
Figura 14:	Olla de Washington.....	60
Figura 15:	Cono de Abrahams y varilla de acero	60
Figura 16:	Moldes cúbicos y moldes prismáticos.....	61
Figura 17:	Equipo de compresión.....	61
Figura 18:	Equipo de compresión inconfineda	62
Figura 19:	Vernier, espátula y regla.....	62
Figura 20:	Toma de muestra de agregado en la cantera seleccionada.....	63
Figura 21:	Visita a la reencauchadora para la toma de muestra de caucho triturado.....	64
Figura 22:	Cuarteo de la Arena de Cunyac.....	64
Figura 23:	Cuarteo del Confitillo de Huambutio	64
Figura 24:	Pesado inicial de la muestra	65
Figura 25:	Granulometría de la Combinación de Agregados	65
Figura 26:	Granulometría de la combinación de agregados	66



Figura 27: Pesos retenidos en cada tamiz de la granulometría de la combinación + 7% Caucho	66
Figura 28: Pesos retenidos en cada tamiz de la granulometría de la combinación + 10% Caucho	66
Figura 29: Pesos retenidos en cada tamiz de la granulometría de la combinación + 10% Caucho	67
Figura 30: Secado de la muestra inicial en el horno	73
Figura 31: Contenido de humedad del Confitillo de Huambutio.....	73
Figura 32: Contenido de humedad de la Arena de Cumyac	73
Figura 33: Secado de la muestra al aire	76
Figura 34: Secado de la muestra al aire	76
Figura 35: Prueba de humedad con el cono de absorción.....	77
Figura 36: Prueba de humedad con el cono de absorción.....	77
Figura 37: Extracción de burbujas de aire de la muestra	78
Figura 38: Fiolas rellenas de la muestra y agua.....	78
Figura 39: Llenado del recipiente con la muestra.....	80
Figura 40: Compactación de la muestra dentro del molde	81
Figura 41: Pesado del recipiente con la muestra.....	81
Figura 42: Toma de muestra	83
Figura 43: Comparación de colores con la muestra.....	83
Figura 44: Medición de la fluidez con el método del SLUMP	85
Figura 45: Medición de la fluidez con el método del SLUMP	85
Figura 46: Medición del tiempo de fraguado del mortero patrón.....	87
Figura 47: Medición del tiempo de fraguado del mortero adicionado con 13% caucho	87
Figura 48: Llenado de la Olla Washington con la muestra de mortero	89
Figura 49: Ensayo de porcentaje de aire en el mortero.....	90
Figura 50: Pesado de la olla de Washington con la muestra de mortero	90
Figura 51: Gráfico de la relación agua / cemento	93



Figura 52:	Gráfico de cálculo de contenido de cemento	94
Figura 53:	Desmoldado de los dados de mortero	96
Figura 54:	Distribución de muestras para el ensayo de compresión.....	97
Figura 55:	Ensayo de resistencia a la compresión	97
Figura 56:	Ensayo de resistencia a la compresión	98
Figura 57:	Falla de la muestra +10% caucho a los 28 días, sometida a compresión.....	98
Figura 58:	Falla de la muestra +13% caucho a los 28 días, sometida a compresión.....	98
Figura 59:	Aceitado de moldes	111
Figura 60:	Vaciado del mortero en los moldes prismáticos.....	111
Figura 61:	Desmoldado de prismas de mortero	112
Figura 62:	Curado de prismas de mortero	112
Figura 63:	Ensayo de resistencia a la flexión	113
Figura 64:	Ensayo de resistencia a la flexión	113
Figura 65:	Rotura de la muestra de mortero patrón sometida a flexión	113
Figura 66:	Falla de la muestra + 13% caucho a los días, sometida a flexión	114
Figura 67:	Curva granulométrica del Confitillo de Huambutio.....	128
Figura 68:	Curva granulométrica de la arena fina de Cunyac	129
Figura 69:	Curva granulométrica de la combinación de agregados.....	131
Figura 70:	Curva granulométrica de la combinación de agregados + 7% caucho.....	132
Figura 71:	Curva granulométrica de la combinación de agregados + 10% caucho.....	133
Figura 72:	Curva granulométrica de la combinación de agregados + 13% caucho.....	134
Figura 73:	Gráfico de comparación del contenido de humedad del agregado.....	137
Figura 74:	Gráfico de comparación del peso específico de la combinación de agregados	139
Figura 75:	Gráfico de comparación del porcentaje de absorción de la combinación de agregado	140
Figura 76:	Gráfico de comparación del peso unitario de la combinación de agregados ...	142
Figura 77:	Gráfico de comparación del asentamiento del mortero.....	144



Figura 78:	Gráfico de comparación del peso unitario real del mortero	146
Figura 79:	Gráfico de comparación del contenido de aire del mortero	147
Figura 80:	Gráfico del desarrollo de endurecimiento del mortero en el tiempo.....	148
Figura 81:	Datos de mortero patrón a los 7 días	151
Figura 82:	Datos de mortero patrón a los 14 días	151
Figura 83:	Datos de mortero patrón a los 28 días	151
Figura 84:	Datos de mortero + 7% caucho a los 7 días	153
Figura 85:	Datos de mortero + 7% caucho a los 14 días	153
Figura 86:	Datos de mortero + 7% caucho a los 28 días	153
Figura 87:	Datos de mortero + 10% caucho a los 7 días	155
Figura 88:	Datos de mortero + 10% caucho a los 14 días	155
Figura 89:	Datos de mortero + 10% caucho a los 28 días	155
Figura 90:	Datos de mortero + 13% caucho a los 7 días	157
Figura 91:	Datos de mortero + 13% caucho a los 14 días	157
Figura 92:	Datos de mortero + 13% caucho a los 28 días	157
Figura 93:	Gráfico del desarrollo de la resistencia a compresión del mortero patrón.	158
Figura 94:	Gráfico del desarrollo de la resistencia a compresión del mortero + 7% caucho	158
Figura 95:	Gráfico del desarrollo de la resistencia a compresión del mortero + 10% caucho	159
Figura 96:	: Gráfico del desarrollo de la resistencia a compresión del mortero + 13% caucho	159
Figura 97:	Datos de mortero patrón a los 7 días	162
Figura 98:	Datos de mortero patrón a los 14 días	162
Figura 99:	Datos de mortero patrón a los 28 días	162
Figura 100:	Datos de mortero +7% caucho a los 7 días	164
Figura 101:	Datos de mortero +7% caucho a los 14 días	164
Figura 102:	Datos de mortero +7% caucho a los 28 días	164



Figura 103: Datos de mortero +10% caucho a los 7 días	166
Figura 104: Datos de mortero +10% caucho a los 14 días	166
Figura 105: Datos de mortero +7% caucho a los 28 días	166
Figura 106: Datos de mortero +13% caucho a los 7 días	168
Figura 107: Datos de mortero +13% caucho a los 14 días	168
Figura 108: Datos de mortero +13% caucho a los 28 días	168
Figura 109: Gráfico del desarrollo de la resistencia a flexión del mortero patrón	169
Figura 110: Gráfico del desarrollo de la resistencia a flexión del mortero + 7% caucho....	169
Figura 111: Gráfico del desarrollo de la resistencia a flexión del mortero + 10% caucho..	169
Figura 112: Gráfico del desarrollo de la resistencia a flexión del mortero + 13% caucho..	170
Figura 113: Curva granulométrica de la combinación de agregados.....	171
Figura 114: Comparación de la resistencia a compresión del mortero a los 7 días.....	177
Figura 115: Comparación de la resistencia a compresión del mortero a los 14 días.....	177
Figura 116: Comparación de la resistencia a compresión del mortero a los 28 días.....	178
Figura 117: Gráfico de la evolución de la resistencia a compresión del mortero.....	178
Figura 118: Comparación de la resistencia a flexión del mortero a los 7 días	182
Figura 119: Comparación de la resistencia a flexión del mortero a los 14 días	182
Figura 120: Comparación de la resistencia a flexión del mortero a los 28 días	183
Figura 121: Gráfico de la evolución de la resistencia a flexión del mortero	183



INDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Peso Específico de Masa	24
Ecuación 2: Peso Específico de Masa Saturado con Superficie Seca	24
Ecuación 3: Peso Específico Aparente	24
Ecuación 4: Porcentaje de Contenido de Humedad	25
Ecuación 5: Cálculo de Peso Unitario	26
Ecuación 6: Fórmula para hallar densidad (Masa Unitaria).....	40
Ecuación 7: Fórmula para ensayo a flexión	42
Ecuación 8: Fórmula para ensayo a compresión	43



CAPÍTULO I: Planteamiento del Problema

1.1 Identificación del Problema

1.1.1. Descripción del problema

El mortero es una mezcla de gran importancia para la construcción de albañilería armada confinada y no confinada. En obras de construcción civil la elaboración de tabiquería representa un porcentaje considerable en el proceso de construcción de las obras de edificaciones, a su vez el control de la calidad de los procesos constructivos en tabiquería es escaso o nulo, por tales razones se debe dar mayor importancia al control de calidad del mortero, priorizando sus características físico – mecánicas como también la posible relación de propiedades de la mezcla de mortero. En la actualidad se busca materiales de construcción que sean resistentes como también livianos para sus diferentes aplicaciones en la tabiquería y otros procesos constructivos para diferentes elementos de la construcción, por ende, nos dimos a la tarea de experimentar en un material con las características anteriormente mencionadas.

En la presente investigación se abordará una problemática de carácter medioambiental, dado por el consumo irracional de neumáticos, como también por la huella que deja el sector de construcción, puesto que es uno de los sectores que abordan mayor consumo en materiales como también el impacto que tienen los desechos de obras en el medioambiente del país.

De acuerdo a la Gerencia de Estudios Económicos de la Asociación Automotriz del Perú, en el penúltimo mes del 2020, la venta de vehículos livianos fue de 13,447 unidades, cifra mayor en 10.22% respecto a noviembre del 2019, acumulando su segunda expansión seguida tras el aumento observado en Octubre (6.96%). Así mismo la venta de vehículos pesados anotó en noviembre pasado 1471 unidades vendidas, de esta manera tuvo un incremento de 20.18% en relación a noviembre del 2019, dicho aumento superó al registrado en Octubre (17.64%) y además acumulo 4 meses consecutivos con resultados al alza, esto quiere decir que la contaminación de los neumáticos en desuso será cada año mayor por la producción de nuevos vehículos automovilísticos.

Por dichas razones se pretende incluir partículas de caucho de neumáticos reciclados en la mezcla de mortero, y de tal forma hallar un porcentaje con el cual el nuevo mortero adicionado con caucho reciclado llegue a una resistencia igual o mejor que del mortero patrón.

1.2. Formulación interrogativa del problema

1.2.1. Formulación interrogativa del Problema General:

¿Cuál es el análisis comparativo de las propiedades físico-mecánicas de un mortero patrón sustituyendo el peso del agregado fino con caucho en porcentajes de 7%, 10% y 13%?



1.2.2. Formulación interrogativa de los Problemas Específicos

- **Problema específico 01**

¿Cómo varía la consistencia del mortero al ser adicionado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% con respecto al peso del agregado?

- **Problema específico 02**

¿Cómo varía el tiempo de endurecimiento del mortero al ser adicionado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% con respecto al peso del agregado?

- **Problema específico 03**

¿Cómo varía el peso volumétrico del mortero al ser adicionado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% con respecto al peso del agregado?

- **Problema específico 04**

¿Cuál es la variación de la resistencia a compresión de un mortero adicionado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% respecto al agregado y del mortero patrón?

- **Problema específico 05**

¿Cuál es la variación de la resistencia a flexión de un mortero adicionado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% respecto al agregado y del mortero patrón?

1.3. Justificación e importancia de la investigación

En esta investigación se brindarán nuevas técnicas de empleo del mortero, reemplazando parte de su composición con Caucho reciclado, extraída de los neumáticos en desuso. Puesto que esta podría incrementar sus propiedades mecánicas y modificar sus propiedades físicas.

Los estudios del mortero tienen vital importancia ya que éste está en constante contacto con la albañilería, la cual está sometida a diferentes esfuerzos, como son la resistencia a compresión y flexión. Es por eso que resulta muy importante analizar las características que presente el mortero estudiado con la adición de otros materiales, en este caso el caucho reciclado.

1.3.1. Justificación técnica

En esta investigación nos basamos en la sustitución del agregado fino en porcentajes de 7%, 10% y 13% en la elaboración del mortero, el cual nos permita obtener un mortero con todos los requisitos en sus propiedades físicas y mecánicas especificadas en la norma utilizada. Se investigará el empleo de caucho reciclado, para intentar mejorar las propiedades físicas y mecánicas del mortero.

Esta investigación, dentro de la ingeniería civil comprende las especialidades de construcciones y materiales de construcción, dentro de estas dos especialidades se encuentra toda la



información referente a los morteros y los diferentes tipos de ensayos que se realizan en los agregados.

1.3.2. Justificación por relevancia social

- a) Se brindará una nueva alternativa de material de construcción, que podría ser resistente y además ser ecológico.
- b) Los resultados podrán beneficiar a la sociedad por ser resultados validados sobre la correcta intervención del caucho reciclado en morteros elaborados con material de la región.
- c) Se tendrá una herramienta sobre el uso de caucho reciclado en el empleo del mortero.
- d) Los alumnos y profesionales en Ingeniería Civil, así como constructores se podrán beneficiar, ya que podrán ingeniar nuevos temas a partir de esta investigación.

1.3.3. Justificación por implicancias prácticas

El desarrollo en la construcción depende directamente de encontrar nuevos materiales de construcción que den la misma seguridad y funcionamiento, que un material ya conocido, pero con características mejoradas, teniendo en cuenta que este aporte podría mejorar al mismo tiempo el cuidado al medio ambiente por medio del reciclaje de desechos de caucho.

Nos permitirá saber si la adición de caucho reciclado es una opción para mejorar las propiedades del mortero.

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo general

Analizar comparativamente las propiedades físico - mecánicas de un mortero patrón y un mortero sustituido con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13%

1.4.2. Objetivos específicos

- **Objetivo específico 01:**

Determinar la variación de la consistencia del mortero al ser sustituido el agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% con respecto al peso del agregado

- **Objetivo específico 02:**

Determinar la variación del tiempo de endurecimiento del mortero al ser sustituido el agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% con respecto al peso del agregado

- **Objetivo específico 03:**

Determinar la variación del peso volumétrico del mortero al ser sustituido el agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% con respecto al peso del agregado



- **Objetivo específico 04:**

Determinar la variación de la resistencia a compresión de un mortero adicionado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% con respecto al peso del agregado, evaluado a los 7, 14 y 28 días

- **Objetivo específico 05:**

Determinar la variación de la resistencia a flexión de un mortero adicionado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% con respecto al peso del agregado, evaluado a los 7, 14 y 28 días

1.5. Limitaciones del estudio

1.5.1. Limitaciones del material:

- Se limita al estudio del mortero como se especifica en la norma E.070 adicionado con material granular de caucho reciclado.
- Se limita el estudio del mortero de pega de unidades de albañilería.
- Se limita el uso del mortero para muros no portantes.
- Se limita el diseño de mezcla a 125 kg/cm²
- Se limita al uso de Cemento Portland IP Yura en bolsa de 42.50 kg con peso específico de 2.85gr/cm³.
- Se limita el uso de material granular proveniente de caucho reciclado
- Se limita el uso de agua potable.
- Se limita a evaluar la resistencia a compresión mediante el ensayo de compresión directa.
- Se limita a usar moldes de 5cm x5cm x 5cm, según la norma de resistencia a compresión
- Se limita a evaluar la resistencia a flexión mediante el ensayo de flexión con carga en la parte central de las muestras.
- Se limita a usar moldes de 4cm x 4cm x 16cm de dimensión, según la norma de resistencia a flexión
- Se limita a evaluar la fluidez mediante el ensayo del slump.

1.5.2. Limitación espacial

- Se limitó el uso de caucho reciclado triturado de las reencauchadoras de Saylla.
- Se limitó el uso de agregado de la cantera de Cunyac y confitillo de Huambutio.
- Equipos de ensayo universales.



CAPÍTULO II: Marco teórico

2.1. Antecedentes de la Tesis

2.1.1. Antecedentes Nacionales

Referencia N° 01:

“Análisis comparativo del módulo de elasticidad y módulo de rotura de un concreto patrón $f'c=210$ kg/cm² y un concreto $f'c=210$ kg/cm² reemplazado con fibras de ralladura de caucho y fibra de acero al agregado fino”.

Presentado por: Vania C., Bustamante Lazarte; Verónica Fernández Sánchez (Universidad Andina del Cusco, 2017)

El objetivo principal fue analizar comparativamente el módulo de elasticidad y el módulo de rotura de un concreto patrón $f'c= 210$ kg/cm² comparado con un concreto $f'c=210$ kg/cm² reemplazado con fibra de acero (2.48% del agregado fino) y fibra de ralladura de caucho al agregado fino en diferentes porcentajes y conocer si esta dosificación presenta mejor comportamiento comparado con un concreto normal. Se usó ralladura de caucho reciclado (neumáticos) con variaciones 3%, 5% y 7% del peso del agregado fino. Se realizó 120 muestras, 60 briquetas cilíndricas de 15x30 cm que fueron sometidas a ensayo de compresión para poder hallar el módulo de elasticidad y 60 viguetas de 15x15x50 para ser ensayada a flexión y poder hallar el módulo de rotura.

Conclusión:

En base a los resultados obtenidos para el módulo de elasticidad se comparó el concreto patrón con el concreto reemplazado con fibras de ralladura de caucho y fibra de acero se observó que existe una disminución respecto al concreto patrón. Sin embargo, para los datos obtenidos para el módulo de rotura, se verificó un incremento para la variación del 3% de caucho, mostrando mejores resultados que el concreto patrón.

Comentario:

Se utilizará esta referencia para tener una base de cómo trabaja el concreto adicionando caucho y como las propiedades del mismo varían.



Referencia N° 02:

“Análisis comparativo de las propiedades físico – mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del cemento con ceniza volante en porcentajes de 5%, 10% y 15%, elaborado con agregados de Cunyac y Pisac – Cusco 2017”

Presentado por: Claudia Tagle Delgado (Universidad Andina del Cusco)

Se realizó el estudio de las propiedades físico – mecánicas de un mortero patrón, con sustitución parcial del cemento por ceniza volante originaria de la central termoeléctrica Ilo 21, en porcentajes 5%, 10% y 15%. Las principales propiedades investigadas en estado seco fueron: resistencia a compresión y resistencia a flexión; la mezcla de mortero se realizó con agregados finos provenientes de las canteras de Cunyac y Pisac, cemento Portland Tipo IP. Los ensayos de resistencia a compresión y flexión se realizaron a edades de 7, 14 y 28 días. La ceniza volante como material producto de la combustión de carbón en centrales termoeléctricas fue estudiada porque presenta un incremento significativo en la resistencia a compresión del mortero, sin embargo, presenta una mayor pérdida de resistencia a flexión del mortero. Se realizaron 144 dados de mortero y 144 prismas de mortero elaborados con relación agua-cemento de 1.10.

Conclusión:

Se destacó la resistencia a compresión de 193.81 kg/cm², que fueron dados de mortero añadidos con ceniza volante al 10% a los 28 días el cual tuvo un incremento frente a un mortero patrón de 175 kg/cm².

Comentario:

Este antecedente tiene como referencia los ensayos que se realizaran al mortero según la norma E 0.70 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Referencia N° 03:

“Caucho reciclado en la resistencia a la compresión y flexión de concreto modificado con aditivo plastificante”

Presentado por: Farfán, M. Leonardo, E. (Universidad Cesar Vallejo, Trujillo)

Se evaluó las resistencias a compresión y flexión en concreto de 210 kg/cm² modificado con aditivo plastificante a edades de 7, 14 y 28 días usando en su composición caucho reciclado de 5, 10 y 15%. Se incluyeron tres grupos experimentales, con aditivo plastificante y caucho reciclado, y dos grupos control, con aditivo plastificante y sin él. La resistencia a la compresión logró valores máximos de 218.45 Kg/cm² y 212.33 Kg/cm² a 5% y 10% de caucho,



respectivamente. Para la resistencia a flexión se logró un valor máximo de 81.86 Kg/cm² para 10% de caucho. El caucho reciclado demostró ser un excelente agregado a ser empleado en mezclas de concreto a pesar de las pérdidas de resistencia mecánica, pero agregándole aditivo plastificante mejora significativamente haciendo viable su incorporación en el concreto hasta en 10%. Mediante análisis de varianza con significancia de 5%, se concluye que el porcentaje de caucho reciclado tiene efecto significativo en la resistencia a compresión y flexión en la fabricación de concreto modificado con aditivo plastificante.

Conclusión:

Se destacó que el uso del caucho y un aditivo plastificante pudo aumentar de manera significativa la resistencia a compresión del concreto modificado,

Comentario:

Esta investigación nos sirvió de referencia en cuanto a las dosificaciones de caucho que usaremos en nuestra tesis, así como algunos conceptos teóricos y bibliografías.

Referencia N° 04:

“Evaluación comparativa de las propiedades físicas y mecánicas de un mortero de cemento con sustitución del agua en peso por mucílago de opuntia ficus indica (nopal) en porcentajes del 25%, 50%, 75% y 100% elaborado con agregados de la Cantera de Cunyac y Vicho en la ciudad del Cusco”

Presentado por: Ccorimanya Quintana, Jakeline. Ochoa Ccasani, Bill Boris. (Universidad Andina del Cusco)

Se realizó el estudio de las propiedades físicas y mecánicas de un mortero de cemento con sustitución del agua en peso por mucílago de Opuntia Ficus Indica (Nopal) proveniente del distrito de Calca, provincia de Calca, departamento del Cusco, en porcentajes del 25%, 50%, 75% y 100%. La mezcla del mortero se realizó con cemento Portland tipo IP, agregado fino de las canteras de Cunyac y Vicho, mucílago de Opuntia Ficus Indica (Nopal) que fue extraído de las pencas del Nopal (tuna). La proporción con la que fue elaborada el mortero es de 1:3 (cemento: arena) esta fue tomada de la norma E 0.70 del Reglamento Nacional de Edificaciones y la relación agua cemento de 0.72. Las principales propiedades físicas evaluadas fueron: fluidez, contenido de aire y tasa de absorción; de igual forma las principales propiedades mecánicas evaluadas fueron: resistencia a la compresión y resistencia a la flexión, a través de especímenes de morteros: cubos de morteros de 5.00 x 5.00 x 5.00 cm y vigas de morteros de 4.00 x 4.00 x 16.00cm, los cuales fueron elaborados para cada porcentaje y ensayados a edades



de 3, 7, 14 y 28 días, también se evaluó la resistencia a la adherencia por flexión, para esta propiedad la fabricación de especímenes (prismas de albañilería) se realizó con unidades sólidas de albañilería tipo King Kong 18 huecos, asentados con mortero de 1.5 de espesor y ensayados a los 28 días. Adicionalmente se realizaron los ensayos necesarios de las propiedades físicas a las unidades de albañilería tipo King Kong 18 huecos fabricadas en la ciudad de Cusco, unidad de albañilería con alta demanda en el mercado cusqueño.

Conclusión:

Se concluyó que el mucílago de *Opuntia Ficus Indica* (Nopal), produce un incremento en la resistencia a la compresión y flexión sus porcentajes sustituyentes del 25% y 50% y su resistencia a la adherencia por flexión es significativamente favorable en los porcentajes de 25%, 50% y 75%.

Comentario:

Esta tesis de investigación la usamos como referencia para la proporción necesaria del mortero que es de 1:3 (cemento: arena) y la relación agua cemento de 0.72, tomadas de la norma E 0.70 del RNE.

Referencia N° 05:

“Comportamiento físico mecánico del concreto hidráulico adicionado con caucho reciclado”

Presentado por: Cabanillas Huachua, Emma Rocío (Universidad Nacional de Cajamarca)

El objetivo principal fue el de determinar el comportamiento mecánico del concreto elaborado con la adición de partículas de caucho reciclado, así como también determinar su influencia en sus propiedades físicas como su peso unitario.

Los porcentajes usados de caucho reciclado con una granulometría bien gradada con un M:F de 3.70, fueron 10%, 15% y 20% respecto al volumen del Agregado Fino en una mezcla homogénea de concreto cuya resistencia a la compresión, de diseño fue de 210 kg/cm².

Conclusión:

Se obtuvo como resultado que la resistencia mecánica a la compresión varía un 8.47% entre ambos diseños; el diseño elaborado con el 10% de adición de partículas de caucho reciclado obtuvo una resistencia de: 191.65 Kg/cm², mientras que el concreto patrón es de 209.39 kg/cm²; la diferencia de un 38.15% en la resistencia mecánica a la compresión lo obtuvo el concreto patrón y el 15% de adición de partículas de caucho reciclado obteniendo este una



resistencia a la compresión de 129.52 Kg/cm² y por último la variación del concreto patrón y el concreto elaborado con el 20% de adición de partículas de caucho reciclado fue de 46.13%, obteniendo una resistencia de 112.79 Kg/cm² el concreto adicionado el 20% de partículas de caucho reciclado.

Comentario:

Al igual que en referencias anteriores, se comparó la dosificación en el contenido del caucho para poder tomar una decisión acerca de las proporciones que serán utilizadas en esta investigación, así como los procedimientos de cada uno de los ensayos.

2.1.2. Antecedentes Internacionales

Referencia N° 01:

“Estudio para caracterizar una mezcla de concreto con caucho reciclado en un 5% en peso comparado con una mezcla de concreto tradicional de 3500 psi”

Presentado por: Pérez Oyola, Juan Carlos. Arrieta Ballén, Yeison Leonardo. (Universidad Católica de Colombia, 2017)

Esta investigación tuvo por Objetivo principal la caracterización del concreto de 3500 psi con mezcla de grano de caucho al 5% de material particulado fino y grueso en diferentes porcentajes, comparado con una mezcla tradicional.

Los resultados fueron: Con el ensayo de la resistencia a compresión la disminución fue considerable respecto al concreto tradicional, esto debido a la porosidad que se origina en las muestras con adición de caucho reciclado, además de la baja adherencia que existe entre la pasta de concreto y el caucho, este último a su baja absorción de agua no se entrelaza lo suficiente a la mezcla en estado fresco, es necesario recalcar que el caucho tiene la habilidad de experimentar grandes deformaciones elásticas antes de la falla, es decir se deforma mucho más que la pasta de concreto que lo envuelve.

La resistencia a la tracción indirecta se vio afectada de la misma forma por la sustitución de caucho reciclado, pero a los 28 días de edad fue recuperando su resistencia a la tracción, es posible que el espécimen desarrolle mucho más su resistencia con edades de curado posteriores a estos, hay que mencionar además que la mezcla con un porcentaje de caucho grueso mayor proporciona mejores características al concreto e incluso mejora la adherencia entre la pasta y el caucho, este comportamiento se presentó en el momento que sucedió las fracturas al aplicar la carga a los especímenes, estos no se separaron gracias a las propiedades de ductilidad del caucho y su capacidad de absorción de energía.



Conclusión:

Esta investigación nos da a entender que el caucho le da al mortero la propiedad de recuperar su resistencia a largo plazo, también nos indica que usar una mayor gradación de caucho puede proporcionar más resistencia en el mortero, ya que, al momento de aplicar carga a los especímenes, estos no se separaron gracias a las propiedades de ductilidad del caucho.

Referencia N° 02:

“Diseño de un material ecológico para construcción mediante la adición de caucho de llanta al concreto”

Presentado por: Hernández Morelos, Jorge Luis (Universidad Autónoma del Estado de Morelos, 2018)

En este estudio se utilizó e caucho como agregado a la mezcla de concreto, se evaluaron diferentes mezclas de concreto adicionado con caucho en tres diferentes morfologías, en forma de polvo, fibras y fibras cilíndricas, a través de ensayos destructivos, con el fin de dar un uso al caucho proveniente de las llantas de desecho que provocan gran impacto ambiental. Se realizaron mezclas de concreto con caucho en porcentajes de 5, 10, 15, 20 y 25% sin variar las proporciones del cemento, agua, arena y gravilla. Las mezclas de concreto fresco con caucho presentaron poca trabajabilidad por lo cual fue necesario la utilización de una mayor cantidad de caucho. Los resultados de las pruebas de compresión muestran una reducción en la resistencia y la deformación conforme el contenido de caucho aumenta siendo las muestras de concreto con caucho en fibras cilíndricas las de mayor resistencia en relación al contenido del caucho, sin embargo se observó que la forma de la fractura cambia de una fractura con desprendimiento de material a una fractura en la cual el material permanece en una sola pieza, además de poseer una densidad menor comparable con la de los concretos ligero, por lo cual una mezcla de concreto con 5% de caucho podría ser una mezcla óptima para la utilización en recubrimientos o en aquellas donde no se requiera una alta resistencia y si las propiedades antes mencionadas.

Conclusión:

Al igual que en la referencia anterior, nos indica que podríamos tener una mayor Resistencia si el caucho triturado no llega a ser tan fino, esta referencia nos ayudará a escoger una gradación que nos garantice una adecuada resistencia al momento de realizar los ensayos.

Referencia N° 03:

“Investigation of mechanical and durability properties of cement mortar and concrete with varying replacement levels of crumb rubber as fine aggregate”



Presentado por: Md Salamah Meherier (The University of British Columbia, 2016)

Con el aumento de producción de neumáticos de caucho se tiene mayores cantidades de desecho, que contribuyen a la degradación ambiental de nuestro planeta. Esta investigación se centra principalmente en la reutilización de caucho granulado en tanto el mortero de cemento como el concreto mediante la sustitución del 10%, 20%, 30%, 40% y 50% del volumen de agregados de arena. Los experimentos y análisis se realizan en términos de nuevas propiedades, como la resistencia a compresión, la resistencia a tracción por división, resistencia a flexión, comportamiento tensión-deformación, peso unitario y absorción de agua, como también la durabilidad, en particular la resistencia a la congelación-descongelación y la prueba rápida de permeabilidad al cloruro.

Conclusión:

Los resultados experimentales confirmaron una baja resistencia a la compresión del caucho, sin embargo, las partículas de caucho en un porcentaje de 10% de reemplazo funciono mejor con una proporción de cemento a arena de 1:2.5. por otro lado, el caucho desmenuzado hasta un 20% de reemplazo en concreto supero los 35 MPa designado resistencia a la compresión, mostrado resultados comparables con las muestras de control (sin caucho desmenuzado). Además, el concreto a base de caucho supero al concreto a base de agregados naturales en términos de rendimiento de durabilidad a largo plazo, creando posibilidades de utilizar este material de construcción en entornos hostiles.

Referencia N° 04:

“Effetti prodotti dai cementi nelle malte con materiali di riciclo”

Presentado por: Martina Salvatore (POLITECNICO DI TORINO, 2018)

El concreto es, después del agua, el material más usado en el planeta, por ende, el material de más usado en el mundo, con un consumo mundial estimado entre 21 y 31 miles de millones de toneladas. Esto tiene principalmente dos consecuencias de las cuales es inevitable preocuparse por la sostenibilidad ambiental. El primero se refiere a emisiones significativas de CO₂ involucrando en la producción de algunos de los componentes de los cuales está envasado, cemento, pero en particular el Clinker. La producción de este componente principal produce 900 kg de CO₂ por cada tonelada, lo que representa una fuerte contribución al incremento de la contaminación ambiental global. No solo eso, sino que otro aspecto problemático es representado por el uso de agregados de cantera, cuyo impacto en el paisaje es uno de los temas



ambientales más importantes de nuestro país. El reemplazo con materiales reciclados obviamente también conduciría ventajas en la eliminación de residuos de fundición y demolición en la construcción. Se realizará un reemplazo parcial de partículas de caucho obtenidos de los neumáticos fuera de uso (ELT) y reciclados. No solo para lograr garantizar un mejor desempeño ecológico, sino también para comprobar si existe una mejora de algunas prestaciones mecánicas, como densidad y ductilidad.

Conclusión:

El uso de algunos de los materiales cuya disposición contribuía al aumento de las emisiones globales de CO₂, como el caucho y el plástico, no solo permitió reducir la huella ecológica, también se ha producido algunas mejoras a las características mecánicas del propio conglomerado. Con la adición de material polimérico, se encontró un aumento en la ductilidad a expensas de una reducción de la resistencia a compresión y a flexión, como también se generó la disminución de la densidad debido al menor peso específico de los materiales polímeros en comparación con el clásico material inerte.

Referencia N° 05:

“Estudo do comportamento físico – mecânico do concreto de cimento Portland com adição de borracha de pneus”

Presentado por: Silvia Giacobbe (POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SAO PAULO, 2008)

En la actualidad el destino final de los neumáticos de desecho se ha convertido en uno de los grandes problemas ambientales que enfrenta el gobierno, este tipo de desperdicio tiene una descomposición muy lenta, baja compresibilidad, lo que da como resultado grandes volúmenes, además de dañar la naturaleza y la salud pública cuando no son enviados a un destino final ambientalmente apropiado y seguro. Entre los posibles usos de este residuo, destaca su incorporación como agregado en concreto de cemento Portland, sin embargo, varios trabajos elaborados se restringieron para evaluar el comportamiento mecánico de caucho para neumáticos en el compuesto. Esta investigación tiene como objetivo principal contribuir la propuesta de una metodología que permita correlacionar el probable comportamiento físico – mecánico del concreto con el caucho. El estudio fue elaborado a partir de resultados de ensayos en concreto dosificado con diferentes contenidos de caucho incorporado en sustitución de la masa de arena, comparándolos con los de un concreto de referencia. Los resultados permitieron concluir que cuanto mayor sea el contenido de caucho incorporado en el concreto, mayor será



la reducción de sus propiedades en comparación con el concreto de referencia, tales como: resistencia a compresión, resistencia a la tracción en flexión, módulo de elasticidad.

Conclusión:

Las resistencias mecánicas probablemente estén relacionadas con el comportamiento del caucho en la matriz que actúa como un vacío. En cuanto al concreto fresco se pudo observar una pérdida de masa específica, ya que el caucho tiene una masa específica menor que la del agregado reemplazado y también se pudo observar una reducción en la consistencia, debido a la disminución de la acción de la gravedad sobre el concreto. En la evaluación de la resistencia a la compresión y a flexión, se observó, la reducción en relación al concreto patrón. En cuanto a la tenacidad, se encontró que en los concretos de caucho es superior al de concreto patrón, sin embargo, con una tendencia disminuir con el aumento de contenido de caucho.

2.2. Bases Teórico – Científicas

2.2.1. Mortero

La palabra “mortero” deriva del latín mortarius, expresión empleada para designar el caldero que se usaba para cocer la cal. Se entiende por mortero un material plástico idóneo para cerrar las juntas, de asiento y verticales en albañilería. Los morteros también sirven para alisar las superficies de paredes, o para preservar fachadas con poca resistencia a la intemperie. (**Schmitt & Heene, 2009**)

El mortero consiste básicamente del conjunto de un aglutinante o agente adhesivo, agregados y agua, a los que se puede añadir aditivos, a fin de lograr el objetivo deseado. (**Bailey & D.W, 1996**)

Mezcla natural o artificial cuyas características constructivas en estado fresco permiten trabajarla y moldearla según la necesidad; su posterior endurecimiento y resistencia mecánica lo hace útil como material de construcción.

2.2.1.1. Origen del Mortero

El origen de los morteros está ligado a los conglomerantes. Hace 5000 años aparecen al norte de Chile las primeras obras de piedra unidas por un conglomerante hidráulico, proveniente de la calcinación de algas, estas formaban las paredes de las chozas habitadas por los indígenas.

Los egipcios emplearon morteros de yeso y de cal en sus construcciones monumentales, los constructores griegos y romanos descubrieron ciertos materiales volcánicos, que mezclados con caliza y arena producían un mortero de gran resistencia, capaz de resistir la acción del agua



(dulce o salada), estas cenizas fueron halladas en un lugar llamado Puteoli conocido como Puzzoli, es por eso que al cemento se le dio el nombre de cemento de puzolana. **(Construmática, 2014)**

2.2.1.2. Tipos de Mortero

Según **(Gutierrez, 2003)**, se pueden diferenciar dos tipos de morteros, dependiendo su endurecimiento: los aéreos, que son los que endurecen en contacto con el aire, perdiendo agua por secado y fraguan lentamente por un proceso llamado carbonatación. Y los morteros hidráulicos que endurecen bajo el agua, debido a que desarrollan resistencias iniciales parcialmente altas.

Teniendo en consideración los materiales que los componen pueden ser:

a) Morteros Calcáreos:

Las cales aéreas más conocidas son la cal blanca y la cal gris (dolomítica); en los morteros aéreos la arena tiene como función primordial evitar el agrietamiento por las contracciones del mortero al ir perdiendo el agua de amasado. Se aconseja que la arena sea de partículas angulares y que esté libre de materia orgánica. La proporción de cal-arena más usada para revoque es de 1:2 y para mampostería simple de 1:3 o de 1:4. Si la proporción aumenta el mortero pierde ductilidad y trabajabilidad. **(Gutierrez, 2003)**

b) . Morteros de Yeso

Se preparan con yeso hidratado con agua. El contenido de agua es variable según el grado de cocción, calidad y finura de molido del yeso. En obras corrientes se agrega el 50%, para estucos el 60% y para moldes el 70%. El mortero se prepara a medida que se necesita, pues comienza a fraguar a los cinco minutos y termina más o menos en un cuarto de hora. **(Gutierrez, 2003)**

c) Morteros de Cal y Yeso

Son aconsejables cuando se busca gran trabajabilidad, buena retención de agua

y alta resistencia (superior a la de los morteros de cal; en estos morteros se sustituye parte del cemento por cal, razón por la cual se les conoce también como Morteros de Cemento Rebajado.

Si el contenido de cemento es alto, el mortero será de alta resistencia y de poco tiempo entre amasado y colocación, será más o menos trabajable y tiene una contracción del 3% si el mortero es seco; en cambio si el contenido de cal es alto tendrá menor



resistencia, será mayor el tiempo entre amasado y colocación, será más plástico y permeable, pero tendrá mayor retracción.

Si el contenido de arena es alto, la resistencia disminuirá y será poco trabajable, pero tendrá poca retracción. El mortero para mampostería sin refuerzo debe ser del tipo M, S o N. (Gutierrez, 2003)

Tabla 1: Clasificación de los morteros de pega para mampostería simple según resistencia a la compresión a 28 días y según su dosificación

Mortero	Resistencia a la compresión			Cemento Portland	Cemento albañilería	Cal	Agregado fino suelto
	Mpa	Kg/cm ²	Psi				
M	17.2	175	2500	1.00-1.00	1-0	0.25	Entre 2.25 y 3 veces la suma de cemento y cal empleado
S	12.4	126	1800	0.50-1.00	1-0	0.25 a 0.50	
N	5.2	53	750	0.00-1.00	1-0	0.50 a 1.25	
O	2.4	25	350	0.00-1.00	1-0	1.25 a 2.50	
K	0.5	5	75	1.00	0-0	2.50 a 4.00	

FUENTE: (Gutierrez, 2003)

Tabla 2: Clasificación ASTM C-476 de morteros de pega para mampostería reforzada según resistencia a la compresión a 28 días y según dosificación (partes por volumen)

Mortero	Resistencia a la compresión			Cemento Portland	Cemento albañilería	Cal	Agregado fino suelto
	MPa	Kg/cm ²	psi				
PM	17.2	175	2500	1	1	0.25	2.25 a
PL	17.2	175	2500	1	-	a 2.50	3.00

FUENTE: (Gutierrez, 2003)

Los morteros de relleno son los que se vierten en el interior de los muros con el fin de incrementar la sección neta resistente del muro y favorecer la unión entre la mampostería y el refuerzo.



Tabla 3: Morteros de relleno según la norma ASTM C-476

Relleno	Cemento Portland	Cal	Agregado Fino suelto	Agregado grueso
Relleno fino	1	0 a 0.1	2.25 a 3.0	-
Relleno grueso	1	0 a 0.1	2.25 a 3.0	1 a 2

Fuente: (Gutierrez, 2003)

d) Mortero de Cemento

Este mortero posee altas resistencias y sus condiciones de trabajabilidad varían de acuerdo a la proporción de cemento y arena utilizados. Es hidráulico y en su elaboración se debe tener en cuenta que haya el menor tiempo posible entre el amasado y la colocación; usualmente se mezcla en obra, revolviendo primero el cemento y la arena y después adicionando el agua. (Gutierrez, 2003).

En algunos morteros se emplean arenas con ligeros contenidos de arena o arcilla, para poder brindar una mayor y mejor trabajabilidad, no obstante, este tipo de morteros no son muy resistentes.

Si el mortero posee muy poco cemento, el conglomerado se vuelve áspero y muy poco trabajable puesto que las partículas de arena chocan entre sí, ya que no existe suficiente pasta de cemento que actúe como lubricante. Por otra parte, si el mortero cuenta con un alto contenido de cemento, es muy resistente, y muy susceptible de agrietarse; estos morteros son utilizados en elementos que requieran altas resistencias, tales como muros de contención o cimientos. (Gutierrez, 2003)

2.2.1.3. Usos de Mortero

Según la RNE E 070, los morteros se clasifican en: tipo P, empleado en la construcción de muros portantes; y NP, utilizados en los muros no portantes.

Tabla 4: Tipos de mortero

Tipos de Mortero				
Componentes				Usos
Tipo	Cemento	Cal	Arena	
P1	1	0 a 1/4	3 a 3 1/2	Muros Portantes
P2	1	0 a 1/2	4 a 5	Muros Portantes
NP	1	-	Hasta 6	Muros no Portantes

FUENTE: (Normas Legales E.070 - Albañilería, 2006)



Según (**Gutierrez, 2003**): Los morteros pueden tener una función estructural, y pueden usarse entonces en la construcción de elementos estructurales, o en la mampostería estructural en donde puede ser de pega o de relleno en las celdas de los muros.

a) Mortero de Pega:

Debe poseer propiedades especiales, distintas a los morteros utilizados para otros fines ya que está sometido a condiciones especiales en el proceso constructivo, y también deben poseer una resistencia adecuada puesto que deben absorber esfuerzos de tensión y compresión. (**Gutierrez, 2003**)

b) Mortero de Recubrimiento:

La función principal de este mortero es la de embellecimiento, y de proporcionar una superficie uniforme para aplicar algún acabado, no necesitan una resistencia determinada; en este caso la plasticidad es más importante. (**Gutierrez, 2003**)

c) Mortero de Relleno:

Son usados para rellenar las juntas horizontales y verticales en los tabiques estructurales, y al igual que el mortero de pega debe poseer una adecuada resistencia. (**Gutierrez, 2003**)

d) Concreto Líquido o Grout:

Es un material de consistencia fluida que resulta de mezclar cemento, agregados y agua, pudiéndose adicionar cal hidratada normalizada en una proporción que no exceda de 1/10 del volumen de cemento u otros aditivos que no disminuyan la resistencia o que originen corrosión del acero de refuerzo. (**Gutierrez, 2003**)

El concreto líquido o grout se emplea para rellenar los alvéolos de las unidades de albañilería en la construcción de los muros armados, y tiene como función integrar el refuerzo con la albañilería en un sólo conjunto estructural. Para la elaboración de concreto líquido o grout de albañilería, se tendrá en cuenta las Normas NTP 399.609 y 399.608. (**RNE, 2006**)



Tabla 5: Uso de los morteros de cemento

PROPORCIÓN	USOS
1:1	Mortero muy rico para impermeabilizaciones. Rellenos
1:2	Para la impermeabilización, también para muros de tanques subterráneos. Rellenos
1:3	Impermeabilizaciones menores. Pisos
1:4	Sirve para 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	Para pega en construcciones que se demolerán. También en estabilización de taludes en cimentaciones.

FUENTE: (Sanchez, 1993)

2.2.1.4. Propiedades del Mortero (Cemento – Arena)

Dentro de los beneficios que ofrece un mortero existen dos etapas diferenciadas por su estado físico, que se designan como estado fresco y estado endurecido. La primera fase corresponde al mezclado y amasado. Su período varía con respecto al tiempo de fraguado, así como por la temperatura, humedad, etc.

Esta etapa permite la puesta en obra del mortero. En su próxima fase el mortero endurece hasta consolidarse. Es importante diferenciar las diversas propiedades en función a la fase en la que se encuentre el mortero. (Construmática, 2014)

2.2.1.4.1. Propiedades del Mortero en estado Fresco

a) Consistencia

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.

Define la manejabilidad o trabajabilidad del mismo. En algunos manuales se denomina plasticidad, pero ésta es un grado de consistencia como veremos.

La consistencia requerida se consigue en obra mediante la adición de agua, ésta varía en función a la granulometría de los agregados finos, o de aditivos, condiciones ambientales, así como la cantidad de agua de la base donde se aplica. Una mejora de la trabajabilidad del mortero se consigue con la adición de cal, plastificantes o aireantes. (Construmática, 2014)

b) Retención de Agua



De esta propiedad depende la trabajabilidad mortero, la retención de agua se encuentra con la superficie específica de las partículas de agregado fino y con la viscosidad de la pasta. El mortero conserva el agua precisa para hidratar la superficie de las partículas del cemento y los agregados, así como las burbujas de aire incluidos, al agua que se encuentre en exceso la cederá al soporte sobre el que se aplica.

Esta propiedad influye en el grado de hidratación del cemento, lo que determinará el endurecimiento del mortero. Al aplicar mortero sobre una superficie es fundamental que éste se encuentre endurecido, para que así no capture el agua de amasado del mortero, de este modo se disminuye la succión que dicho soporte realice en el mortero en estado fresco.

Otro factor que favorece esta succión de agua al mortero proviene de factores externos como las temperaturas elevadas y el viento. En este caso se recomienda subsanar el agua sustraída mediante el curado del mortero en su proceso de fraguado.

Los morteros bien dosificados y amasados también pueden llegar a desprenderse sin adquirir resistencia y adherencia, por la falta de hidratación del cemento. Las propiedades del mortero en estado fresco influyen enormemente en el comportamiento de éste en su estado endurecido. **(Construmática, 2014)**

2.2.1.4.2. Propiedades del Mortero en estado Endurecido

a) Adherencia

Es una propiedad fundamental, porque determina la unión entre el mortero y el soporte en el que se coloca, es especialmente importante en morteros para revocos.

Una baja adherencia podría causar desprendimiento en las unidades de albañilería interiores o exteriores, en el caso de los tarrajeos, los desprendimientos del mortero causan la desprotección de la fachada.

El mortero se coloca en estado fresco sobre la superficie de soporte, éste debe ofrecer suficientes posibilidades de anclaje y porosidad para que el cemento penetre en los poros del soporte, al irse formando las agujas de cemento hidratado y completando el proceso de fraguado, se producen nuevos puntos de anclaje entre el mortero y la pieza sobre la que se une. **(Construmática, 2014)**



La adherencia es una propiedad innata de los morteros y según **Menendez**, es la característica que poseen los morteros de adherirse a los materiales con los cuales están en contacto.

Esta es para diversos autores, investigadores, profesores, constructores y albañiles la propiedad más importante que deben cumplir los morteros, aunque no son muchos los que han realizado un trabajo de investigación o técnico para determinar que valores de resistencia deben alcanzar los mismos. (**Menendez, 1946**)

b) Resistencia a la Compresión

Es la medida para observar la capacidad que tiene el mortero de soportar esfuerzos. Como la resistencia a la compresión está influenciada por la hidratación del cemento y esta a su vez determina las propiedades físicas del mortero endurecido, es posible que mediante los resultados de resistencia inferir otras propiedades. (**Construmática, 2014**)

c) 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. (**Construmática, 2014**)

d) 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. El resultado de esto es que la junta de mortero no es tan buena, y se pueden producir grietas que favorezcan alguna filtración. (**Construmática, 2014**)

2.2.2. Componentes

2.2.2.1. Cemento

Se utiliza el cemento portland tipo I. Cuando se emplee cemento puzolánico IP, se recomienda preparar una mezcla más rica (bajando medio volumen a la arena) para lograr la misma resistencia que con un cemento tipo 1. El peso volumétrico del cemento es 1500 kg/m³, y se vende en bolsas de un pie cúbico con 42.5 kg de peso.

En el Perú hubo dos intentos para introducir el Cemento de Albañilería (mezcla de cemento portland, puzolana, escorias, cal hidráulica con piedra caliza, tiza, talco, arcilla, conchas marinas, etc.) por parte de las compañías Cementos Lima y Cementos Yura, sin ningún éxito; observándose que mezclas 1:4 proporcionaban resistencias a compresión diez veces menores que las obtenidas con cemento portland tipo 1. (**Bartolomé, 1994**)



Material pulverizado que por adición de una cantidad conveniente de agua forma una pasta aglomerante capaz de endurecer, tanto bajo el agua como en el aire. **(RNE, 2006)**

Es un aglomerante hidráulico que se obtiene moliendo finamente el producto de la cocción, llevada por lo menos hasta principio de aglutinación (clinkerización), de mezclas de primeras materias debidamente dosificadas que contengan cal, sílice, alúmina y óxido férrico, procediendo después, si es preciso, a oportunas adiciones cuando se realiza el molido final. Alcanza resistencias elevadas y es estable en el agua. **(Schmitt & Heene, 2009)**

Las categorías de los cementos se establecen en función de sus resistencias mecánicas y se fijan según la resistencia mínima a compresión exigida en mortero normal a la edad de veintiocho días.

2.2.2.1.1. Cemento Portland tipo IP

Cemento al que se le ha añadido puzolana en un porcentaje que oscila entre 15% y 40% del peso total. La puzolana es un material sílico aluminoso que por sí mismo posee poco o ningún valor cementicio pero que, dividido finamente, con la presencia de agua y a la temperatura ambiente normal, es capaz de reaccionar químicamente con el hidróxido de calcio para formar compuestos con propiedades cementicias. **(Yura, 2014)**

Tabla 6: Cemento portland

Cemento Portland	
Peso específico	2.85 gr/cm ³
Superficie específica	4700 cm ² /gr

FUENTE: **(Rivva, 2000)**

2.2.2.2. Arena

Se agrega a los aglomerantes para atenuarlos y reducir así la contracción de la masa que experimentaría el aglomerante puro.

Hay que distinguir entre: arenas naturales (arenas de minas, cantera o yacimientos, arenas de río, de mar y de dunas); arenas de triturada (piedras trituradas artificialmente). Cuando su granulometría esta entre 0.2 y 1.0 mm, se denomina arena media o fina, y puede ser natural o de trituradora.

Si su granulometría está entre 1 y 3 mm, se considera arena gruesa, y también puede ser natural o de trituradora. **(Schmitt & Heene, 2009)**



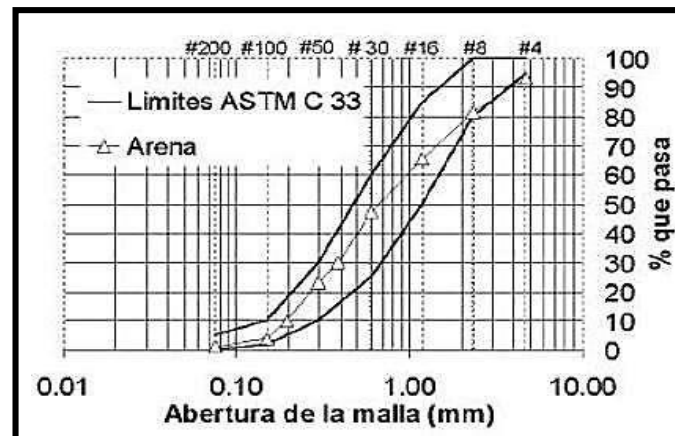
La composición granulométrica y la forma de los granos influyen esencialmente en las propiedades del mortero.

Las arenas de grano mezclado son las más favorables. La pasta del aglomerante, que incluye los granos finos de arena, actúa como una cola para la unión de los granos más gruesos. Por lo tanto, se necesita menor cantidad de aglomerante. En cambio, si falta la fracción fina de la arena, se necesita mayor cantidad de aglomerante para rellenar los huecos que en tal caso se producen. El grano más favorable es el que tiene todas sus dimensiones parecidas y a ser posible, de forma cúbica. (Schmitt & Heene, 2009)

Según (RNE, 2006) El agregado fino será arena gruesa natural, libre de materia orgánica y sales, se aceptarán otras granulometrías siempre que los ensayos de pilas y muretes que proporcionen resistencias según lo especificado en los planos.

- a) No deberá quedar retenido más del 50% de arena entre dos mallas consecutivas.
- b) El módulo de fineza estará comprendido entre 1,6 y 2,5.
- c) El porcentaje máximo de partículas quebradizas será: 1% en peso.
- d) No deberá emplearse arena de mar.
- e) Además de considerarse lo indicado en la norma la NTP 334.097

Figura 1: Granulometría de Agregado Fino



FUENTE: (ASTM, 2018)

a) **Granulometría del Agregado Fino:**

Agregado fino se le denomina aquel agregado que pasa la malla 3/8 y la N° 4 y es retenido casi completamente en la malla N°200 y que cumple con los requisitos establecidos en la norma.

En general es recomendable que la granulometría se encuentre dentro de los siguientes límites:



Tabla 7: Granulometría de Agregado Fino

Malla ASTM	% que pasa
N° 4 (4.75 mm)	100
N° 8 (2.36 mm)	95 a 100
N° 16 (1.18 mm)	70 a 100
N° 30 (0.60 mm)	40 a 75
N° 50 (0.30 mm)	10 a 35
N° 200 (0.075 mm)	2 a 15
N° 100 (0.015 mm)	Menos de 2

FUENTE: (Normas Legales E.070 - Albañilería, 2006)

El control de la granulometría se aprecia mejor mediante un gráfico, en la que las ordenadas representan el porcentaje acumulado que pasa la malla, y las abscisas, las aberturas correspondientes.

b) Peso Específico

La presente Norma Técnica Peruana (NTP 400.022, 2012) establece un procedimiento para determinar el peso específico seco, el peso específico saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción (después de 24 horas) del agregado fino.

A fin de usar estos valores tanto en el cálculo y corrección de diseños de mezclas, como en el control de uniformidad de sus características físicas.

Equipos y Materiales:

Según la (NTP 400.022, 2012)

- Balanza: Sensible a 0,1 % del peso medido y con capacidad de 1000 g o más.
- Frasco: Frasco volumétrico de 500 cm³ de capacidad, calibrado hasta 0,1 cm³ a 20 °C
- Molde cónico: Metálico de 40 mm ± 3 mm de diámetro en la parte superior, 90 mm ± 3 mm de diámetro en la parte inferior, y 75 mm ± 3 mm de altura.
- Barra compactadora: Metal de 340 g ± 15 g de peso con un extremo de superficie plana circular de 25 mm ± 3 mm de diámetro.
- Estufa: Una estufa capaz de mantener una temperatura uniforme de 110 °C±5°C.

Preparación de la Muestra:

Según la (NTP 400.022, 2012)



- Se introduce de inmediato en el frasco una muestra de 500 gramos del material preparado, se llena de agua hasta alcanzar aproximadamente la marca de 500 cm³ a una temperatura de 23 °C ± 2 °C.
- Después de una hora se llena con agua hasta los 500 cm³ y se determina el peso total del agua introducida en el frasco con aproximación de 0,1 g.
- Se saca el agregado fino del frasco, se seca a peso constante a una temperatura de 110 °C ± 5 °C, se enfría a temperatura de ambiente en un secador durante 1 hora a 1 1/2 hora y se pesa.

Expresión de Resultados:

- **Peso Específico de Masa (PEM)**

Ecuación 1: Peso Específico de Masa

$$PEM = \frac{W_o}{V - V_a} \times 100$$

FUENTE: (NTP 400.022, 2012)

- **Peso Específico de Masa Saturado con Superficie Seca (PESSS)**

Ecuación 2: Peso Específico de Masa Saturado con Superficie Seca

$$PESSS = \frac{500}{V - V_a} \times 100$$

FUENTE: (NTP 400.022, 2012)

- **Peso Específico Aparente (PEA)**

Ecuación 3: Peso Específico Aparente

$$PEA = \frac{W_o}{(V - V_a) - (500 - W_o)} \times 100$$

FUENTE: (NTP 400.022, 2012)

Donde:

- **PEM** = Peso específico de masa
- **PESSS** = Peso específico de masa saturado con superficie seca
- **PEA** = Peso específico aparente
- **W_o** = Peso en el aire de la muestra secada en el horno (g)



- V = Volumen del frasco en cm^3
- V_a = Peso en gramos o volumen en cm^3 de agua añadida al frasco.

c) Contenido de Humedad:

Es la cantidad de agua superficial retenida en un momento determinado por las partículas de agregado.

Es una característica importante pues contribuye a incrementar el agua de mezcla en el concreto, razón por la que se debe tomar en cuenta conjuntamente con la absorción para efectuar las correcciones adecuadas en el proporcionamiento de las mezclas, para que se cumplan las hipótesis asumidas. (NTP 339.185, 2013)

Equipos y Materiales:

- Balanza: Sensible a 0,1 % del peso medido y con capacidad de 1000 g o más.
- Tara: Taras codificadas para cada tipo de Agregado.
- Horno: Capacidad de mantener temperatura de $110 \pm 5^\circ$.

Preparación de la Muestra:

- Se pesaron los recipientes vacíos, en una balanza electrónica, los cuales nos proporcionaron resultados precisos.
- Colocar las muestras en cada recipiente
- Se toma el peso de la tara más el peso de cada muestra.
- Se coloca las muestras dentro del horno a 110° por 24 horas.
- Después de haber pasado las 24 horas, retiramos las muestras del horno con guantes y dejar enfriar a temperatura ambiente.
- Se pesa la muestra seca más los recipientes en gramos.

Expresión de Resultados:

- Porcentaje de Contenido de Humedad (W%)

Ecuación 4: Porcentaje de Contenido de Humedad

$$W\% = \frac{W_i - W_f}{W_f} \times 100$$

FUENTE: (NTP 339.185, 2013)

Donde:



- $W\%$ = Porcentaje de contenido de humedad (%)
- W_i = Peso húmedo (g)
- W_f = Peso Seco (g)

d) **Peso Unitario**

Este método de ensayo cubre la determinación del peso unitario suelto o compactado y el cálculo de vacíos en el agregado fino, grueso o en una mezcla de ambos, basados en la misma determinación. Este método se aplica a agregados de tamaño máximo nominal de 150 mm. (NTP 400 017, 2013)

Equipos y Materiales

- Balanza: Sensible a 0,1 % del peso medido y con capacidad de 1000 g o más.
- Varilla de Apisonado: Varilla de acero liso, redondeada de 16 mm de diámetro y 600 mm de longitud.
- Recipiente: Un recipiente cilíndrico de metal, hermético a prueba de agua, con bordes superiores e inferiores firmes y parejos y suficientemente rígido.
- Pala o Cucharón: Una pala o cucharón de un tamaño conveniente para llenar el recipiente con el agregado.

Preparación de la Muestra

- Primero se determina el peso y volumen de la muestra.
- Colocar la arena en tres capas
- En cada capa se empareja con la mano y se apisona 25 golpes con la varilla de manera uniforme.
- Una vez que esté lleno el molde, se enrasa la superficie con la varilla.
- Pesar el molde con el agregado compactado.

Expresión de Resultados

- Cálculo de Peso Unitario

Ecuación 5: Cálculo de Peso Unitario

$$M = \frac{G - T}{V}$$

FUENTE: (NTP 400 017, 2013)

Dónde:



- **M** = Peso Unitario del agregado en kg/m³
- **G** = Peso del recipiente de medida más el agregado en kg
- **T** = Peso del recipiente de medida en kg (lb)
- **V** = Volumen de la medida en m³

e) **Materia Orgánica**

Según (MTC E. 213, 2016), tiene el objetivo de establecer el procedimiento que debe seguirse para determinar la presencia de materia orgánica en el agregado fino usado en la preparación de morteros o concretos de cemento hidráulico.

Equipos y Materiales

- Frascos de vidrio incoloro, de unos 350 ml, con tapas herméticas.
- Reactivos: solución de hidróxido de sodio
- Agua destilada.

Preparación de la Muestra

Se coloca el agregado fino en frasco hasta completar un volumen de 130 ml, se añade la solución de hidróxido de sodio el 3%, se tapa el frasco y agita vigorosamente y se deja reposar 24 horas, según el color del líquido se puede utilizar los 5 vidrios de colores (MTC.E.213-2000, N.E)

Tabla 8: Vidrios de color para el ensayo de Materia Orgánica

Color Gardner Estándar N°	% que pasa
5	1
8	2
11	3 (Estándar)
13	4
16	5

FUENTE: (MTC E. 213, 2016)

2.2.2.3. Agua

Es un elemento indispensable para los procesos de fraguado y endurecimiento del aglomerante. (Schmitt & Heene, 2009).

El agua deberá ser potable, libre de material orgánicas y de sustancias deletéreas (aceites, ácidos, etc.). El uso de agua de mar debe evitarse pues produce eflorescencia en el mortero por las sales que contenga y la corrosión del refuerzo en caso existiese. (Bartolomé, 1994)



- **Agua de Amasado**

Participa en las raciones de hidratación del cemento, confiere al mortero la trabajabilidad necesaria, la cantidad de agua de amasado debe limitarse al mínimo estrictamente necesario. Pues si existe un exceso de agua esta se evapora y crea una serie de huecos en el mortero, disminuyendo la resistencia, y si existe un déficit de agua en el amasado origina masas poco trabajables. (NTP 339.088, 1982)

2.2.2.4. Curado con Agua

El curado se define como el proceso de mantener un contenido de humedad satisfactorio y una temperatura favorable en el concreto, durante la hidratación de los materiales cementantes, de manera que se desarrollen en el hormigón las propiedades deseadas. (Rivva, 2000)

Tipos de Curado

a) Curado por inmersión:

Es el método más completo de curado. Se usa cuando se trata de losas para pisos, puentes o pavimentos, techos planos (azoteas), es decir, en cualquier lugar donde sea posible almacenar agua con una altura pequeña.

b) Curado por aspersión:

El rociado de niebla o aspersión mediante boquillas o aspersores proporciona un curado excelente, cuando la temperatura es bastante superior a la congelación. La aspersión o rociado intermitentes son recomendables si permiten que seque la superficie del concreto.

c) Curado con tierra

El curado con tierra mojada se emplea con éxito en losas y pisos pequeños. Lo principal es que la tierra esté libre de partículas mayores de 1'' (25 mm) y que no contenga cantidades peligrosas de material orgánica.

d) Curado con arena y aserrín

La arena limpia y el aserrín mojado se emplean para el curado de la misma forma que la tierra. El aserrín mojado no debe contener cantidades excesivas de ácido tánico.



2.2.3. Caucho:

En la industria del caucho se utilizan dos tipos de caucho; el natural y el sintético. Éste último, obtenido a través de diferentes polímeros, sirve para la fabricación de una gran variedad de productos como son, neumáticos, correas transportadoras, esponjas, pegamentos, entre otros. Por otra parte, el caucho natural se produce principalmente en el sudeste asiático y se usa principalmente para; neumáticos, calzado, mangueras, guantes, entre otros. **(Beliezky, 2007)**

El caucho es uno de los materiales más utilizados en la industria, desde que en 1983 Goodyear descubrió la vulcanización y permitió aprovechar las propiedades del caucho derivadas de su elasticidad. El módulo de alargamiento del caucho vulcanizado puede variar, mientras que del acero es siempre del orden de los 20.000 kg/mm² y con la aparición de los cauchos sintéticos (resistentes al envejecimiento y a numerosos agentes químicos) **(Nemerow, 1998)**

Figura 2: Extracción del caucho

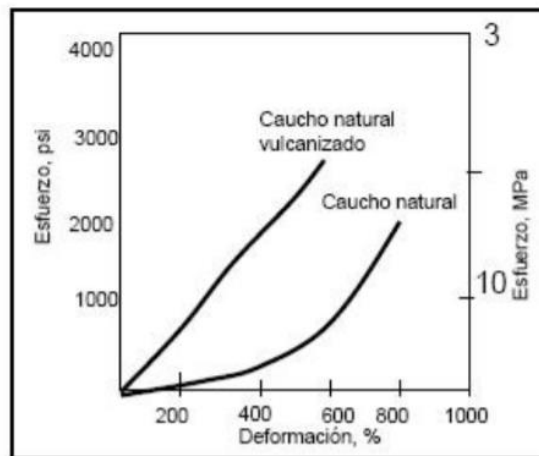


FUENTE: (Rubber, 2016)

El caucho es un hidrocarburo elástico, que se extrae de una emulsión lechosa que surge en la savia de varias plantas, pero que también puede ser producido sintéticamente. La principal fuente comercial de látex es un árbol llamado *Hevea brasiliensis*. Otras plantas que contienen látex son el ficus euphorkingdom heartsbias y el diente de león común

El proceso de vulcanización a que se someten los neumáticos es un entrelazamiento de cadenas de polímeros con moléculas de azufre a alta presión y temperatura, dicho proceso genera un material elastomérico que anteriormente era un material termoplástico. **(Castro, 2008)**

Figura 3: Curva esfuerzo – deformación de caucho natural vulcanizado y caucho natural



FUENTE: (Castro, 2008)

2.2.3.1. Tipos de caucho

El caucho no es una sola sustancia, está formado por varios tipos de caucho, entre los que destacan:

1. **Caucho natural:** Se obtiene de un líquido lechoso de color blanco llamado látex, que se encuentra en numerosas plantas. En estado natural, el caucho aparece en forma de suspensión coloidal en el látex de plantas productoras de caucho.
2. **Caucho sintético:** Es toda sustancia elaborada artificialmente que se parece al caucho natural. Se obtiene por reacciones químicas, conocidas como condensación o polimerización, a partir de determinados hidrocarburos insaturados. Los compuestos básicos del caucho sintético llamados monómeros, tienen una masa molecular relativamente baja. Después de su fabricación, el caucho sintético se vulcaniza.
3. **Neopreno:** El neopreno es resistente al calor y a productos químicos como aceites y petróleo y como aislante para cables y maquinaria.
4. **Caucho isobutileno-isopreno:** Es un plástico y puede trabajarse como el caucho natural, pero es difícil de vulcanizar. Aunque no es tan flexible como el caucho natural y otros sintéticos, es muy resistente a la oxidación y a la acción de productos corrosivos. Debido a su baja permeabilidad a los gases, se utiliza en los tubos interiores de las llantas de automóviles.

La composición del caucho varía ampliamente dependiendo del origen de la materia prima, pero el constituyente más útil es del tipo de hidrocarburo, el cual llega a sumar hasta el 90% del caucho de las plantaciones de cultivo. (Nemerow, 1998)



2.2.3.3. Propiedades mecánicas del caucho:

El caucho bruto adquiere gran deformación permanente debido a su naturaleza plástica. La plasticidad del caucho varía de un árbol a otro y también depende de la cantidad de trabajo dado al caucho desde el estado látex, de las bacterias que lo acompañan e influyen en su oxidación y de otros factores. La plasticidad puede modificarse dentro de ciertos límites por la acción de productos químicos.

Las propiedades mecánicas son asociadas con la reacción a las diversas fuerzas aplicadas las cuales son

- a) **Dureza shore:** Que se basa en la reacción elástica del caucho cuando dejamos caer sobre él un material más duro produciendo rebote.
- b) **Resistencia al impacto:** Es la medida de la dureza de un material, según la energía necesaria para romper una muestra de un solo golpe.
- c) **Índice de resistencia a la abrasión:** Es la medida de la resistencia de una pieza de caucho vulcanizado con relación a la de un estándar en las mismas condiciones.
- d) **Adhesión:** Es el estado en el que dos superficies se mantienen unidas por fuerzas interfaciales.
- e) **Alargamiento de rotura:** es la extensión producida por tensión de tracción
- f) **Deformación permanente:** Es la cantidad por la cual un material elástico no retorne a su forma original después de la deformación.
- g) **Deformación por compresión:** Es la deformación residual del material después de la eliminación de la tensión de compresión
- h) **Envejecimiento térmico:** Consiste en hacer envejecer aceleradamente en aire u oxígeno a temperaturas elevadas durante períodos de tiempo específicos. El deterioro se observa en general como un cambio de las propiedades originalmente medidas.
- i) **Resistencia al envejecimiento:** Es la resistencia al deterioro por el oxígeno, el calor, la luz y el ozono o combinaciones de los mismos durante el almacenamiento o uso.
- j) **Elasticidad:** Es la propiedad de la materia en la cual se tiende a volver a su tamaño y forma original después de la eliminación de la tensión que causó la deformación.
- k) **Flexibilidad:** Es la capacidad de un producto a ser flexionado, doblado sin pérdida de utilidad
- l) **Resistencia a la tensión:** Es el esfuerzo de tensión máxima aplicada durante el estiramiento hasta la ruptura
- m) **Resiliencia:** Es la energía de deformación (por unidad de volumen) que puede ser recuperada de un cuerpo deformado cuando cesa el esfuerzo que causa la deformación,



- n) **Resistencia eléctrica:** Es toda oposición que encuentra la corriente a su paso por un circuito eléctrico cerrado.
- o) **Resistencia al desgarramiento:** Del caucho es la fuerza necesaria para desgarrar una pieza de caucho bajo condiciones específicas.
- p) **Rigidez:** Es la temperatura a la cual un elemento puede soportar esfuerzos sin adquirir grandes deformaciones o desplazamientos

Tabla 9: Propiedades físicas de los elastómeros típicos

	Vulcanizado de goma pura		Vulcanizados reforzados con negro de carbón	
	Resistencia a la tracción (kg/cm ²)	Alargamiento (%)	Resistencia a la tracción (kg/cm ²)	Alargamiento (%)
Caucho natural	210	700	315	600
Caucho de estireno butadieno SBR	28	800	265	550
Caucho de acrilonitrilo butadieno NBR	42	600	210	550
Thiokol	21	300	175	400
Neopreno	245	800	85	400
Caucho de butilo	210	1000	245	700

FUENTE: (Seymour, 2002)

2.2.3.4. Propiedades físicas y químicas del caucho:

- El caucho puro es insoluble en agua, álcali o ácidos débiles, y solubles en benceno, petróleo, hidrocarburos clorados y disulfuro de carbono, con agentes oxidantes químicos se oxida rápidamente, pero con el oxígeno de la atmosfera lo hace lentamente.
- La densidad del caucho a 0°C es de 0.950, y a 20°C es de 0.934, el caucho bruto deshelado después de la masticación por cilindros fríos no varía de densidad.
- El caucho bruto absorbe agua. Los coagulantes usados en el látex al preparar el caucho afectan al grado de absorción de agua, usando ácido clorhídrico, sulfúrico o alumbre se obtiene cauchos con poder de absorción relativamente elevado. El poder de absorción de agua del caucho purificado es muy bajo. (Castro, 2008)



2.2.3.5. Vulcanización:

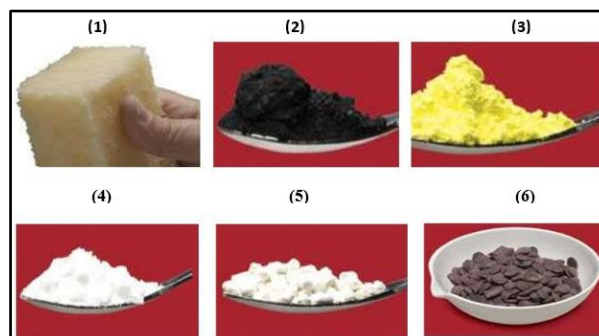
Consiste en aplicar calor en el caucho crudo en presencia de azufre para modificar las propiedades.

El azufre inicia puentes entre las cadenas lineales, estos unen las moléculas creando una mayor o menor extensión entre sí, las propiedades resultantes son más resistencia en el caucho y de por sí una mayor duración, mayor estabilidad, elasticidad y es resistente al ataque químico. El vulcanizado es un proceso de curado irreversible los el cual el caucho adquiere propiedades de los materiales termoestables es decir no se fundirán con el calor. (Morelos, 2019)

2.2.3.6. Neumáticos

Los neumáticos son fabricados a partir del caucho sintético, al que se le añaden distintos componentes que le dan el color oscuro e incluso la resistencia que necesita. El siguiente gráfico muestra algunos de estos componentes que son añadidos.

Figura 4: Componentes de los neumáticos



FUENTE: (Castro, 2008)

- (1) **Trozo de caucho**, tomado de un fardo en la planta.
- (2) **Humo negro**, componente de gran importancia en los neumáticos, brinda resistencia contra la abrasión mientras protege al caucho de la luz ultravioleta.
- (3) **Azufre**, durante el vulcanizado, el azufre une a las moléculas de caucho entre sí, proporcionándoles resistencia tanto al frío como al calor.
- (4) **Resinas y pigmentos de zinc**, se añaden en pequeñas cantidades para ayudar a controlar el vulcanizado previene la oxidación y facilitan el procesamiento del caucho.
- (5) **Acelerantes**, se utilizan para controlar la proporción de vulcanizado, razón por la cual los distintos tipos de caucho pueden vulcanizarse completamente en el



mismo lapso de tiempo.

- (6) **Antioxidantes y antiozonantes**, se agregan al caucho para combatir los efectos del oxígeno y del ozono, que acortan la vida útil de los neumáticos. (Castro, 2008)

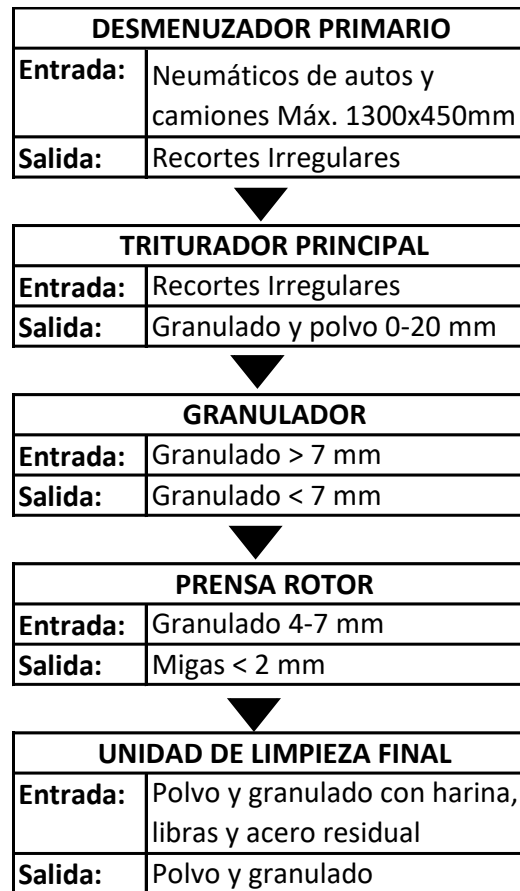
2.2.3.7. Reciclaje de neumáticos

Actualmente se usan distintos métodos para el reciclaje de los neumáticos, se explicarán algunos de aquellos a continuación:

- a) **Incineración:** Proceso por el cual se produce combustión de materiales orgánicos del neumático a altas temperaturas en hornos con materiales refractarios de alta calidad. Es un método de reciclaje muy costoso y además presenta inconveniente de la diferente velocidad de combustión de los diferentes componentes y la necesidad de depuración de los residuos por lo que no resulta tan fácil de controlar, también posee factores contaminantes que son muy perjudiciales para la salud de un ser humano.
- b) **Termólisis:** Consta de un sistema en el cual se somete a los materiales de residuos de neumáticos a un calentamiento en un medio en el cual no existe oxígeno. Las altas temperaturas y la ausencia de oxígeno tienen efecto de destruir los enlaces químicos. Se puede obtener los compuestos originales del neumático, por lo que es el método que consigue la recuperación total de los componentes del neumático.
- c) **Trituración criogénica:** Para dicho método se necesita instalaciones complicadas por lo cual no lo hace un método rentable económicamente, y el mantenimiento de la máquina y el proceso es complejo.
- d) **Trituración mecánica:** Es un proceso puramente mecánico y por lo tanto los productos resultantes a dicho método, son de una buena calidad, dicho método es por lo general, el paso previo en los distintos métodos de recuperación y rentabilización de los residuos de neumáticos.

Esquema del proceso de reciclaje

Figura 5: Esquema del proceso de reciclaje



FUENTE: Altreifen Recycling

2.2.3.8. Propiedades del caucho triturado

Propiedades físicas

El material procedente del troceado de neumáticos es plano, de forma irregular y puede, o no contener trozos metálicos procedentes de las bandas de acero de la carcasa. El tamaño de este material puede variar entre 300 y 25 mm

Propiedades químicas

Las principales componentes del material procesado son: caucho –natural y sintético -, negro de carbono, azufre, óxido de zinc y aditivos. En condiciones ambientales normales los fragmentos de neumático no son reactivos.

El polvo de neumático de menor tamaño requiere menos tiempo de reacción o “digestión” y también menos temperatura de mezcla. Las partículas más gruesas son más baratas de obtener, pero requieren mayor tiempo y temperatura de digestión.



Propiedades mecánicas

A pesar de que la resistencia al corte de los trozos de neumáticos depende del tamaño y forma de las partículas, se han obtenido valores del ángulo de fricción interna comprendidos entre 19° y 26°, y valores de cohesión entre 4,3 kPa y 11,5 kPa. Los ensayos de compresibilidad han dado como resultado módulos de elasticidad entre 770 y 1200 kPa. La permeabilidad depende del índice de poros, pero es comparable a la de una grava limpia (1,5-15 cm/s)

Otras propiedades

Los neumáticos tienen un poder calorífico elevado, comprendido entre 28 - 35MJ/kg. Una tonelada de neumáticos equivale aproximadamente a 0,7 t de fuel-oil.

2.2.4 Diseño de Mezcla del mortero patrón $f'c = 125 \text{ kg/}$

Según el ingeniero Gerardo A. Rivera L.:

Se determina la fluidez y resistencia que se requiere para el tipo de mortero que deseamos diseñar. Nos guiamos con el siguiente cuadro de mortero.

Tabla 10: Clasificación según tipo de mortero (NSR/98)

MORTERO TIPO	R'm (MPa)
M	17,5
S	12,5
N	7,5

Siendo:

R'm = Resistencia a la compresión del mortero mínima a los 28 días, medida en cubos de 5 cm de arista (Mpa o Kg/cm²).

R'mm = Resistencia a la compresión del mortero, dosificación, a los 28 días, medida en cubos de 5 cm de arista (Mpa o Kg/cm²)

➤ Resistencia del mortero de diseño sin ensayos previos

$$R'mm = 1.35 * R'm$$

$$R'mm = 168.75 \text{ kg/cm}^2$$

➤ Estimación de la relación agua/cemento

- Límite Superior (Arenas gruesas)



$$R'_{mm} \text{ mortero 28 días} = \frac{666.57}{6.59^{\frac{A}{C}}}$$

Se reemplaza el valor anterior de $R'_{mm} = 168.75 \text{ kg/cm}^2$, resolviendo la ecuación tenemos un resultado del exponente A/C, el cual es de 0.728.

○ **Límite Inferior (Arenas finas)**

$$R'_{mm} \text{ mortero 28 días} = \frac{851.12}{19.86^{\frac{A}{C}}}$$

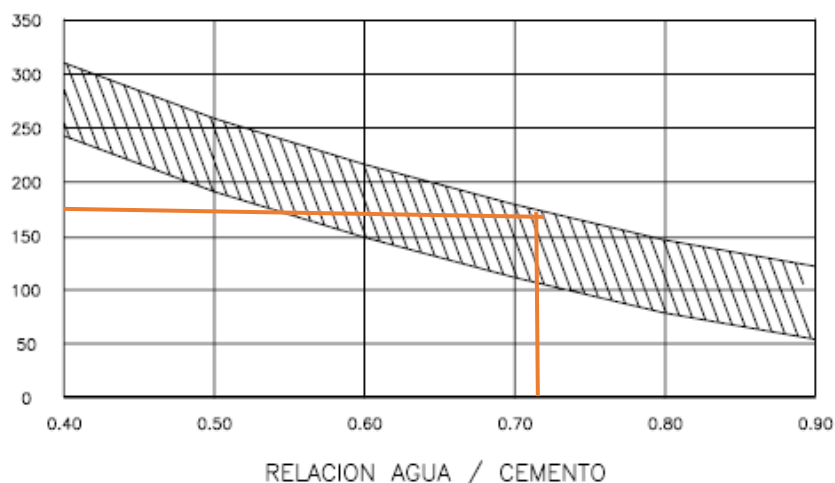
Se reemplaza el valor anterior de $R'_{mm} = 168.75 \text{ kg/cm}^2$, resolviendo la ecuación tenemos un resultado del exponente A/C, el cual es de 0.541.

Se ejecutó la interpolación con la referencia de la norma NTE.070 que indica el MF máx= 2.5, y para la resistencia de compresión $R'_{mm} = 168.75 \text{ kg/cm}^2$ tenemos un valor de la relación Agua / Cemento (A/C) de arena gruesa igual a 0.728. Como también se tiene el valor de MF min= 1.6, y para la resistencia de compresión $R'_{mm} = 168.75 \text{ kg/cm}^2$ tenemos un valor de la relación Agua / Cemento (A/C) de arena fina igual a 0.541. También se debe tener en cuenta nuestro módulo de finura que se halló por el ensayo de granulometría realizado en nuestro agregado cuyo valor es 2.28.

$$\frac{A}{C} \text{ muestra arena} = 0.728 - \frac{(0.728 - 0.541)(2.50 - 2.28)}{2.50 - 1.60}$$

$$\frac{A}{C} \text{ muestra arena} = 0.682$$

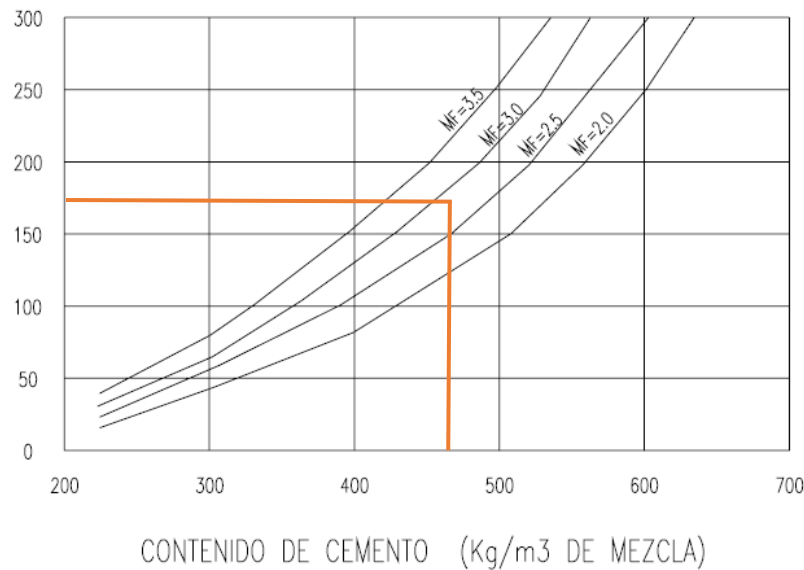
Figura 6: Gráfico de la relación agua / cemento VS R'_{mm}



FUENTE: Rivera con datos propios



Figura 7: Gráfico de cálculo de contenido de cemento



FUENTE: Rivera con datos propios

Al momento de usar los valores de $R'_{mm} = 168.75 \text{ kg/cm}^2$ y $MF = 2.28$ se tiene el valor de 470 kg/m^3 .

➤ **Cantidad de Agua**

Se halla multiplicando el valor de la relación agua/cemento con la cantidad de cemento (470 kg/m^3).

$$0.70 * 470 (\text{kg/m}^3) = 320.92 \text{ kg/m}^3$$

➤ **Cálculo de volumen de arena**

Una vez que se conoce los pesos del agua, cemento y agregado, el siguiente paso es calcular la suma de los volúmenes absolutos de dichos componentes.

Volumen absoluto de:

- ✓ Cemento $(470/2.850) \times 1000 = 0.165 \text{ m}^3$
- ✓ Agua $320.92/1000 = 0.321 \text{ m}^3$

El volumen absoluto de agregado fino es igual a la diferencia entre una unidad de volumen y la suma de los volúmenes absolutos conocidos. El peso del agregado fino es el resultado de su volumen absoluto multiplicado por su peso específico.

- ✓ Volumen absoluto del agregado fino

$$1 - 0.486 = 0.51 \text{ m}^3$$

- ✓ Peso del agregado fino seco

$$0.514 \times 2.755 \times 1000 = \mathbf{1416.53 \text{ kg/m}^3}$$

Proporciones de diseño de mezcla en kg/m^3 en condiciones seca



- Cemento 470.00 kg/m³
- Agua 320.92 kg/m³
- Agregado fino seco 1416.53 kg/m³

PROPORCIÓN EN PESO SECO

La proporción en peso de los materiales corregidos por humedad del agregado en proporciones unitarias de cemento:

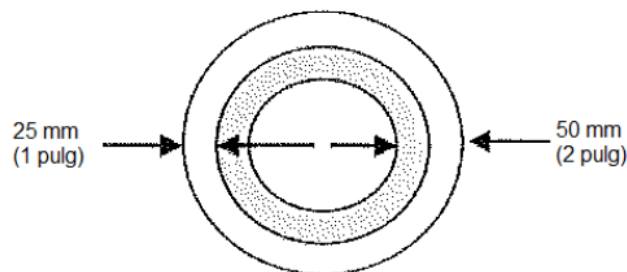
$$\frac{320.92}{470} : \frac{470}{470} : \frac{1416.53}{470} = 0.68 : 1 : 3.01$$

Agua = 0.68: Cemento = 1: Arena = 3.01

2.2.5. Ensayo de tiempo de fraguado de mezclas de concreto mediante la resistencia a la penetración (ASTM C403)

El tiempo de endurecimiento se determina observando la penetración de una aguja en una pasta de cemento de consistencia normal, hasta que alcanza un valor especificado. Se prepara una pasta de cemento, la cual se verterá en un recipiente y se retirará el aire con unos cuantos toques ligeros con la espátula, teniendo cuidado de no comprimir la pasta. Se inserta en el aparato de resistencia a la penetración una aguja de penetración de tamaño apropiado dependiendo del grado de fraguado del mortero. Seguidamente se aplica gradualmente y uniformemente una fuerza hacia abajo en el aparato hasta que la aguja penetre el mortero hasta una profundidad de 25 ± 2 mm como se indica por la marca del aparato. Se registra los milímetros de penetración que nos da el aparato y también la hora de dicha penetración, se requieren al menos cuatro horas para tener datos más precisos.

Figura 6: Vista desde arriba del espécimen de ensayo



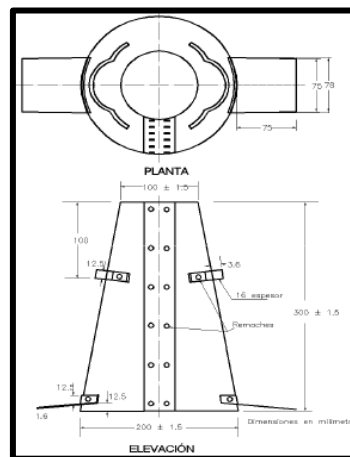
FUENTE: ASTM C 403

2.2.6. Ensayo de asentamiento del concreto (SLUMP, MTC E,705)

El agua que posee un mortero le da una cierta fluidez, para hacer el ensayo de asentamiento de concreto se debe humedecer el cono metálico, luego apoyar en una superficie horizontal plana,

húmeda y no absorbente, se debe sujetar firmemente con los pies y se llena con la muestra de concreto en tres capas, cada una de las capas a un tercio del volumen total del molde. Después se debe compactar con una varilla lisa con 25 golpes en forma circular, al llenar la capa superior se debe apilar el concreto sobre el molde antes de compactar, si se asienta por debajo del borde se debe aumentar con concreto hasta que llegue al borde superior, luego alzar el molde metálico inmediatamente cuidadosamente en dirección vertical. El alzado del molde debe hacerse en un tiempo aproximado de 3 a 7 segundos. Inmediatamente después, se mide el asentamiento con una cinta métrica metálica, determinando la diferencia entre la altura del molde y la altura medida sobre el centro original de la base superior del espécimen.

Figura 7: Cono de Abrams



FUENTE: (MTC E 705, 2016)

2.2.7. Ensayo de peso unitario y contenido de aire en el concreto fresco método de presión (MTC E 706, 2016) (MTC E 714, 2016)

El rendimiento se define como el volumen del concreto logrado con una mezcla de cantidades conocidas de sus materiales. Se elabora la muestra según la norma MTC E 701, se coloca el concreto en el medidor, en tres capas golpeando cada capa con la varilla compactadora 25 y 50 veces, si es 0.5 pie^3 y 1 pie^3 respectivamente. Luego se debe insertar el vibrador para la eliminación de aire. Después de enrasar, se determina la masa neta del concreto en la balanza.

Para hallar la densidad (masa unitaria) se debe calcular, restando la masa del medidor vacío (M_m), a la masa del medidor lleno con concreto (M_c), y dividiendo el resultado con el volumen del medidor (V_m).

Ecuación 6: Fórmula para hallar densidad (Masa Unitaria)

$$W = \frac{M_c - M_m}{V_m}$$



FUENTE: (MTC E 714, 2016)

Para el contenido de aire se ensambla un recipiente que contenga válvulas de purga, en este caso la Olla Washington, se cierra la válvula entre la cámara y el recipiente, se abren los dos grifos de la cubierta, se inyecta agua a través de uno de los grifos preferiblemente hasta que el agua salga por el otro, se golpea suavemente la tapa del medidor para eliminar las burbujas de aire atrapadas.

Se cierra la válvula de la cámara y se bombea aire hasta que el puntero del manómetro coincida con la línea de presión inicial. Se dejan transcurrir unos segundos hasta que el aire comprimido llegue a temperatura normal. Se estabiliza el puntero del manómetro de la línea de presión inicial bombeando o dejando escapar aire y golpeándolo suavemente. Se cierran las llaves de purga, se abre la válvula que comunica la cámara de presión con el recipiente de medida. Se golpea alrededor del recipiente y a continuación se golpea suavemente el manómetro y se lee el porcentaje de aire en este último. Antes de retirar la tapa se abren las llaves de purga.

El contenido de aire se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$A_s = A_1 - G$$

Donde:

A_s= Contenido de aire de la muestra en porcentaje

A₁= Contenido aparente de aire de la muestra, en porcentaje

G = Factor de corrección del agregado

El contenido de aire de la mezcla completa, se calcula con la siguiente ecuación:

$$A_t = \frac{100 \times A_s \times V_c}{100 \times V_t - A_s \times V_a}$$

A_t = Contenido de aire de la mezcla completa, en porcentaje

V_c = Volumen absoluto de los componentes de la mezcla, menores de 37,5 mm libres de aire.

V_t = Volumen absoluto de todos los componentes de la mezcla, libres de aire, en m³

V_a = Volumen absoluto de los agregados en la mezcla densa, mayores de 37,5 mm tal como se determina a partir de los pesos originales de la mezcla en m³

2.2.8. Resistencia a la flexión para moldes prismáticos de 4x4x16cm (MTC E 617, 2016)

Deben prepararse tres o más muestras para cada período de ensayo. La temperatura del ensayo estará entre 20 °C y 27.5 °C, el agua de amasado estará a 23 °C ± 1.7 °C. La humedad relativa no será menor del 50%.



Las proporciones en peso para formar un mortero normal, deben ser de una parte de cemento y 2.75 partes de arena gradada seca. Para obtener tres muestras, deberán usarse 500 gr de cemento y 1375 gr de arena. La cantidad de agua de amasado, dada en mL, será la que produzca una fluidez de 110 ± 5 , determinada de acuerdo con la norma MTC E 616 “Fluidez de morteros de cemento hidráulico”.

Los prismas de ensayo de 4x4x16 cm será moldes por apisonamiento en dos capas, estos se curarán un día en moldes y luego se desmoldarán para seguir siendo curados hasta el día de ensayo.

Se anota la carga máxima de rotura y se calcula la resistencia con la siguiente expresión:

Ecuación 7: Fórmula para ensayo a flexión

$$S = 0.28P$$

FUENTE: (MTC E 617, 2016)

Donde:

S = Resistencia a la flexibilidad (KPa)

P = Carga máxima total (N)

La resistencia del mortero a la flexión es el promedio de los resultados obtenidos con la misma muestra y en el mismo período de ensayo

2.2.9. Ensayo de compresión para moldes cúbicos de 5cm (MTC E 609, 2016)

Se prepara el mortero mezclando de acuerdo con el procedimiento descrito en la MTC E 609. Se requieren moldes que no tengan más de tres compartimentos, ni consten de más de dos elementos separables. Estos elementos deben estar implementados con dispositivos que aseguren una perfecta unión, serán fabricados de metal duro, resistente a la mezcla de cemento y que no produzca ensanchamiento o pandeo en la muestra.

Se inicia el llenado de los compartimentos, antes de los 150 segundos, contados desde la finalización de la mezcla inicial del mortero. Para el ensayo de compresión debe hacerse un mínimo de 3 cubos. Después de este procedimiento, mantener todos los especímenes en sus moldes y protegerlos del ambiente en un lugar húmedo por 24 horas, inmediatamente sumergirlos en agua excepto los que se ensayaran a las 24 horas.

Se debe anotar la carga máxima indicada por la máquina de ensayo al momento de la rotura, se debe calcular la resistencia a la compresión con la siguiente expresión:



Ecuación 8: Fórmula para ensayo a compresión

$$f_m = \frac{P}{A}$$

FUENTE: (MTC E 609, 2016)

Donde:

f_m = Resistencia a la compresión (Mpa)

P = Carga máxima total (N)

A = Área de la superficie de carga (mm²)

Tabla 11: Tolerancia Permisible para ensayo a compresión

Edad de ensayo	Tolerancia permisible
24 horas	± 1/2 hora
3 días	± 1 hora
7 días	± 3 horas
28 días	± 12 horas

FUENTE: NTP 334.051

2.3. Hipótesis

2.3.1 Hipótesis general

Las propiedades físico – mecánicas del mortero mejorarán con la adición de caucho reciclado, en un porcentaje de 10% con respecto al peso del agregado, en comparación con el mortero patrón y los morteros adicionados con caucho reciclado en porcentajes de 7% y 13% con respecto al peso del agregado.

2.3.2 Sub Hipótesis

Hipótesis Específica N° 1

La consistencia del mortero mejorará con la adición de caucho reciclado en un porcentaje de 10% con respecto al peso del agregado, en comparación con el mortero patrón y los morteros adicionados con caucho reciclado en porcentajes de 7% y 13% con respecto al peso del agregado.

Hipótesis Específica N° 2

El tiempo de endurecimiento del mortero mejorará con la adición de caucho reciclado en un porcentaje de 10% con respecto al peso del agregado, en comparación con el mortero patrón y los morteros adicionados con caucho reciclado en porcentajes de 7% y 13% con respecto al peso del agregado.

Hipótesis Específica N° 3



El peso volumétrico del mortero disminuirá con la adición de caucho reciclado en un porcentaje de 10% con respecto al peso del agregado, en comparación con el mortero patrón y los morteros adicionados con caucho reciclado en porcentajes de 7% y 13% con respecto al peso del agregado.

Hipótesis Específica N° 4

El desarrollo de la resistencia a compresión del mortero mejorará con la adición de caucho reciclado en un porcentaje de 10% con respecto al peso del agregado, en comparación con el mortero patrón y los morteros adicionados con caucho reciclado en porcentajes de 7% y 13% con respecto al peso del agregado.

Hipótesis Específica N° 5

El desarrollo de la resistencia a flexión del mortero mejorará con la adición de caucho reciclado en un porcentaje de 10% con respecto al peso del agregado, en comparación con el mortero patrón y los morteros adicionados con caucho reciclado en porcentajes de 7% y 13% con respecto al peso del agregado.

2.4. Variables e indicadores

2.4.1. Variables Independientes

- **Variable X1: Caucho:** Residuos obtenidos de la trituración de los neumáticos en desuso
- **Variable X2: Mortero:** Conjunto de un aglutinante o agente adhesivo, agregados y agua, a los que se puede añadir aditivos, a fin de lograr el objetivo deseado.

2.4.1.1. Indicadores de variables independientes

- **Indicador de variable X1: Caucho:** % de caucho triturado
- **Indicador de variable X2: Mortero:** Relación Agua cemento (a/c)

2.4.2. Variables dependientes:

a) **Y1: Propiedades mecánicas:** Se desarrollan con las fuerzas exteriores aplicadas en el mortero.

b) **Y2: Propiedades físicas:** Se desarrollan cambiando al mortero sin modificar su composición.

2.4.2.1. Indicadores de Variables Dependientes

a) **Y1: Propiedades mecánicas:**

- **Resistencia a la compresión:** Fuerza/ Área



- **Resistencia a la flexión:** Fuerza/ Área

b) Y2: Propiedades físicas:

- **Consistencia:** Diámetro de la mezcla (%)

- **Tiempo de endurecimiento:** - Penetración (mm)

- Porcentaje de humedad de la masa (%)

- **Peso volumétrico:** Kilogramo por metro cúbico (g/cm³)

2.4.3. Cuadro de operacionalización de variables

Tabla 12: Tabla de operacionalización de variables

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DE UN MORTERO PATRÓN; Y UN MORTERO SUSTITUYENDO EL PESO DEL AGREGADO CON CAUCHO RECICLADO EN PORCENTAJES DE 7%, 10% Y 13% - CUSCO 2021					
VARIABLES	DESCRIPCIÓN	NIVEL	INDICADOR	UNIDAD	INSTRUMENTO
VARIABLES INDEPENDIENTES					
X1: Caucho	Partículas degradadas de los neumáticos en desuso.	Partículas de caucho molido, (retenidas en la malla N°200)	Porcentaje de caucho	%	<ul style="list-style-type: none"> • Guías de observación de laboratorio. • Formatos de evaluación de Granulometría, peso específico, contenido de humedad y materia orgánica. • Normas técnicas • Registros fotográficos
X2: Mortero	Conjunto de un aglutinante o agente adhesivo, agregados y agua, a los que se puede añadir aditivos, a fin de lograr el objetivo deseado.	Agregado Fino	<ul style="list-style-type: none"> • Granulometría • Peso Específico • Peso Unitario • Contenido de Humedad • Contenido de materia orgánica 	<ul style="list-style-type: none"> • g • g/cm³ • kg/cm² • % • # 	
		Cemento	Cantidad y tipo de cemento	- kg - Portland IP	
		Agua	Cantidad de agua	Lts	
VARIABLES DEPENDIENTES					
Y1: Propiedades Mecánicas	Se desarrollan con las fuerzas exteriores aplicadas en el mortero.	Resistencia a compresión	7 días	Kg-f/cm ²	<ul style="list-style-type: none"> • Guías de observación de laboratorio. • Formatos de evaluación de resistencia a la compresión y flexión. • Normas técnicas • Registros fotográficos
			14 días		
			28 días		
		Resistencia a flexión	7 días	Kg-f/cm ²	
			14 días		
			28 días		
Y2: Propiedades físicas	Se desarrollan cambiando al mortero sin modificar su composición.	Consistencia	Revenimiento de la muestra	Mm o pulg	
		Tiempo de endurecimiento	Milímetros y porcentaje	- mm - %	
		Peso volumétrico	Gramo por centímetro cúbico	g/cm ³	



CAPÍTULO III: Metodología

3.1. Alcance del estudio

3.1.1. Tipo de investigación

Esta investigación viene a ser de enfoque cuantitativo, porque usa la recolección de datos para probar hipótesis, teniendo como base la medición numérica y análisis estadístico; para comprobar teorías.

Es una investigación secuencial y probatoria. Cada etapa precede a la siguiente y no podemos saltar pasos (**Hernández Sampieri, Fernández Collado & Baptista Lucio, 2010**).

En la presente investigación adicionaremos Caucho reciclado en diferentes porcentajes para analizar la variación de las propiedades físicas y mecánicas de los morteros para así comprobar las hipótesis planteadas mediante comparaciones resultados obtenidos.

3.1.2. Nivel de investigación

- Descriptiva – Correlacional

La investigación propuesta tendrá un alcance correlacional porque nos permitirá medir e interrelacionar variables simultáneamente entre el mortero elaborado con Caucho Reciclado con un mortero patrón y poder comparar los resultados de nuestra investigación mediante el uso de software para la validación de datos

3.1.3. Método de investigación

- Hipotético – Deductivo

El método de investigación utilizado es Hipotético – Deductivo, puesto que se llegó a conclusiones a partir de hipótesis planteadas estableciendo la verdad o falsedad de cada una de estas con relación a los problemas planteados.

En la siguiente investigación se tomará hipótesis las cuales tendrán que ser comprobadas mediante diferentes tipos de ensayo, para así confirmar o refutar las hipótesis planteadas. (**Hernández Sampieri, 2010**)

3.2. Diseño de la investigación

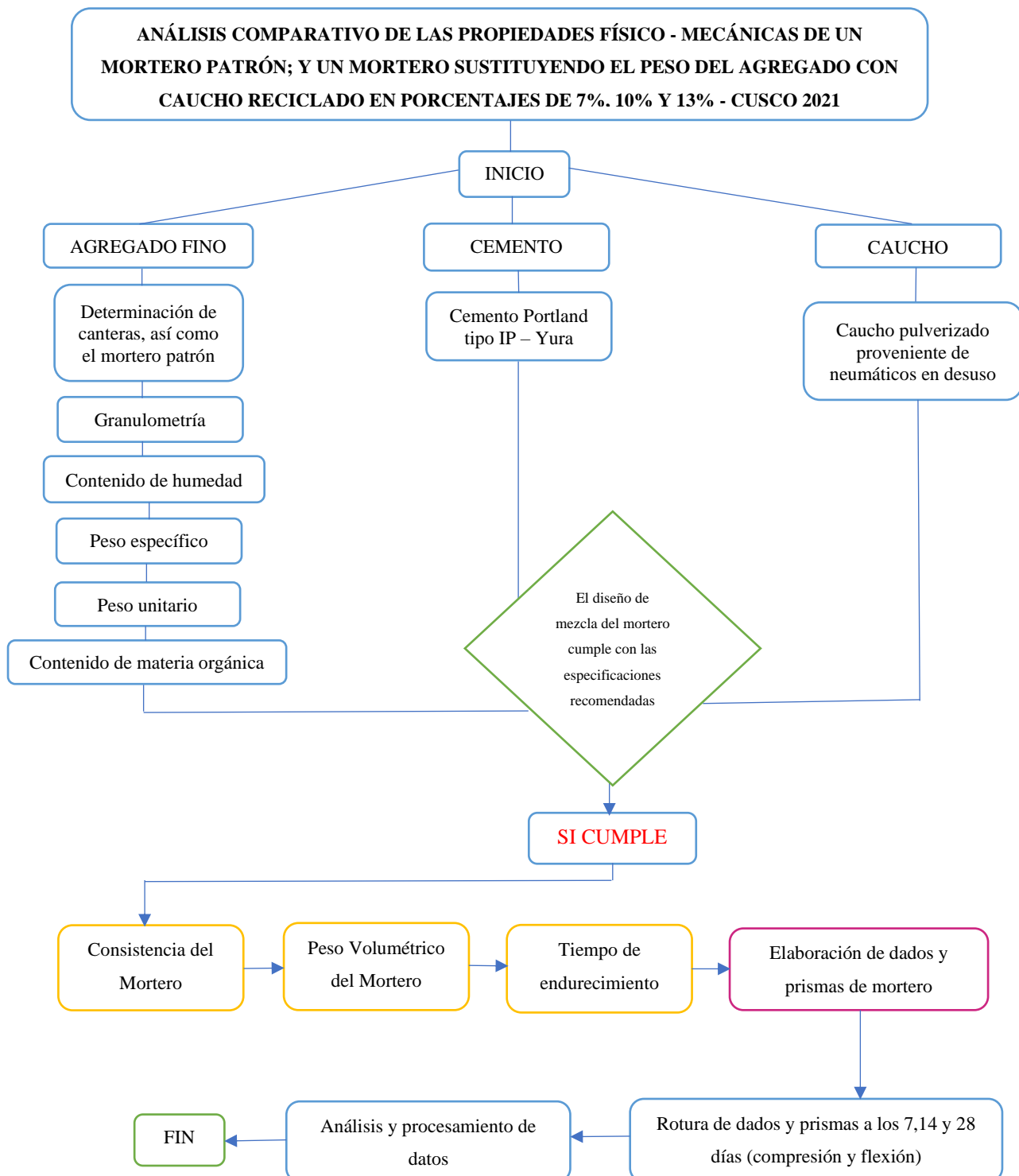
3.2.1. Diseño metodológico



- Cuasi – experimental

En este caso es cuasi – experimental porque se manipula deliberadamente, al menos, una variable independiente por ejemplo el porcentaje de Caucho reciclado para observar su efecto y relación con una o más variables dependientes.

3.2.2. Diseño de ingeniería





3.3 Población y muestra

3.3.1. Población

3.3.1.1. Descripción de la población

La población o universo es el ámbito de observación donde se desarrollará la investigación, es el conjunto para el cual serán válidas las conclusiones que se obtengan.

a) Población 1: Conformado por dados de mortero de 5cm x 5cm x 5cm, elaborados con cemento Portland IP, agregado fino de las canteras de Cunyac y confitillo de Huambutio, Caucho pulverizado proveniente de neumáticos en desuso en porcentajes de 7%, 10% y 13% en relación al peso del agregado.

b) Población 2: Conformado por prismas de 4cm x 4cm x 16cm, elaborado con cemento portland IP, agregado fino de las canteras de Cunyac y confitillo de Huambutio, caucho pulverizado proveniente de neumáticos en desuso en porcentajes de 7%, 10% y 13% en relación al peso del agregado.

3.3.1.2. Cuantificación de la población

Se han definido dos poblaciones

a) Población 1: Consiste en 72 dados de mortero de 5cm x 5cm x 5cm con diferentes porcentajes de caucho reciclado

b) Población 2: Consiste en 72 muestras prismáticas de 4cm x 4cm x 16cm con diferentes porcentajes de caucho reciclado

3.3.2. Muestra

3.3.2.1. Descripción de la muestra

a) Muestra 1: Constituida por dados de mortero de 5cm x 5cm x 5cm elaborado con cemento Portland IP, agregado fino de la cantera de Cunyac y confitillo de Huambutio y caucho reciclado proveniente de neumáticos en desuso en porcentajes de 7%, 10% y 13%.

b) Muestra 2: Constituida por muestras prismáticas de 4cm x 4cm x 16cm elaborado con cemento Portland IP, agregado fino de la cantera de Cunyac y confitillo de Huambutio y caucho reciclado proveniente de neumáticos en desuso en porcentajes de 7%, 10% y 13%.



3.3.2.2. Cuantificación de la muestra

- a) **Muestra 1:** Constituida por 72 dados de mortero de 5cm x 5cm x 5cm con diferentes porcentajes de caucho reciclado
- c) **Muestra 2:** Constituida por 72 muestras prismáticas de 4cm x 4cm x 16cm con diferentes porcentajes de caucho reciclado

3.3.2.3. Método de muestreo no probabilístico

El método de muestreo es no probabilístico, porque se utiliza en forma experimental, es decir no se efectúa bajo normas de selección, por lo que en el proceso intervienen opiniones y criterios personales del investigador.

3.3.2.4. Criterios de evaluación de muestra

- a) Resistencia a la compresión del mortero
 - 18 unidades de muestras cúbicas de mortero para cada porcentaje de caucho reciclado (7%, 10% y 13%)
 - Muestras cúbicas de 5cm x 5cm x 5cm, evaluados a los 7, 14 y 28 días después de su elaboración.
- b) Resistencia a la flexión del mortero
 - 18 unidades de muestras prismáticas de mortero para cada porcentaje de caucho reciclado (7%, 10% y 13%)
 - Muestras prismáticas de 4cm x 4cm x 16cm, evaluados a los 7, 14 y 28 días después de su elaboración.

Tabla 13: Cantidad de muestras cúbicas del mortero patrón

MORTERO PATRÓN	
Edad (Días)	Número de muestras
7 días	6
14 días	6
28 días	6
TOTAL	18



Tabla 14: Cantidad de muestras cúbicas del mortero modificado con caucho

MORTERO MODIFICADO			
Porcentajes (%)	7 días	14 días	28 días
7%	6	6	6
10%	6	6	6
13%	6	6	6
Total, por tipo	18	18	18
TOTAL	54		

Tabla 15: Cantidad de muestras prismáticas del mortero patrón

MORTERO PATRÓN	
Edad (Días)	Número de muestras
7 días	6
14 días	6
28 días	6
TOTAL	18

Tabla 16: Cantidad de muestras prismáticas del mortero modificado con caucho

MORTERO MODIFICADO			
Porcentajes (%)	7 días	14 días	28 días
7%	6	6	6
10%	6	6	6
13%	6	6	6
Total, por tipo	18	18	18
TOTAL	54		

3.3.3. Criterios de inclusión

- Especímenes de mortero adicionado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% con respecto al peso del agregado
- Todas las muestras fueron elaborados con agregado fino de la cantera de Cunyac, confitillo de Huambutio y cemento Portland tipo IP.
- Especímenes de mortero ensayadas a edades de 7, 14 y 28 días de su elaboración.
- Muestras cúbicas de mortero de 5cm x 5cm x 5cm



e) Muestras prismáticas de mortero de 4cm x 4cm x 16cm

f) Todas las muestras serán sometidas en la máquina de compresión axial y la máquina de compresión inconfiada.

3.4. Instrumentos

3.4.1. Instrumentos de recolección de datos

Para esta investigación se utilizaron formatos de laboratorio, en los cuales se recopilaban los datos obtenidos de los ensayos de laboratorio. Se emplearon hojas de cálculo para verificar los resultados de la investigación en contraste con la normativa correspondiente.

Tabla 17: Hoja de recolección de datos para el ensayo de granulometría

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																																																																																																									
TESIS:	"Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% - Cusco 2021"																																																																																																									
ENSAYO	Granulometría del Agregado Fino																																																																																																									
TESISTAS	Massiel Baca Zans, Raphael Mauricio Yopez Fuentes																																																																																																									
FECHA	XX/XX/XXXX																																																																																																									
LUGAR:	Corporación Ayar S.A.C, Laboratorio de suelos, materiales y concreto																																																																																																									
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Po =</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Corrección:</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">% error</td> </tr> </table>				Po =	Corrección:	% error																																																																																																				
Po =	Corrección:	% error																																																																																																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">MALLA</th> <th colspan="2">ESPECIFICACIONES</th> <th rowspan="2">PESO (gr)</th> <th rowspan="2">PESO CORREGIDO (gr)</th> <th rowspan="2">% RETENIDO</th> <th rowspan="2">% RETENIDO ACUMULADO</th> <th rowspan="2">% QUE PASA</th> </tr> <tr> <th>TAMIZ</th> <th>mm</th> <th>MAX</th> <th>MIN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3/8"</td> <td>9.5000</td> <td>100</td> <td>100</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Nº 4</td> <td>4.7500</td> <td>100</td> <td>95</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Nº 8</td> <td>2.3600</td> <td>100</td> <td>80</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Nº 16</td> <td>1.1800</td> <td>85</td> <td>50</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Nº 30</td> <td>0.5900</td> <td>60</td> <td>25</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Nº 50</td> <td>0.2950</td> <td>30</td> <td>10</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Nº 100</td> <td>0.1475</td> <td>10</td> <td>2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Nº 200</td> <td>0.0737</td> <td>10</td> <td>2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>FONDO</td> <td></td> <td>0</td> <td>0</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				MALLA		ESPECIFICACIONES		PESO (gr)	PESO CORREGIDO (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	TAMIZ	mm	MAX	MIN	3/8"	9.5000	100	100						Nº 4	4.7500	100	95						Nº 8	2.3600	100	80						Nº 16	1.1800	85	50						Nº 30	0.5900	60	25						Nº 50	0.2950	30	10						Nº 100	0.1475	10	2						Nº 200	0.0737	10	2						FONDO		0	0						TOTAL				0	0			
MALLA		ESPECIFICACIONES		PESO (gr)	PESO CORREGIDO (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO						% QUE PASA																																																																																													
TAMIZ	mm	MAX	MIN																																																																																																							
3/8"	9.5000	100	100																																																																																																							
Nº 4	4.7500	100	95																																																																																																							
Nº 8	2.3600	100	80																																																																																																							
Nº 16	1.1800	85	50																																																																																																							
Nº 30	0.5900	60	25																																																																																																							
Nº 50	0.2950	30	10																																																																																																							
Nº 100	0.1475	10	2																																																																																																							
Nº 200	0.0737	10	2																																																																																																							
FONDO		0	0																																																																																																							
TOTAL				0	0																																																																																																					
MF = 0.00																																																																																																										



Tabla 18: Hoja de recolección de datos para el ensayo de contenido de humedad

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL							
TESIS:	"Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% - Cusco 2021"							
ENSAYO	Contenido de humedad							
TESISTAS	Massiel Baca Zans, Raphael Mauricio Yepez Fuentes							
FECHA	XX/XX/XXXX							
LUGAR:	Corporación Ayar S.A.C, Laboratorio de suelos, materiales y concreto							
<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>Peso recipiente + M. Seca</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso recipiente + M. Húmeda</td> <td></td> </tr> <tr> <td>contenido de humedad</td> <td></td> </tr> </table>			Peso recipiente + M. Seca		Peso recipiente + M. Húmeda		contenido de humedad	
Peso recipiente + M. Seca								
Peso recipiente + M. Húmeda								
contenido de humedad								

Tabla 19: Hoja de recolección de datos para el ensayo de peso específico

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																																																																																	
TESIS:	"Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% - Cusco 2021"																																																																																	
ENSAYO	Peso específico y absorción del Agregado Fino																																																																																	
TESISTAS	Massiel Baca Zans, Raphael Mauricio Yepez Fuentes																																																																																	
FECHA	XX/XX/XXXX																																																																																	
LUGAR:	Corporación Ayar S.A.C, Laboratorio de suelos, materiales y concreto																																																																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4" style="text-align: center;">Muestra 1</th> <th colspan="4" style="text-align: center;">Muestra 2</th> </tr> <tr> <th colspan="4" style="text-align: center;">DATOS:</th> <th colspan="4" style="text-align: center;">DATOS:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso seco del agregado</td> <td>A</td> <td></td> <td>gr</td> <td>Peso seco del agregado</td> <td>A</td> <td></td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>Peso de la fiola con agua</td> <td>B</td> <td></td> <td>gr</td> <td>Peso de la fiola con agua</td> <td>B</td> <td></td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>Peso fiola+agregado+agua</td> <td>C</td> <td></td> <td>gr</td> <td>Peso fiola+agregado+agua</td> <td>C</td> <td></td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>Peso del material SSS</td> <td>S</td> <td></td> <td>gr</td> <td>Peso del material SSS</td> <td>S</td> <td></td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>PESO ESPECIFICO APARENTE =</td> <td colspan="2">$\frac{A}{B+S-C}$</td> <td></td> <td>PESO ESPECIFICO APARENTE =</td> <td colspan="2">$\frac{A}{B+S-C}$</td> <td></td> </tr> <tr> <td>PESO ESPECIFICO APARENTE (S.S.S) =</td> <td colspan="2">$\frac{S}{B+S-C}$</td> <td></td> <td>PESO ESPECIFICO APARENTE (S.S.S) =</td> <td colspan="2">$\frac{S}{B+S-C}$</td> <td></td> </tr> <tr> <td>PESO ESPECIFICO NOMINAL =</td> <td colspan="2">$\frac{A}{B+A-C}$</td> <td></td> <td>PESO ESPECIFICO NOMINAL =</td> <td colspan="2">$\frac{A}{B+A-C}$</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ABSORCIÓN =</td> <td colspan="2">$\frac{S-A}{A} * 100 =$</td> <td></td> <td>ABSORCIÓN =</td> <td colspan="2">$\frac{S-A}{A} * 100 =$</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Muestra 1				Muestra 2				DATOS:				DATOS:				Peso seco del agregado	A		gr	Peso seco del agregado	A		gr	Peso de la fiola con agua	B		gr	Peso de la fiola con agua	B		gr	Peso fiola+agregado+agua	C		gr	Peso fiola+agregado+agua	C		gr	Peso del material SSS	S		gr	Peso del material SSS	S		gr	PESO ESPECIFICO APARENTE =	$\frac{A}{B+S-C}$			PESO ESPECIFICO APARENTE =	$\frac{A}{B+S-C}$			PESO ESPECIFICO APARENTE (S.S.S) =	$\frac{S}{B+S-C}$			PESO ESPECIFICO APARENTE (S.S.S) =	$\frac{S}{B+S-C}$			PESO ESPECIFICO NOMINAL =	$\frac{A}{B+A-C}$			PESO ESPECIFICO NOMINAL =	$\frac{A}{B+A-C}$			ABSORCIÓN =	$\frac{S-A}{A} * 100 =$			ABSORCIÓN =	$\frac{S-A}{A} * 100 =$		
Muestra 1				Muestra 2																																																																														
DATOS:				DATOS:																																																																														
Peso seco del agregado	A		gr	Peso seco del agregado	A		gr																																																																											
Peso de la fiola con agua	B		gr	Peso de la fiola con agua	B		gr																																																																											
Peso fiola+agregado+agua	C		gr	Peso fiola+agregado+agua	C		gr																																																																											
Peso del material SSS	S		gr	Peso del material SSS	S		gr																																																																											
PESO ESPECIFICO APARENTE =	$\frac{A}{B+S-C}$			PESO ESPECIFICO APARENTE =	$\frac{A}{B+S-C}$																																																																													
PESO ESPECIFICO APARENTE (S.S.S) =	$\frac{S}{B+S-C}$			PESO ESPECIFICO APARENTE (S.S.S) =	$\frac{S}{B+S-C}$																																																																													
PESO ESPECIFICO NOMINAL =	$\frac{A}{B+A-C}$			PESO ESPECIFICO NOMINAL =	$\frac{A}{B+A-C}$																																																																													
ABSORCIÓN =	$\frac{S-A}{A} * 100 =$			ABSORCIÓN =	$\frac{S-A}{A} * 100 =$																																																																													



Tabla 20: Hoja de recolección de datos para el ensayo de peso unitario suelto y compactado

	<p align="center">UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</p>																																		
TESIS:	"Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% - Cusco 2021"																																		
ENSAYO	Peso unitario suelto y compactado																																		
TESISTAS	Massiel Baca Zans, Raphael Mauricio Yopez Fuentes																																		
FECHA	XX/XX/XXXX																																		
LUGAR:	Corporación Ayar S.A.C, Laboratorio de suelos, materiales y concreto																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="background-color: #d3d3d3;">DATOS DEL MOLDE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso de molde</td> <td style="width: 50px;"></td> <td style="text-align: right;">g</td> </tr> <tr> <td>Diámetro del molde</td> <td></td> <td style="text-align: right;">cm.</td> </tr> <tr> <td>Altura del molde</td> <td></td> <td style="text-align: right;">cm.</td> </tr> <tr> <td>Volumen del molde</td> <td></td> <td style="text-align: right;">cm³</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="background-color: #d3d3d3;">PESO UNITARIO COMPACTADO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Número de ensayo</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra compactada más el molde (g)</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="background-color: #d3d3d3;">PESO UNITARIO SUELTO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Número de ensayo</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra suelta más el molde (g)</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			DATOS DEL MOLDE			Peso de molde		g	Diámetro del molde		cm.	Altura del molde		cm.	Volumen del molde		cm ³	PESO UNITARIO COMPACTADO			Número de ensayo	1	2	Peso de la muestra compactada más el molde (g)			PESO UNITARIO SUELTO			Número de ensayo	1	2	Peso de la muestra suelta más el molde (g)		
DATOS DEL MOLDE																																			
Peso de molde		g																																	
Diámetro del molde		cm.																																	
Altura del molde		cm.																																	
Volumen del molde		cm ³																																	
PESO UNITARIO COMPACTADO																																			
Número de ensayo	1	2																																	
Peso de la muestra compactada más el molde (g)																																			
PESO UNITARIO SUELTO																																			
Número de ensayo	1	2																																	
Peso de la muestra suelta más el molde (g)																																			

Tabla 21: Hoja de recolección de datos para el ensayo de contenido de materia orgánica

	<p align="center">UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</p>	
TESIS:	"Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% - Cusco 2021"	
ENSAYO	Contenido de materia orgánica	
TESISTAS	Massiel Baca Zans, Raphael Mauricio Yopez Fuentes	
FECHA	XX/XX/XXXX	
LUGAR:	Corporación Ayar S.A.C, Laboratorio de suelos, materiales y concreto	
<p align="center">Peso de la muestra secada al aire Libre M1 = <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/> g</p> <p align="center">Color de la Placa N° <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/></p>		



Tabla 22: Hoja de recolección de datos para el ensayo de fluidez del mortero por el método del SLUMP

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																				
TESIS:	"Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% - Cusco 2021"																				
ENSAYO	Ensayo de fluidez del mortero por el método del Slump																				
TESISTAS	Massiel Baca Zans, Raphael Mauricio Yopez Fuentes																				
FECHA	XX/XX/XXXX																				
LUGAR:	Corporación Ayar S.A.C, Laboratorio de suelos, materiales y concreto																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">ENSAYO DE FLUIDEZ POR SLUMP POR EL CONO DE ABRAHAMS</th> </tr> <tr> <th>MUESTRA</th> <th colspan="2">SLUMP</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>MORTERO PATRON</td> <td></td> <td>pulg.</td> </tr> <tr> <td>MORTERO +7% CAUCHO</td> <td></td> <td>pulg.</td> </tr> <tr> <td>MORTERO +10% CAUCHO</td> <td></td> <td>pulg.</td> </tr> <tr> <td>MORTERO +13% CAUCHO</td> <td></td> <td>pulg.</td> </tr> </tbody> </table>				ENSAYO DE FLUIDEZ POR SLUMP POR EL CONO DE ABRAHAMS			MUESTRA	SLUMP		MORTERO PATRON		pulg.	MORTERO +7% CAUCHO		pulg.	MORTERO +10% CAUCHO		pulg.	MORTERO +13% CAUCHO		pulg.
ENSAYO DE FLUIDEZ POR SLUMP POR EL CONO DE ABRAHAMS																					
MUESTRA	SLUMP																				
MORTERO PATRON		pulg.																			
MORTERO +7% CAUCHO		pulg.																			
MORTERO +10% CAUCHO		pulg.																			
MORTERO +13% CAUCHO		pulg.																			

Tabla 23: Hoja de recolección de datos para el ensayo de tiempo de fraguado del mortero

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																				
TESIS:	"Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% - Cusco 2021"																				
ENSAYO	Ensayo de tiempo de fraguado (método del penetrómetro)																				
TESISTAS	Massiel Baca Zans, Raphael Mauricio Yopez Fuentes																				
FECHA	XX/XX/XXXX																				
LUGAR:	Corporación Ayar S.A.C, Laboratorio de suelos, materiales y concreto																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">MORTERO</th> </tr> <tr> <th>Tiempo (hr)</th> <th>Unidades (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>				MORTERO		Tiempo (hr)	Unidades (mm)														
MORTERO																					
Tiempo (hr)	Unidades (mm)																				



Tabla 24: Hoja de recolección de datos para el ensayo de peso unitario y contenido de aire del mortero

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																							
TESIS:	"Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% - Cusco 2021"																							
ENSAYO	Peso unitario y contenido de aire del mortero																							
TESISTAS	Massiel Baca Zans, Raphael Mauricio Yopez Fuentes																							
FECHA	XX/XX/XXXX																							
LUGAR:	Corporación Ayar S.A.C, Laboratorio de suelos, materiales y concreto																							
<table border="1" style="margin: 10px auto;"> <thead> <tr> <th colspan="3">MORTERO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso de la tara (A)</td> <td></td> <td>kg</td> </tr> <tr> <td>Volumen de la tara (B)</td> <td></td> <td>m³</td> </tr> <tr> <td>Peso de la tara + Mortero (C)</td> <td></td> <td>kg</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso Unitario Real</td> <td></td> <td>kg/m³</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="margin: 10px auto;"> <thead> <tr> <th colspan="2">CONTENIDO DE AIRE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mortero</td> <td>%</td> </tr> </tbody> </table>			MORTERO			Peso de la tara (A)		kg	Volumen de la tara (B)		m ³	Peso de la tara + Mortero (C)		kg				Peso Unitario Real		kg/m ³	CONTENIDO DE AIRE		Mortero	%
MORTERO																								
Peso de la tara (A)		kg																						
Volumen de la tara (B)		m ³																						
Peso de la tara + Mortero (C)		kg																						
Peso Unitario Real		kg/m ³																						
CONTENIDO DE AIRE																								
Mortero	%																							

Tabla 25: Hoja de recolección de datos para el ensayo de resistencia a la compresión

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																		
TESIS:	"Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% - Cusco 2021"																		
ENSAYO	Resistencia a la compresión de los dados de concreto																		
TESISTAS	Massiel Baca Zans, Raphael Mauricio Yopez Fuentes																		
FECHA	XX/XX/XXXX																		
LUGAR:	Corporación Ayar S.A.C, Laboratorio de suelos, materiales y concreto																		
MORTERO	Muestra	Cara superior						Cara inferior						Altura				Resistencia	Kgf
		B1	B2	B3	B4	B5	B6	B1	B2	B3	B4	B5	B6	H1	H2	H3	H4	(Kgf/cm ²)	
	MA																		
	MB																		
	MC																		
	MD																		
	ME																		
MF																			

Tabla 26: Hoja de recolección de datos para el ensayo de resistencia a la flexión

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																
TESIS:	"Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% - Cusco 2021"																
ENSAYO	Resistencia a la flexión de los moldes prismáticos																
TESISTAS	Massiel Baca Zans, Raphael Mauricio Yopez Fuentes																
FECHA	XX/XX/XXXX																
LUGAR:	Corporación Ayar S.A.C, Laboratorio de suelos, materiales y concreto																
MORTERO	Muestra	Cara superior					Cara inferior					Altura				Deformación	Fuerza (kg)
		B1	B2	B3	L1	L2	B1	B2	B3	L1	L2	H1	H2	H3	H4		
	MA																
	MB																
	MC																
	MD																
	ME																
	MF																

3.4.2. Instrumentos de ingeniería

- Serie de Tamices

Los tamices normados para agregado fino son los siguientes: N° 4, N°8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100, N° 200 y fondo. (MTC E 204)

Figura 8: Serie de Tamices





- **Horno Eléctrico**

Horno de secado que pueda mantener una temperatura de $110^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$

Figura 9: Horno eléctrico



- **Balanza Electrónica**

Instrumento para medir el peso de la muestra, con una precisión de 0.5gr

Figura 10: Balanza electrónica



- **Fiola**

Frasco volumétrico de 1000 cm³, calibrado hasta 0.1cm³ a 20°C

Figura 11: Fiolas





- **Molde cónico y apisonador**

Molde cónico, metálico de 40 ± 3 mm de diámetro interior en su base menor y varilla para apisonado, metálica, recta con un peso de 340 ± 15 gr

Figura 12: Molde cónico y apisonador



- **Molde cilíndrico**

Molde cilíndrico metálico de 16cm de altura y 12cm de diámetro

Figura 13: Molde cilíndrico

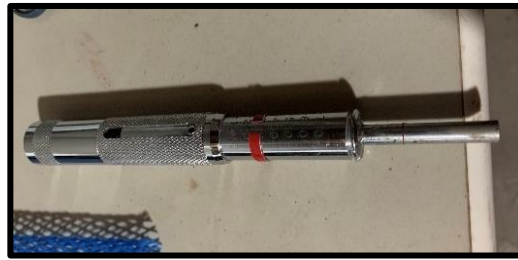


- **Penetrómetro**

Diseñado para determinar el tiempo de fraguado de mortero fresco, con un émbolo de acero inoxidable y rango de medición de 0.5 MPa



Figura 14: Penetrómetro



- **Olla de Washington**

Determina el contenido de aire en una mezcla de concreto fresco, observando el cambio de volumen mediante la aplicación de presión.

Figura 15: Olla de Washington



- **Cono de Abrahams y Varilla de acero**

Molde de metal con forma de cono truncado con diámetro en la base de 20cm, se usa para determinar la trabajabilidad del concreto y varilla lisa de acero de $\text{Ø}5/8''$ x 60cm

Figura 16: Cono de Abrahams y varilla de acero





- **Moldes cúbicos de 5x5x5**

Son moldes cúbicos de 5cm de arista, de madera y sellada con laca para evitar absorción del agua de la mezcla

- **Moldes prismáticos de 4x4x16**

Son moldes prismáticos de 4cm x 4cm x 16 cm de arista, de madera y sellada con laca para evitar absorción del agua de la mezcla

Figura 17: Moldes cúbicos y moldes prismáticos



- **Equipo de Compresión**

Equipo para ensayo de compresión en dados de mortero

Figura 18: Equipo de compresión



- **Equipo de compresión inconfiada**

Equipo para ensayo de resistencia a la flexión de prismas de mortero



Figura 19: Equipo de compresión inconfiada



- Vernier
- Regla
- Cucharon metálico
- Recipientes metálicos y bandejas

Figura 20: Vernier, espátula y regla





3.5. Procedimiento de recolección de datos

3.5.1. Granulometría de agregados finos de Cunyac

a) Instrumentos y Equipos

- Balanza de precisión.
- Serie de tamices N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, N°200; y fondo.
- Bandejas.
- Espátula y brocha.

b) Procedimiento

- Se obtuvo una muestra representativa y se uniformiza con ayuda de una pala en sentido circular, luego se aplanó la muestra.
- Con la ayuda de una regla de madera se dividió el agregado en 4 partes, luego se escogió las dos partes opuestas que estén más simétricas o con características similares.
- Se mezcló las dos partes previamente elegidas y se repitió el paso anterior hasta obtener el peso requerido del agregado.

Figura 21: Toma de muestra de agregado en la cantera seleccionada





Figura 22: Visita a la reencauchadora para la toma de muestra de caucho triturado



Figura 23: Cuarteo de la Arena de Cunyac



Figura 24: Cuarteo del Confitillo de Huambutio





- Se secó la muestra elegida a una temperatura de $110 \pm 5^\circ\text{C}$ en el horno, considerando su contenido de humedad, se incrementó la cantidad de la muestra para llegar a nuestro peso requerido.
- Una vez seca la muestra, se tomó el peso inicial del agregado.
- Se limpió los tamices que se usaron, una vez limpios los tamices se procedió a verter el agregado que pesamos previamente, y se realiza el tamizado agitando los tamices en sentido circular por lo menos unos 3 a 5 minutos.
- Una vez que estuvo bien tamizado se procedió a pesar los pesos retenidos en cada uno de los tamices que usamos con la ayuda de la balanza y un par de bandejas.

Figura 25: Pesado inicial de la muestra



Figura 26: Granulometría de la Combinación de Agregados



Figura 27: Granulometría de la combinación de agregados



Figura 28: Pesos retenidos en cada tamiz de la granulometría de la combinación + 7% Caucho



Figura 29: Pesos retenidos en cada tamiz de la granulometría de la combinación + 10% Caucho



Figura 30: Pesos retenidos en cada tamiz de la granulometría de la combinación + 10% Caucho



c) Recolección de datos

Tabla 27: Toma de datos del ensayo de granulometría del confitillo de Huambutio

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																																																												
TESIS:	"Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% - Cusco 2021"																																																												
ENSAYO	Granulometría del Agregado fino (Confitillo de Huambutio)																																																												
TESISTAS	Massiel Baca Zans, Raphael Mauricio Yopez Fuentes																																																												
FECHA	05/06/2021																																																												
/LUGAR:	Corporación Ayar S.A.C, Laboratorio de suelos, materiales y concreto																																																												
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td>Po =</td> <td>1000.40 gr</td> </tr> </table>			Po =	1000.40 gr																																																									
Po =	1000.40 gr																																																												
<table border="1" style="margin: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="2">MALLA</th> <th colspan="2">ESPECIFICACIONES</th> <th rowspan="2">PESO (gr)</th> </tr> <tr> <th>TAMIZ</th> <th>mm</th> <th>MAX</th> <th>MIN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3/8"</td> <td>9.5000</td> <td>100</td> <td>100</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>N° 4</td> <td>4.7500</td> <td>100</td> <td>95</td> <td>188.51</td> </tr> <tr> <td>N° 8</td> <td>2.3600</td> <td>100</td> <td>85</td> <td>268.21</td> </tr> <tr> <td>N° 16</td> <td>1.1800</td> <td>100</td> <td>70</td> <td>210.61</td> </tr> <tr> <td>N° 30</td> <td>0.5900</td> <td>75</td> <td>40</td> <td>142.51</td> </tr> <tr> <td>N° 50</td> <td>0.2950</td> <td>35</td> <td>10</td> <td>80.40</td> </tr> <tr> <td>N° 100</td> <td>0.1475</td> <td>15</td> <td>2</td> <td>50.51</td> </tr> <tr> <td>N° 200</td> <td>0.0737</td> <td>2</td> <td>0</td> <td>0.51</td> </tr> <tr> <td>FONDO</td> <td></td> <td>0</td> <td>0</td> <td>56.50</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>997.79</td> </tr> </tbody> </table>			MALLA		ESPECIFICACIONES		PESO (gr)	TAMIZ	mm	MAX	MIN	3/8"	9.5000	100	100	0.00	N° 4	4.7500	100	95	188.51	N° 8	2.3600	100	85	268.21	N° 16	1.1800	100	70	210.61	N° 30	0.5900	75	40	142.51	N° 50	0.2950	35	10	80.40	N° 100	0.1475	15	2	50.51	N° 200	0.0737	2	0	0.51	FONDO		0	0	56.50	TOTAL				997.79
MALLA		ESPECIFICACIONES		PESO (gr)																																																									
TAMIZ	mm	MAX	MIN																																																										
3/8"	9.5000	100	100	0.00																																																									
N° 4	4.7500	100	95	188.51																																																									
N° 8	2.3600	100	85	268.21																																																									
N° 16	1.1800	100	70	210.61																																																									
N° 30	0.5900	75	40	142.51																																																									
N° 50	0.2950	35	10	80.40																																																									
N° 100	0.1475	15	2	50.51																																																									
N° 200	0.0737	2	0	0.51																																																									
FONDO		0	0	56.50																																																									
TOTAL				997.79																																																									



Tabla 28: Toma de datos del ensayo de granulometría de la arena de Cunyac

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																																																														
TESIS:	"Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% - Cusco 2021"																																																														
ENSAYO	Granulometría del Agregado fino (Arena de Cunyac)																																																														
TESISTAS	Massiel Baca Zans, Raphael Mauricio Yopez Fuentes																																																														
FECHA	05/06/2021																																																														
LUGAR:	Corporación Ayar S.A.C, Laboratorio de suelos, materiales y concreto																																																														
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td>P₀ =</td> <td>1030.00 gr</td> </tr> </table>			P₀ =	1030.00 gr																																																											
P₀ =	1030.00 gr																																																														
<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="2">MALLA</th> <th colspan="2">ESPECIFICACIONES</th> <th rowspan="2">PESO (gr)</th> </tr> <tr> <th>TAMIZ</th> <th>mm</th> <th>MAX</th> <th>MIN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3/8"</td> <td>9.5000</td> <td>100</td> <td>100</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>N° 4</td> <td>4.7500</td> <td>100</td> <td>95</td> <td>2.00</td> </tr> <tr> <td>N° 8</td> <td>2.3600</td> <td>100</td> <td>85</td> <td>4.00</td> </tr> <tr> <td>N° 16</td> <td>1.1800</td> <td>100</td> <td>70</td> <td>13.00</td> </tr> <tr> <td>N° 30</td> <td>0.5900</td> <td>75</td> <td>40</td> <td>90.60</td> </tr> <tr> <td>N° 50</td> <td>0.2950</td> <td>35</td> <td>10</td> <td>449.80</td> </tr> <tr> <td>N° 100</td> <td>0.1475</td> <td>15</td> <td>2</td> <td>348.20</td> </tr> <tr> <td>N° 200</td> <td>0.0737</td> <td>2</td> <td>0</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>FONDO</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>119.20</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1026.80</td> </tr> </tbody> </table>					MALLA		ESPECIFICACIONES		PESO (gr)	TAMIZ	mm	MAX	MIN	3/8"	9.5000	100	100	0.00	N° 4	4.7500	100	95	2.00	N° 8	2.3600	100	85	4.00	N° 16	1.1800	100	70	13.00	N° 30	0.5900	75	40	90.60	N° 50	0.2950	35	10	449.80	N° 100	0.1475	15	2	348.20	N° 200	0.0737	2	0	0.00	FONDO	0	0	0	119.20	TOTAL				1026.80
MALLA		ESPECIFICACIONES		PESO (gr)																																																											
TAMIZ	mm	MAX	MIN																																																												
3/8"	9.5000	100	100	0.00																																																											
N° 4	4.7500	100	95	2.00																																																											
N° 8	2.3600	100	85	4.00																																																											
N° 16	1.1800	100	70	13.00																																																											
N° 30	0.5900	75	40	90.60																																																											
N° 50	0.2950	35	10	449.80																																																											
N° 100	0.1475	15	2	348.20																																																											
N° 200	0.0737	2	0	0.00																																																											
FONDO	0	0	0	119.20																																																											
TOTAL				1026.80																																																											



Tabla 29: Toma de datos del ensayo de granulometría de la combinación de canteras

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																																																														
TESIS:	"Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% - Cusco 2021"																																																														
ENSAYO	Granulometría del Agregado fino (72% Cunyac – 28% Confitillo)																																																														
TESISTAS	Massiel Baca Zans, Raphael Mauricio Yopez Fuentes																																																														
FECHA	05/06/2021																																																														
LUGAR:	Corporación Ayar S.A.C, Laboratorio de suelos, materiales y concreto																																																														
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td>Po =</td> <td>1000.00 gr</td> </tr> </table>			Po =	1000.00 gr																																																											
Po =	1000.00 gr																																																														
<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="2">MALLA</th> <th colspan="2">ESPECIFICACIONES</th> <th rowspan="2">PESO (gr)</th> </tr> <tr> <th>TAMIZ</th> <th>mm</th> <th>MAX</th> <th>MIN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3/8"</td> <td>9.5000</td> <td>100</td> <td>100</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>Nº 4</td> <td>4.7500</td> <td>100</td> <td>95</td> <td>56.23</td> </tr> <tr> <td>Nº 8</td> <td>2.3600</td> <td>100</td> <td>85</td> <td>83.93</td> </tr> <tr> <td>Nº 16</td> <td>1.1800</td> <td>100</td> <td>70</td> <td>69.93</td> </tr> <tr> <td>Nº 30</td> <td>0.5900</td> <td>75</td> <td>40</td> <td>104.13</td> </tr> <tr> <td>Nº 50</td> <td>0.2950</td> <td>35</td> <td>10</td> <td>331.03</td> </tr> <tr> <td>Nº 100</td> <td>0.1475</td> <td>15</td> <td>2</td> <td>249.53</td> </tr> <tr> <td>Nº 200</td> <td>0.0737</td> <td>2</td> <td>0</td> <td>0.43</td> </tr> <tr> <td>FONDO</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>97.50</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>992.70</td> </tr> </tbody> </table>					MALLA		ESPECIFICACIONES		PESO (gr)	TAMIZ	mm	MAX	MIN	3/8"	9.5000	100	100	0.00	Nº 4	4.7500	100	95	56.23	Nº 8	2.3600	100	85	83.93	Nº 16	1.1800	100	70	69.93	Nº 30	0.5900	75	40	104.13	Nº 50	0.2950	35	10	331.03	Nº 100	0.1475	15	2	249.53	Nº 200	0.0737	2	0	0.43	FONDO	0	0	0	97.50	TOTAL				992.70
MALLA		ESPECIFICACIONES		PESO (gr)																																																											
TAMIZ	mm	MAX	MIN																																																												
3/8"	9.5000	100	100	0.00																																																											
Nº 4	4.7500	100	95	56.23																																																											
Nº 8	2.3600	100	85	83.93																																																											
Nº 16	1.1800	100	70	69.93																																																											
Nº 30	0.5900	75	40	104.13																																																											
Nº 50	0.2950	35	10	331.03																																																											
Nº 100	0.1475	15	2	249.53																																																											
Nº 200	0.0737	2	0	0.43																																																											
FONDO	0	0	0	97.50																																																											
TOTAL				992.70																																																											



Tabla 30: Toma de datos del ensayo de granulometría de la combinación de canteras sustituyendo el 7% con caucho

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																																																														
TESIS:	"Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% - Cusco 2021"																																																														
ENSAYO	Granulometría del Agregado fino (Combinación + 7% Caucho)																																																														
TESISTAS	Massiel Baca Zans, Raphael Mauricio Yepez Fuentes																																																														
FECHA	07/06/2021																																																														
LUGAR:	Corporación Ayar S.A.C, Laboratorio de suelos, materiales y concreto																																																														
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td style="padding: 5px;">Po =</td> <td style="padding: 5px;">1000.00 gr</td> </tr> </table>					Po =	1000.00 gr																																																									
Po =	1000.00 gr																																																														
<table border="1" style="margin: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">MALLA</th> <th colspan="2" style="text-align: center;">ESPECIFICACIONES</th> <th rowspan="2" style="text-align: center;">PESO (gr)</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">TAMIZ</th> <th style="text-align: center;">mm</th> <th style="text-align: center;">MAX</th> <th style="text-align: center;">MIN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">3/8"</td> <td style="text-align: center;">9.5000</td> <td style="text-align: center;">100</td> <td style="text-align: center;">100</td> <td style="text-align: center;">0.00</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">N° 4</td> <td style="text-align: center;">4.7500</td> <td style="text-align: center;">100</td> <td style="text-align: center;">95</td> <td style="text-align: center;">56.23</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">N° 8</td> <td style="text-align: center;">2.3600</td> <td style="text-align: center;">100</td> <td style="text-align: center;">85</td> <td style="text-align: center;">83.93</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">N° 16</td> <td style="text-align: center;">1.1800</td> <td style="text-align: center;">100</td> <td style="text-align: center;">70</td> <td style="text-align: center;">69.93</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">N° 30</td> <td style="text-align: center;">0.5900</td> <td style="text-align: center;">75</td> <td style="text-align: center;">40</td> <td style="text-align: center;">104.13</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">N° 50</td> <td style="text-align: center;">0.2950</td> <td style="text-align: center;">35</td> <td style="text-align: center;">10</td> <td style="text-align: center;">331.03</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">N° 100</td> <td style="text-align: center;">0.1475</td> <td style="text-align: center;">15</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">249.53</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">N° 200</td> <td style="text-align: center;">0.0737</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0.43</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">FONDO</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">97.50</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">TOTAL</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">992.70</td> </tr> </tbody> </table>					MALLA		ESPECIFICACIONES		PESO (gr)	TAMIZ	mm	MAX	MIN	3/8"	9.5000	100	100	0.00	N° 4	4.7500	100	95	56.23	N° 8	2.3600	100	85	83.93	N° 16	1.1800	100	70	69.93	N° 30	0.5900	75	40	104.13	N° 50	0.2950	35	10	331.03	N° 100	0.1475	15	2	249.53	N° 200	0.0737	2	0	0.43	FONDO	0	0	0	97.50	TOTAL				992.70
MALLA		ESPECIFICACIONES		PESO (gr)																																																											
TAMIZ	mm	MAX	MIN																																																												
3/8"	9.5000	100	100	0.00																																																											
N° 4	4.7500	100	95	56.23																																																											
N° 8	2.3600	100	85	83.93																																																											
N° 16	1.1800	100	70	69.93																																																											
N° 30	0.5900	75	40	104.13																																																											
N° 50	0.2950	35	10	331.03																																																											
N° 100	0.1475	15	2	249.53																																																											
N° 200	0.0737	2	0	0.43																																																											
FONDO	0	0	0	97.50																																																											
TOTAL				992.70																																																											



Tabla 31: Toma de datos del ensayo de granulometría de la combinación de canteras sustituyendo el 10% con caucho

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
TESIS:	"Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% - Cusco 2021"				
ENSAYO	Granulometría del Agregado fino (Combinación + 10% Caucho)				
TESISTAS	Massiel Baca Zans, Raphael Mauricio Yepez Fuentes				
FECHA	07/06/2021				
LUGAR:	Corporación Ayar S.A.C, Laboratorio de suelos, materiales y concreto				
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td>Po =</td> <td>1000.00 gr</td> </tr> </table>				Po =	1000.00 gr
Po =	1000.00 gr				
MALLA		ESPECIFICACIONES		PESO (gr)	
TAMIZ	mm	MAX	MIN		
3/8"	9.5000	100	100	0.00	
N° 4	4.7500	100	95	50.10	
N° 8	2.3600	100	85	70.10	
N° 16	1.1800	100	70	105.80	
N° 30	0.5900	75	40	137.30	
N° 50	0.2950	35	10	345.30	
N° 100	0.1475	15	2	204.70	
N° 200	0.0737	2	0	0.00	
FONDO	0	0	0	86.00	
TOTAL				999.30	

Tabla 32: Toma de datos del ensayo de granulometría de la combinación de canteras sustituyendo el 13% con caucho

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
TESIS:	"Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% - Cusco 2021"			
ENSAYO	Granulometría del Agregado fino (Combinación + 13% Caucho)			
TESISTAS	Massiel Baca Zans, Raphael Mauricio Yepez Fuentes			
FECHA	07/06/2021			
LUGAR:	Corporación Ayar S.A.C, Laboratorio de suelos, materiales y concreto			
Po = 1001.10 gr				
MALLA		ESPECIFICACIONES		PESO (gr)
TAMIZ	mm	MAX	MIN	
3/8"	9.5000	100	100	6.10
Nº 4	4.7500	100	95	67.50
Nº 8	2.3600	100	85	77.90
Nº 16	1.1800	100	70	119.30
Nº 30	0.5900	75	40	133.30
Nº 50	0.2950	35	10	310.80
Nº 100	0.1475	15	2	199.00
Nº 200	0.0737	2	0	0.00
FONDO	0	0	0	85.40
TOTAL				999.30

3.5.2. Contenido de humedad

a) Instrumentos y Equipos

- Balanza de precisión.
- Horno.
- Recipientes y bandejas metálicas.

b) Procedimiento

- Se taró un recipiente metálico con la balanza de precisión.

- Luego se puso la muestra en estado natural (muestra húmeda) en el recipiente de metal que se taró previamente y se obtuvo un peso inicial.
- Se puso el recipiente metálico con la muestra en el horno, durante 24 horas a una temperatura constante.
- Se retiró la muestra del horno y se dejó enfriar al aire libre, luego se obtuvo el peso de la muestra seca.

Figura 31: Secado de la muestra inicial en el horno



Figura 32: Contenido de humedad del Confitillo de Huambutio

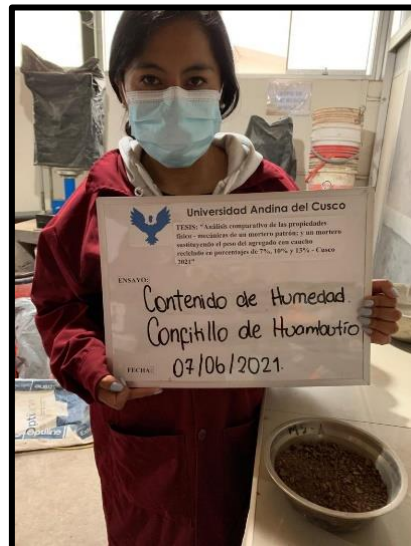


Figura 33: Contenido de humedad de la Arena de Cumyac



c) **Recolección de datos**

Tabla 33: Toma de datos del ensayo de contenido de humedad del confitillo

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
TESIS:	"Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% - Cusco 2021"					
ENSAYO	Contenido de Humedad (Confitillo)					
TESISTAS	Massiel Baca Zans, Raphael Mauricio Yepez Fuentes					
FECHA	07/06/2021					
LUGAR:	Corporación Ayar S.A.C, Laboratorio de suelos, materiales y concreto					
<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>Peso recipiente + M. Seca</td> <td>500.00 gr</td> </tr> <tr> <td>Peso recipiente + M. Húmeda</td> <td>531.00 gr</td> </tr> </table>			Peso recipiente + M. Seca	500.00 gr	Peso recipiente + M. Húmeda	531.00 gr
Peso recipiente + M. Seca	500.00 gr					
Peso recipiente + M. Húmeda	531.00 gr					



Tabla 34: Toma de datos del ensayo de contenido de humedad de la arena de Cunyac

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
TESIS:	"Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% - Cusco 2021"					
ENSAYO	Contenido de Humedad (Arena de Cunyac)					
TESISTAS	Massiel Baca Zans, Raphael Mauricio Yopez Fuentes					
FECHA	07/06/2021					
LUGAR:	Corporación Ayar S.A.C, Laboratorio de suelos, materiales y concreto					
<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>Peso recipiente + M. Seca</td> <td style="text-align: right;">935.90 gr</td> </tr> <tr> <td>Peso recipiente + M. Húmeda</td> <td style="text-align: right;">910.00 gr</td> </tr> </table>			Peso recipiente + M. Seca	935.90 gr	Peso recipiente + M. Húmeda	910.00 gr
Peso recipiente + M. Seca	935.90 gr					
Peso recipiente + M. Húmeda	910.00 gr					

3.5.3. Peso específico del agregado fino

a) Instrumentos y Equipos

- Balanza de precisión.
- Molde cónico de metal.
- Apisonador metálico.
- Fiola (con capacidad de 500 ml).
- Horno
- Recipientes metálicos y bandejas.

b) Procedimiento

- Se dejó remojando la muestra de arena por un promedio de 24 horas en un balde con agua.
- Se procedió a secar la muestra al aire para poder obtener una muestra superficialmente seca



Figura 34: Secado de la muestra al aire



Figura 35: Secado de la muestra al aire

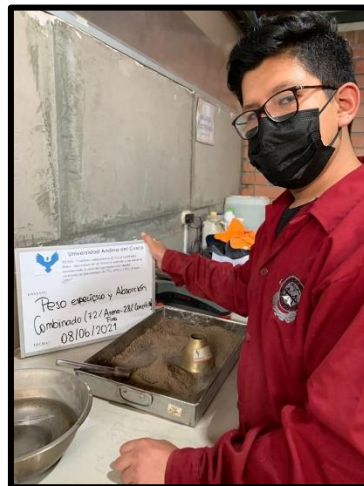


- Cuando notamos que la arena fue óptima (ni tan seca ni tan húmeda), se procedió a pasarlo por el cono de absorción y se sacó 500kg de muestra, lo demás se desechó, ya que se convirtió en material alterado.

Figura 36: Prueba de humedad con el cono de absorción



Figura 37: Prueba de humedad con el cono de absorción



- Se pasó los 500kg de muestra a la fiola y se añadió agua hasta la marca indicada.
- Se realizaron movimientos envolventes en la fiola para eliminar el porcentaje de vacíos que pudo haber en la muestra.
- Se pesó la muestra para saber cuánto varió el peso, se decantó el material y se llevó al horno durante 24 horas



Figura 38: Extracción de burbujas de aire de la muestra

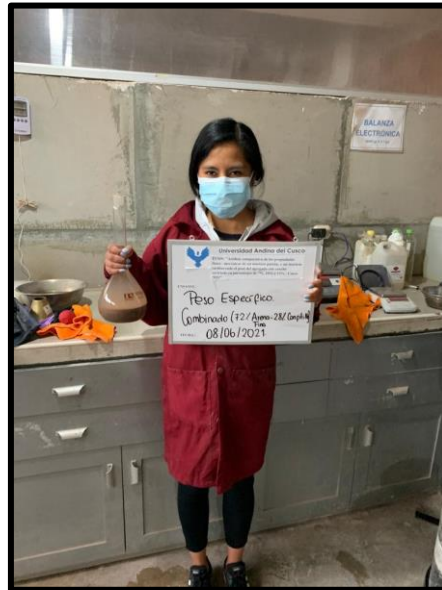


Figura 39: Fiolas rellenas de la muestra y agua





c) **Recolección de datos**

Tabla 35: Toma de datos del ensayo de peso específico de la combinación de canteras

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
TESIS:	"Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% - Cusco 2021"		
ENSAYO	Peso específico del agregado fino (Combinación de canteras)		
TESISTAS	Massiel Baca Zans, Raphael Mauricio Yopez Fuentes		
FECHA	08/06/2021		
LUGAR:	Corporación Ayar S.A.C, Laboratorio de suelos, materiales y concreto		
Muestra 1			
DATOS:			
Peso seco del agregado	A	491.67	gr
Peso de la fiola con agua	B	1294.3	gr
Peso fiola+agregado+agua	C	1607	gr
Peso del material SSS	S	500.0	gr
Muestra 2			
DATOS:			
Peso seco del agregado	A	489.00	gr
Peso de la fiola con agua	B	1256.7	gr
Peso fiola+agregado+agua	C	1568.3	gr
Peso del material SSS	S	500.0	gr

3.5.4. Peso unitario del agregado fino

a) **Instrumentos y equipos**

- Balanza de precisión.
- Recipiente de medida, metálico, cilíndrico y provisto de agarraderas
- Varilla compactadora
- Fiola (con capacidad de 500 ml).



- Cucharón
- Recipientes metálicos y bandejas.

b) Procedimiento

1) PESO UNITARIO SUELTO

- Se llenó el recipiente de medida con un cucharón desde una altura determinada hasta llegar al ras del recipiente.
- Se limpió los bordes y se eliminó el agregado sobrante
- Se tomó el peso del recipiente más el contenido y el peso del recipiente solo

2) PESO UNITARIO COMPACTADO

- Se procedió a llenar la tercera parte del recipiente con el agregado y se apisonó con ayuda de la varilla de metal, con un total de 25 golpes en cada capa de agregado

Figura 40: Llenado del recipiente con la muestra



Figura 41: Compactación de la muestra dentro del molde



- Una vez lleno el recipiente, se enrasó la superficie con ayuda de la varilla.
- Se tomó el peso del recipiente más el contenido y el peso del recipiente solo.

Figura 42: Pesado del recipiente con la muestra





c) **Recolección de datos**

Tabla 36: Toma de datos del ensayo de peso unitario suelto y compactado de la combinación de canteras

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																																		
TESIS:	"Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% - Cusco 2021"																																		
ENSAYO	Peso unitario del agregado fino (Combinación de canteras)																																		
TESISTAS	Massiel Baca Zans, Raphael Mauricio Yopez Fuentes																																		
FECHA	08/06/2021																																		
LUGAR:	Corporación Ayar S.A.C, Laboratorio de suelos, materiales y concreto																																		
<table border="1" style="margin: 10px auto;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="background-color: #d3d3d3;">DATOS DEL MOLDE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso de molde</td> <td style="text-align: center;">7.249</td> <td>kg</td> </tr> <tr> <td>Diámetro del molde</td> <td style="text-align: center;">30.521</td> <td>cm.</td> </tr> <tr> <td>Altura del molde</td> <td style="text-align: center;">16.7</td> <td>cm.</td> </tr> <tr> <td>Volumen del molde</td> <td style="text-align: center;">12218.11</td> <td>cm³</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="margin: 10px auto;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="background-color: #d3d3d3;">PESO UNITARIO COMPACTADO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Número de ensayo</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra compactada más el molde (kg)</td> <td style="text-align: center;">12.26</td> <td style="text-align: center;">12.26</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="margin: 10px auto;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="background-color: #d3d3d3;">PESO UNITARIO SUELTO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Número de ensayo</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra suelta más el molde (kg)</td> <td style="text-align: center;">11.871</td> <td style="text-align: center;">11.857</td> </tr> </tbody> </table>			DATOS DEL MOLDE			Peso de molde	7.249	kg	Diámetro del molde	30.521	cm.	Altura del molde	16.7	cm.	Volumen del molde	12218.11	cm ³	PESO UNITARIO COMPACTADO			Número de ensayo	1	2	Peso de la muestra compactada más el molde (kg)	12.26	12.26	PESO UNITARIO SUELTO			Número de ensayo	1	2	Peso de la muestra suelta más el molde (kg)	11.871	11.857
DATOS DEL MOLDE																																			
Peso de molde	7.249	kg																																	
Diámetro del molde	30.521	cm.																																	
Altura del molde	16.7	cm.																																	
Volumen del molde	12218.11	cm ³																																	
PESO UNITARIO COMPACTADO																																			
Número de ensayo	1	2																																	
Peso de la muestra compactada más el molde (kg)	12.26	12.26																																	
PESO UNITARIO SUELTO																																			
Número de ensayo	1	2																																	
Peso de la muestra suelta más el molde (kg)	11.871	11.857																																	

3.5.5. Contenido de materia orgánica del agregado fino

a) Instrumentos y equipos

- Frascos de vidrio graduados y con tapa hermética
- Reactivo solución hidróxido de sodio al 3%
- Solución estándar de referencia



b) Procedimiento

- Se secó el material a temperatura ambiente para evitar que la materia orgánica se desgaste
- Se pesó 130gr de Agregado Fino y se llenó en el recipiente hermético.
- Se procedió a añadir al interior del recipiente hermético la solución, se agitó vigorosamente hasta que el agregado fino y el hidróxido de sodio se mezclaron completamente, dejándolo reposar por 24 horas
- Pasado el tiempo de reposo se procedió a contrastar el color del líquido por encima de la muestra.

Figura 43: Toma de muestra



Figura 44: Comparación de colores con la muestra





c) **Recolección de datos:**

Tabla 37: Toma de datos del ensayo de contenido de materia orgánica de la combinación de canteras

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
TESIS:	"Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% - Cusco 2021"	
ENSAYO	Contenido de materia orgánica de la combinación de canteras	
TESISTAS	Massiel Baca Zans, Raphael Mauricio Yopez Fuentes	
FECHA	03/07/2021	
LUGAR:	MC QuimicaLab (Laboratorio de ciencias naturales, aguas, suelos, minerales y medio ambiente)	
<p><i>Peso de la muestra secada al aire</i> <input style="width: 50px; text-align: center;" type="text" value="130"/> gr</p> <p><i>Color de la placa</i> <input style="width: 50px; text-align: center;" type="text" value="1"/></p>		

3.5.6. Fluidez

a) Instrumentos y equipos

- Molde cónico metálico
- Varilla compactadora
- Cucharón
- Wincha

b) Procedimiento

- Se humedeció el molde cónico y se colocó sobre una superficie horizontal plana y rígida, no absorbente.
- Se llenó el molde con la muestra de mortero en tres capas, cada capa se compactó 25 veces.
- Se procedió a retirar el cono de Abrahams y se midió el asentamiento, utilizando la varilla y la wincha.



Figura 45: *Medición de la fluidez con el método del SLUMP*



Figura 46: *Medición de la fluidez con el método del SLUMP*



c) Recolección de datos

Tabla 38: Toma de datos del ensayo de asentamiento del mortero por el método del slump

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																										
TESIS:	"Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% - Cusco 2021"																										
ENSAYO	Fluidez por el método del SLUMP																										
TESISTAS	Massiel Baca Zans, Raphael Mauricio Yopez Fuentes																										
FECHA	25/06/2021																										
LUGAR:	Corporación Ayar S.A.C, Laboratorio de suelos, materiales y concreto																										
<table border="1"><thead><tr><th>Descripción</th><th>Cant.</th><th>Und.</th><th>Cant.</th><th>Und.</th></tr></thead><tbody><tr><td>Concreto Patrón</td><td>2.36</td><td>pulg.</td><td>5.99</td><td>cm.</td></tr><tr><td>Concreto + 7% de Caucho</td><td>2.64</td><td>pulg.</td><td>6.70</td><td>cm.</td></tr><tr><td>Concreto + 10% de Caucho</td><td>3.25</td><td>pulg.</td><td>8.26</td><td>cm.</td></tr><tr><td>Concreto + 13% de Caucho</td><td>3.52</td><td>pulg.</td><td>12.46</td><td>cm.</td></tr></tbody></table>			Descripción	Cant.	Und.	Cant.	Und.	Concreto Patrón	2.36	pulg.	5.99	cm.	Concreto + 7% de Caucho	2.64	pulg.	6.70	cm.	Concreto + 10% de Caucho	3.25	pulg.	8.26	cm.	Concreto + 13% de Caucho	3.52	pulg.	12.46	cm.
Descripción	Cant.	Und.	Cant.	Und.																							
Concreto Patrón	2.36	pulg.	5.99	cm.																							
Concreto + 7% de Caucho	2.64	pulg.	6.70	cm.																							
Concreto + 10% de Caucho	3.25	pulg.	8.26	cm.																							
Concreto + 13% de Caucho	3.52	pulg.	12.46	cm.																							

3.5.7. Tiempo de fraguado de la mezcla de mortero

a) Instrumentos y equipos

- Penetrómetro
- Recipiente metálico

b) Procedimiento

- Este ensayo se realizó de acuerdo a la norma ASTM C 403 Standard method of test for time setting of concrete mixtures by penetration resistance.
- Se inició la toma de muestra de mezcla de mortero según la norma MTC E.701
- Se tomó la hora del vaciado inicial
- Se realizaron las lecturas cada media hora, ingresando la aguja del penetrómetro hasta donde el fraguado de mortero nos lo permitió
- Se tomaron los datos.



Figura 47: *Medición del tiempo de fraguado del mortero patrón*

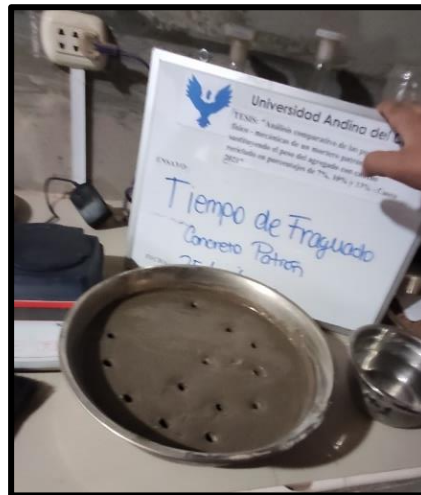


Figura 48: *Medición del tiempo de fraguado del mortero adicionado con 13% caucho*



c) **Recolección de datos**

Tabla 39: Toma de datos del ensayo de tiempo de fraguado del mortero

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																																																																																																																									
TESIS:	"Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% - Cusco 2021"																																																																																																																									
ENSAYO	Tiempo de fraguado del mortero																																																																																																																									
TESISTAS	Massiel Baca Zans, Raphael Mauricio Yopez Fuentes																																																																																																																									
FECHA	25/06/2021																																																																																																																									
LUGAR:	Corporación Ayar S.A.C, Laboratorio de suelos, materiales y concreto																																																																																																																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="background-color: #d3d3d3;">Concreto Patrón</th> <th colspan="2" style="background-color: #d3d3d3;">Concreto +7% de caucho</th> <th colspan="2" style="background-color: #d3d3d3;">Concreto +10% de caucho</th> <th colspan="2" style="background-color: #d3d3d3;">Concreto +13% de caucho</th> </tr> <tr> <th style="background-color: #d3d3d3;">Tiempo (hr)</th> <th style="background-color: #d3d3d3;">Unidades (mm)</th> <th style="background-color: #d3d3d3;">Tiempo (hr)</th> <th style="background-color: #d3d3d3;">Unidades (mm)</th> <th style="background-color: #d3d3d3;">Tiempo (hr)</th> <th style="background-color: #d3d3d3;">Unidades (mm)</th> <th style="background-color: #d3d3d3;">Tiempo (hr)</th> <th style="background-color: #d3d3d3;">Unidades (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>13:00</td><td>-</td><td>13:00</td><td>-</td><td>10:45</td><td>10.00</td><td>11:10</td><td>-</td></tr> <tr><td>13:30</td><td>-</td><td>13:30</td><td>-</td><td>11:45</td><td>-</td><td>12:10</td><td>-</td></tr> <tr><td>14:00</td><td>-</td><td>14:00</td><td>-</td><td>12:15</td><td>-</td><td>12:40</td><td>40.00</td></tr> <tr><td>14:30</td><td>-</td><td>14:30</td><td>-</td><td>12:45</td><td>30.00</td><td>13:10</td><td>50.00</td></tr> <tr><td>15:00</td><td>60.00</td><td>15:00</td><td>-</td><td>13:15</td><td>60.00</td><td>13:40</td><td>60.00</td></tr> <tr><td>15:30</td><td>80.00</td><td>15:30</td><td>20.00</td><td>13:45</td><td>80.00</td><td>14:10</td><td>70.00</td></tr> <tr><td>16:00</td><td>90.00</td><td>16:00</td><td>70.00</td><td>14:15</td><td>100.00</td><td>14:40</td><td>120.00</td></tr> <tr><td>16:30</td><td>140.00</td><td>16:30</td><td>80.00</td><td>14:45</td><td>180.00</td><td>15:10</td><td>150.00</td></tr> <tr><td>17:00</td><td>190.00</td><td>17:00</td><td>130.00</td><td>15:15</td><td>200.00</td><td>15:40</td><td>160.00</td></tr> <tr><td>17:30</td><td>260.00</td><td>17:30</td><td>220.00</td><td>15:45</td><td>210.00</td><td>16:10</td><td>180.00</td></tr> <tr><td>18:00</td><td>340.00</td><td>18:00</td><td>280.00</td><td>16:15</td><td>220.00</td><td>16:40</td><td>220.00</td></tr> <tr><td>18:30</td><td>460.00</td><td>18:30</td><td>300.00</td><td>16:45</td><td>220.00</td><td>17:10</td><td>230.00</td></tr> <tr><td>19:00</td><td>480.00</td><td>19:00</td><td>330.00</td><td>17:15</td><td>240.00</td><td>17:40</td><td>250.00</td></tr> </tbody> </table>			Concreto Patrón		Concreto +7% de caucho		Concreto +10% de caucho		Concreto +13% de caucho		Tiempo (hr)	Unidades (mm)	Tiempo (hr)	Unidades (mm)	Tiempo (hr)	Unidades (mm)	Tiempo (hr)	Unidades (mm)	13:00	-	13:00	-	10:45	10.00	11:10	-	13:30	-	13:30	-	11:45	-	12:10	-	14:00	-	14:00	-	12:15	-	12:40	40.00	14:30	-	14:30	-	12:45	30.00	13:10	50.00	15:00	60.00	15:00	-	13:15	60.00	13:40	60.00	15:30	80.00	15:30	20.00	13:45	80.00	14:10	70.00	16:00	90.00	16:00	70.00	14:15	100.00	14:40	120.00	16:30	140.00	16:30	80.00	14:45	180.00	15:10	150.00	17:00	190.00	17:00	130.00	15:15	200.00	15:40	160.00	17:30	260.00	17:30	220.00	15:45	210.00	16:10	180.00	18:00	340.00	18:00	280.00	16:15	220.00	16:40	220.00	18:30	460.00	18:30	300.00	16:45	220.00	17:10	230.00	19:00	480.00	19:00	330.00	17:15	240.00	17:40	250.00
Concreto Patrón		Concreto +7% de caucho		Concreto +10% de caucho		Concreto +13% de caucho																																																																																																																				
Tiempo (hr)	Unidades (mm)	Tiempo (hr)	Unidades (mm)	Tiempo (hr)	Unidades (mm)	Tiempo (hr)	Unidades (mm)																																																																																																																			
13:00	-	13:00	-	10:45	10.00	11:10	-																																																																																																																			
13:30	-	13:30	-	11:45	-	12:10	-																																																																																																																			
14:00	-	14:00	-	12:15	-	12:40	40.00																																																																																																																			
14:30	-	14:30	-	12:45	30.00	13:10	50.00																																																																																																																			
15:00	60.00	15:00	-	13:15	60.00	13:40	60.00																																																																																																																			
15:30	80.00	15:30	20.00	13:45	80.00	14:10	70.00																																																																																																																			
16:00	90.00	16:00	70.00	14:15	100.00	14:40	120.00																																																																																																																			
16:30	140.00	16:30	80.00	14:45	180.00	15:10	150.00																																																																																																																			
17:00	190.00	17:00	130.00	15:15	200.00	15:40	160.00																																																																																																																			
17:30	260.00	17:30	220.00	15:45	210.00	16:10	180.00																																																																																																																			
18:00	340.00	18:00	280.00	16:15	220.00	16:40	220.00																																																																																																																			
18:30	460.00	18:30	300.00	16:45	220.00	17:10	230.00																																																																																																																			
19:00	480.00	19:00	330.00	17:15	240.00	17:40	250.00																																																																																																																			

3.5.8. Peso unitario y porcentaje de aire de la mezcla de mortero

a) **Materiales e instrumentos**

- Olla Washington
- Balanza
- Cucharón de metal
- Varilla apisonadora

b) **Procedimiento**



- Este ensayo se realizó de acuerdo a la norma MTC E.706
- Se inició con la toma de muestra de la mezcla de mortero según la norma MTC E.701
- Se colocó la mezcla en la olla Washington en tres capas, dando 25 golpes cada vez que se colocó una capa.
- Se tomó el peso del recipiente con la mezcla para poder hallar el peso unitario.

Figura 49: Llenado de la Olla Washington con la muestra de mortero

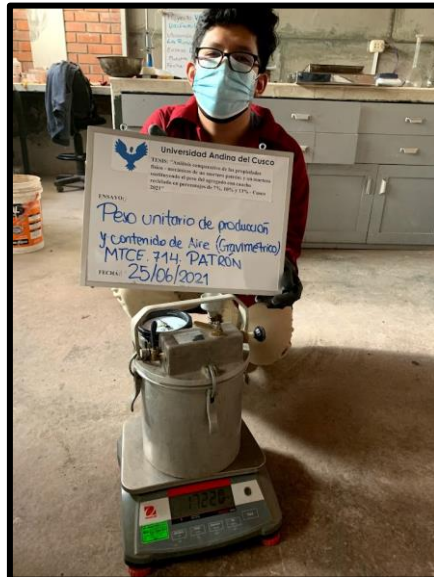


- Seguidamente se tapó el recipiente y se aseguró con las abrazaderas
- Con la llave principal cerrada y ambas llaves de purga abiertas, se ingresó agua por una de las llaves de purga, hasta que el agua salga de la llave opuesta.
- Se cerraron las válvulas de sangrado y se bombeó aire a la olla hasta que el dial quedó ubicado en la línea de presión inicial.
- Se golpeó ligeramente la pantalla de medición hasta estabilizarla, y se registró el porcentaje de contenido de aire.

Figura 50: Ensayo de porcentaje de aire en el mortero



Figura 51: Pesado de la olla de Washington con la muestra de mortero





c) **Recolección de datos**

Tabla 40: Toma de datos del ensayo de peso unitario y contenido de aire del mortero

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																																									
TESIS:	"Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% - Cusco 2021"																																									
ENSAYO	Peso unitario y contenido de aire del mortero																																									
TESISTAS	Massiel Baca Zans, Raphael Mauricio Yopez Fuentes																																									
FECHA	25/06/2021																																									
LUGAR:	Corporación Ayar S.A.C, Laboratorio de suelos, materiales y concreto																																									
<p style="text-align: center;">PESO UNITARIO</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">DATOS DEL MOLDE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Peso de molde</td> <td style="text-align: center;">7.25</td> <td style="text-align: center;">kg</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Diámetro del molde</td> <td style="text-align: center;">0.167</td> <td style="text-align: center;">m3</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Altura del molde</td> <td style="text-align: center;">0.30521</td> <td style="text-align: center;">m3</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Volumen del molde</td> <td style="text-align: center;">0.012218</td> <td style="text-align: center;">m3</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="5" style="text-align: center;">PESO UNITARIO</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">Muestra</th> <th style="text-align: center;">M° Patrón</th> <th style="text-align: center;">M° + 7% Caucho</th> <th style="text-align: center;">M° + 10% Caucho</th> <th style="text-align: center;">M° + 13% Caucho</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Peso de la muestra más el molde</td> <td style="text-align: center;">17.22 kg</td> <td style="text-align: center;">16.48 kg</td> <td style="text-align: center;">16.08 kg</td> <td style="text-align: center;">15.84 kg</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">CONTENIDO DE AIRE</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">CONTENIDO DE AIRE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Concreto Patron</td> <td style="text-align: center;">3.4%</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Concreto +7% caucho</td> <td style="text-align: center;">4.9%</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Concreto +10% caucho</td> <td style="text-align: center;">5.4%</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Concreto +13% caucho</td> <td style="text-align: center;">6.5%</td> </tr> </tbody> </table>			DATOS DEL MOLDE			Peso de molde	7.25	kg	Diámetro del molde	0.167	m3	Altura del molde	0.30521	m3	Volumen del molde	0.012218	m3	PESO UNITARIO					Muestra	M° Patrón	M° + 7% Caucho	M° + 10% Caucho	M° + 13% Caucho	Peso de la muestra más el molde	17.22 kg	16.48 kg	16.08 kg	15.84 kg	CONTENIDO DE AIRE		Concreto Patron	3.4%	Concreto +7% caucho	4.9%	Concreto +10% caucho	5.4%	Concreto +13% caucho	6.5%
DATOS DEL MOLDE																																										
Peso de molde	7.25	kg																																								
Diámetro del molde	0.167	m3																																								
Altura del molde	0.30521	m3																																								
Volumen del molde	0.012218	m3																																								
PESO UNITARIO																																										
Muestra	M° Patrón	M° + 7% Caucho	M° + 10% Caucho	M° + 13% Caucho																																						
Peso de la muestra más el molde	17.22 kg	16.48 kg	16.08 kg	15.84 kg																																						
CONTENIDO DE AIRE																																										
Concreto Patron	3.4%																																									
Concreto +7% caucho	4.9%																																									
Concreto +10% caucho	5.4%																																									
Concreto +13% caucho	6.5%																																									



3.5.9. Diseño de Mezcla del mortero patrón: 125 kg/cm²

La norma E.070 en el capítulo 3, inciso 5.2, da referencia de los valores mínimos que deben cumplir los ladrillos en cuanto a resistencia; si bien nuestra investigación no abarca el estudio de las unidades de albañilería, realizamos nuestro diseño de mezcla del mortero teniendo en cuenta la resistencia (f_b) del ladrillo tipo III (Tipo 14 según la norma NTP 331.017 2003), que es el que se encuentra en la norma, citándolo como de uso general. También se tomó como referencia la resistencia del Mortero Tipo S, ya que dentro de las referencias utilizadas no pudimos hallar una referencia de cómo actúa este tipo de mortero. Las referencias se basan más en el mortero tipo M (175 kg/cm²)

NTP 331.017 2003, capítulo 5, inciso 5.1.3. Ladrillo Tipo 14: Para uso general donde se requiera moderada resistencia a la compresión.

Tabla 41: Unidades de albañilería para fines estructurales

UNIDADES DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES					
CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN f'_b mínimo en MPa (kg/cm ²) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Ladrillo I	± 8	± 6	± 4	10	4,9 (50)
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6,9 (70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9,3 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12,7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17,6 (180)

FUENTE: NTP 331.017 2003

Resistencia del mortero de diseño sin ensayos previos

$$R'_{mm} = 1.35 * R'_m$$

$$R'_{mm} = 168.75 \text{ kg/cm}^2$$

➤ Estimación de la relación agua/cemento

○ Límite Superior (Arenas gruesas)

$$R'_{mm} \text{ mortero 28 días} = \frac{666.57}{6.59^{\frac{A}{C}}}$$

$$168.75 \text{ kg/cm}^2 = \frac{666.57}{6.59^{\frac{A}{C}}}$$

$$\frac{A}{C} = 0.728$$

○ Límite Inferior (Arenas finas)



$$R'_{mm} \text{ mortero 28 días} = \frac{851.12}{19.86^{\frac{A}{C}}}$$

$$168.75 \text{ kg/cm}^2 = \frac{851.12}{19.86^{\frac{A}{C}}}$$

$$\frac{A}{C} = 0.541$$

En la norma NTE.070 indica el MF máx= 2.5,

Para la resistencia de compresión:

$$R'_{mm}=168.75 \text{ kg/cm}^2$$

Se tiene:

- La relación Agua / Cemento (A/C) de arena gruesa = 0.728.

También, en la norma NTE 070 indica el MF min= 1.6.

Para la resistencia de compresión:

$$R'_{mm}=168.75 \text{ kg/cm}^2$$

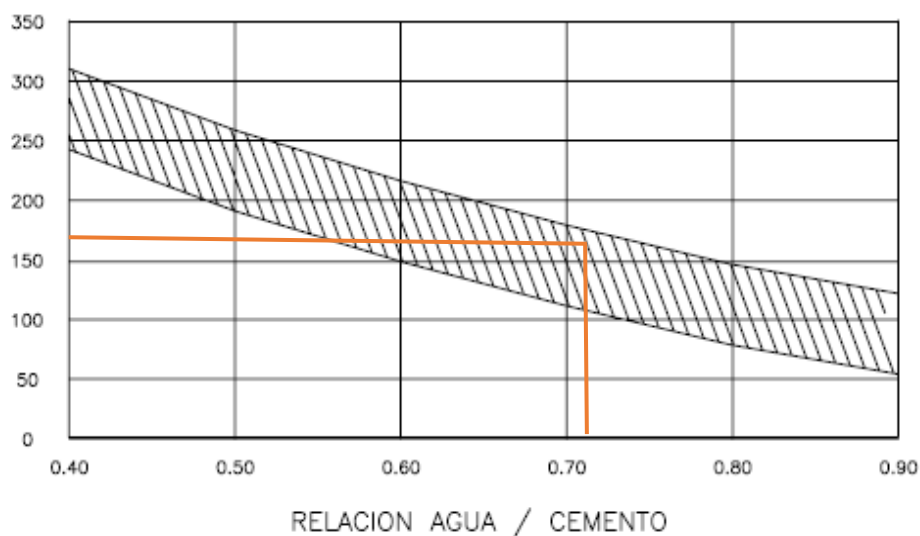
- La relación Agua / Cemento (A/C) de arena fina igual a 0.541.

También se debe tener en cuenta nuestro módulo de finura que se halló por el ensayo de granulometría realizado en nuestro agregado cuyo valor es 2.28.

$$\frac{A}{C} \text{ muestra arena} = 0.728 - \frac{(0.728 - 0.541)(2.50 - 2.28)}{2.50 - 1.60}$$

$$\frac{A}{C} \text{ muestra arena} = 0.682$$

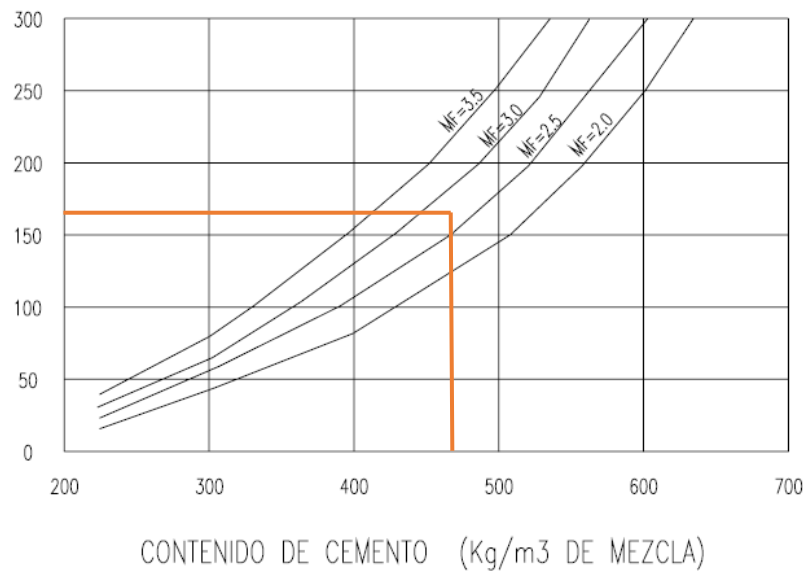
Figura 52: Gráfico de la relación agua / cemento VS R'mm



FUENTE: Rivera con datos propios



Figura 53: Gráfico de cálculo de contenido de cemento



FUENTE: Rivera con datos propios

Al momento de usar los valores de $R'mm = 168.75 \text{ kg/cm}^2$ y $MF = 2.28$ se tiene el valor de 470 kg/m^3 .

➤ **Cantidad de Agua**

Se multiplica el valor de la relación agua/cemento (0.70) con la cantidad de cemento (470 kg/m^3).

$$0.70 * 470 \text{ (kg/m}^3\text{)} = 320.92 \text{ kg/m}^3$$

➤ **Cálculo de volumen de arena**

Una vez que se conoce los pesos del agua, cemento y agregado, el siguiente paso es calcular la suma de los volúmenes absolutos de dichos componentes.

Volumen absoluto de:

- ✓ Cemento $(470/2.850) \times 1000 = 0.165 \text{ m}^3$
- ✓ Agua $320.92/1000 = 0.321 \text{ m}^3$

El volumen absoluto de agregado fino es igual a la diferencia entre una unidad de volumen y la suma de los volúmenes absolutos conocidos. El peso del agregado fino es el resultado de su volumen absoluto multiplicado por su peso específico.

- ✓ Volumen absoluto del agregado fino

$$1 - 0.486 = 0.51 \text{ m}^3$$

- ✓ Peso del agregado fino seco

$$0.51 \times 2.755 \times 1000 = \mathbf{1416.53 \text{ kg/m}^3}$$

Proporciones de diseño de mezcla en kg/m^3 en condiciones seca



- Cemento 470.00 kg/m³
- Agua 320.92 kg/m³
- Agregado fino seco 1416.53 kg/m³

PROPORCIÓN EN PESO SECO

La proporción en peso de los materiales corregidos por humedad del agregado en proporciones unitarias de cemento:

$$\frac{320.92}{470} : \frac{470}{470} : \frac{1416.53}{470} = 0.68 : 1 : 3.01$$

Agua = 0.68: Cemento = 1: Arena = 3.01

PROPORCIONES EN PESO SECO DE LOS MATERIALES

Tabla 42: Proporciones en peso seco de los materiales utilizados

Mortero	A	C	Agr	Caucho
Mortero patron	0.68	1	3.01	-
Mortero adicionado 7% de caucho	0.68	1	2.79	0.21
Mortero adicionado 10% de caucho	0.68	1	2.7	0.30
Mortero adicionado 13% de caucho	0.68	1	2.61	0.39

CANTIDADES DE MATERIAL

Tabla 43: Cantidades de material

Mortero	Agua (Its)	Cemento (Kg)	Agregado (Kg)		Caucho (Kg)
			Confitillo (28%)	Cunyac (72%)	
Mortero patron	2.16	3.18	5.096	13.104	-
Mortero + 7% de caucho	2.16	3.18	4.74	12.18	1.27
Mortero + 10% de caucho	2.16	3.18	4.58	11.79	1.82
Mortero + 13% de caucho	2.16	3.18	4.44	11.4	2.36

3.5.10. Ensayo de Resistencia a la Compresión

a) Materiales e instrumentos

- Moldes cúbicos de 5cm x 5cm x 5cm
- Recipientes metálicos
- Badilejo y cucharón
- Varilla compactadora



- Máquina de compresión axial

b) Procedimiento

- Este ensayo se realizó de acuerdo a la norma MTC E.609, compresión de morteros de cemento hidráulico.
- Se colocó una capa de aceite a los moldes para poder desmoldarlos más fácilmente.
- Se inició con la mezcla de mortero patrón y mortero adicionado con caucho en porcentajes de 7%, 10% y 13%; respecto al peso del agregado.
- Se realizó el llenado de los moldes, en cuatro capas, en cada capa se apisonó con 8 golpes.
- Las muestras de dejaron fraguar durante 24 horas y se procedió a desmoldarlos.

Figura 54: Desmoldado de los dados de mortero



- Se realizó el respectivo curado con agua, en pozas de material no corrosivo, manteniendo las mismas condiciones de higiene y clima en todas las muestras.
- Pasados los 7, 14 y 28 días de edad se retiraron las muestras del pozo de agua y se procedió a secar cada muestra



Figura 55: *Distribución de muestras para el ensayo de compresión*



- Se tomó la medida de las caras superior e inferior, así como la altura de cada muestra.
- Se colocó la muestra en la máquina de compresión cuidadosamente, hasta el momento de la falla de la muestra. La máquina de compresión nos da un resultado de resistencia mayor que la muestra llegó a soportar

Figura 56: *Ensayo de resistencia a la compresión*



Figura 57: Ensayo de resistencia a la compresión



Figura 58: Falla de la muestra +10% caucho a los 28 días, sometida a compresión



Figura 59: Falla de la muestra +13% caucho a los 28 días, sometida a compresión



c) Recolección de datos



Tabla 44: Toma de datos del ensayo de resistencia a compresión del mortero patrón a los 7 días

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL								
TESIS:		"Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% - Cusco 2021"								
ENSAYO		Ensayo de resistencia a la compresión del mortero patrón a los 7 días								
TESISTAS		Massiel Baca Zans, Raphael Mauricio Yopez Fuentes								
FECHA		02/07/2021								
LUGAR:		Corporación Ayar S.A.C, Laboratorio de suelos, materiales y concreto								
M° Patron 7 dias	Muestra	Cara superior			Cara inferior			Altura		Resistencia (Kgf/cm2)
		B1	B5	B6	B1	B5	B6	H1	H4	
	MA	50.34	50.61	50.96	50.50	50.80	50.39	50.80	50.97	97.40
	MB	48.72	50.43	50.81	49.30	50.81	49.69	50.97	50.31	94.60
	MC	50.56	50.12	50.98	50.05	50.00	50.33	50.96	50.89	89.80
	MD	50.94	50.64	50.82	50.95	51.04	51.01	50.88	50.39	107.20
	ME	50.12	49.20	51.16	50.75	50.61	50.38	50.50	50.76	99.90
MF	50.36	49.52	50.25	50.99	50.26	50.16	50.73	50.26	90.90	
Donde:										
M _(A,B,C,D,E,F) = Nomenclatura de las muestras										
B _(1,5,6) = Medidas de las caras superior e inferior (mm)										
H _(1,4) = Alturas de las muestras										



Tabla 45: Toma de datos del ensayo de resistencia a compresión del mortero + 7% caucho a los 7 días

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL									
TESIS:	"Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% - Cusco 2021"									
ENSAYO	Ensayo de resistencia a la compresión del mortero + 7% caucho a los 7 días									
TESISTAS	Massiel Baca Zans, Raphael Mauricio Yopez Fuentes									
FECHA	02/07/2021									
LUGAR:	Corporación Ayar S.A.C, Laboratorio de suelos, materiales y concreto									
M° + 7% Caucho 7 días	Muestra	Cara superior			Cara inferior			Altura		Resistencia (Kgf/cm²)
		B1	B5	B6	B1	B5	B6	H1	H4	
	M1	50.44	50.68	50.12	50.21	50.86	50.67	50.57	50.97	80.20
	M2	49.12	50.64	50.31	49.06	50.78	50.36	50.77	49.56	86.60
	M3	48.11	50.96	50.93	49.08	50.96	50.97	50.30	50.44	94.30
	M4	50.99	50.89	50.68	50.96	50.76	50.55	48.73	49.26	89.70
	M5	49.50	49.40	49.12	49.16	49.08	49.10	50.35	50.16	86.90
M6	49.07	50.47	50.28	49.04	50.90	50.18	50.25	50.83	98.10	
Donde:										
M _(1,2,3,4,5,6) = Nomenclatura de las muestras										
B _(1,5,6) = Medidas de las caras superior e inferior (mm)										
H _(1,4) = Alturas de las muestras										



Tabla 46: Toma de datos del ensayo de resistencia a compresión del mortero + 10% caucho a los 7 días

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL								
TESIS:		"Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% - Cusco 2021"								
ENSAYO		Ensayo de resistencia a la compresión del mortero + 10% caucho a los 7 días								
TESISTAS		Massiel Baca Zans, Raphael Mauricio Yopez Fuentes								
FECHA		02/07/2021								
LUGAR:		Corporación Ayar S.A.C, Laboratorio de suelos, materiales y concreto								
	Muestra	Cara superior			Cara inferior			Altura		Resistencia (Kgf/cm ²)
		B1	B5	B6	B1	B5	B6	H1	H4	
M° +10% Caucho 7 días	M1A	50.00	50.62	50.57	49.33	50.30	50.26	50.61	50.71	121.40
	M2B	50.27	49.17	49.58	49.32	49.10	49.88	50.36	50.95	81.80
	M3C	49.10	50.66	50.17	49.79	50.33	50.12	50.02	50.67	76.94
	M4D	50.15	49.96	50.10	51.00	49.57	49.81	50.81	50.98	85.10
	M5E	50.58	49.56	49.55	51.14	49.30	49.32	50.96	50.67	60.82
	M6F	49.23	50.63	50.29	49.15	50.08	50.28	51.07	50.63	83.20
Donde:										
M _(1A,2B,3C,4D,5E,6F) = Nomenclatura de las muestras										
B _(1,5,6) = Medidas de las caras superior e inferior (mm)										
H _(1,4) = Alturas de las muestras										



Tabla 47: Toma de datos del ensayo de resistencia a compresión del mortero + 13% caucho a los 7 días

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL								
TESIS:	"Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% - Cusco 2021"									
ENSAYO	Ensayo de resistencia a la compresión del mortero + 13% caucho a los 7 días									
TESISTAS	Massiel Baca Zans, Raphael Mauricio Yopez Fuentes									
FECHA	05/07/2021									
LUGAR:	Corporación Ayar S.A.C, Laboratorio de suelos, materiales y concreto									
M° +13% Caucho 7 días	Muestra	Cara superior			Cara inferior			Altura		Resistencia (Kgf/cm²)
		B1	B5	B6	B1	B5	B6	H1	H4	
	MU	50.99	50.79	50.21	50.61	50.40	50.64	49.53	50.18	52.90
	MV	50.30	50.40	50.87	50.66	50.37	50.49	50.57	51.01	50.60
	MW	49.37	50.89	49.57	49.36	50.45	50.16	50.95	50.86	48.24
	MX	50.51	50.08	50.43	50.65	48.89	49.69	50.99	50.52	45.12
	MY	49.74	50.23	50.25	50.67	50.09	50.14	50.95	50.69	53.16
MZ	49.62	50.16	50.30	50.27	50.76	50.85	50.92	50.97	56.00	
Donde:										
M _(u,v,w,x,y,z) = Nomenclatura de las muestras										
B _(1,5,6) = Medidas de las caras superior e inferior (mm)										
H _(1,4) = Alturas de las muestras										



Tabla 48: Toma de datos del ensayo de resistencia de compresión del mortero patrón a los 14 días

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL								
TESIS:	"Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% - Cusco 2021"									
ENSAYO	Ensayo de resistencia a la compresión del mortero patrón a los 14 días									
TESISTAS	Massiel Baca Zans, Raphael Mauricio Yopez Fuentes									
FECHA	09/07/2021									
LUGAR:	Corporación Ayar S.A.C, Laboratorio de suelos, materiales y concreto									
M° Patron 14 dias	Muestra	Cara superior			Cara inferior			Altura		Resistencia (Kgf/cm²)
		B1	B5	B6	B1	B5	B6	H1	H4	
	MA	49.87	50.14	50.16	50.09	50.97	50.97	50.97	50.74	103.60
	MB	50.59	50.75	50.73	50.63	50.52	50.42	50.85	50.89	128.60
	MC	50.03	50.35	50.15	50.38	50.17	51.00	50.49	50.74	108.60
	MD	50.75	50.99	50.89	50.97	50.17	51.03	50.31	50.43	111.80
	ME	49.81	49.23	48.77	50.83	49.22	49.23	50.66	50.82	120.90
MF	49.30	50.84	49.05	50.97	49.48	48.87	50.84	50.35	118.50	
Donde:										
M _(A,B,C,D,E,F) = Nomenclatura de las muestras										
B _(1,5,6) = Medidas de las caras superior e inferior (mm)										
H _(1,4) = Alturas de las muestras										



Tabla 49: Toma de datos del ensayo de resistencia a compresión del mortero + 7% caucho a los 14 días

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL								
TESIS:		"Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% - Cusco 2021"								
ENSAYO		Ensayo de resistencia a la compresión del mortero + 7% caucho a los 14 días								
TESISTAS		Massiel Baca Zans, Raphael Mauricio Yopez Fuentes								
FECHA		09/07/2021								
LUGAR:		Corporación Ayar S.A.C, Laboratorio de suelos, materiales y concreto								
M° + 7% Caucho 14 días	Muestra	Cara superior			Cara inferior			Altura		Resistencia (Kgf/cm²)
		B1	B5	B6	B1	B5	B6	H1	H4	
	M1	50.23	50.78	50.86	50.45	51.09	51.04	49.53	50.84	105.98
	M2	48.50	50.71	50.40	49.54	50.60	50.28	50.55	50.27	104.49
	M3	50.20	50.31	50.12	50.94	50.20	50.34	50.86	50.95	100.91
	M4	50.93	50.46	50.30	50.48	50.09	50.44	49.00	49.26	101.92
	M5	50.75	49.88	49.81	50.63	50.85	49.20	49.94	50.68	98.64
M6	49.97	50.40	50.77	49.28	50.75	50.10	50.20	50.85	107.29	
Donde:										
M _(1,2,3,4,5,6) = Nomenclatura de las muestras										
B _(1,5,6) = Medidas de las caras superior e inferior (mm)										
H _(1,4) = Alturas de las muestras										



Tabla 50: Toma de datos del ensayo de resistencia a compresión del mortero + 10% caucho a los 14 días

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL								
TESIS:	"Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% - Cusco 2021"									
ENSAYO	Ensayo de resistencia a la compresión del mortero + 10% caucho a los 14 días									
TESISTAS	Massiel Baca Zans, Raphael Mauricio Yopez Fuentes									
FECHA	09/07/2021									
LUGAR:	Corporación Ayar S.A.C, Laboratorio de suelos, materiales y concreto									
M° + 10% Caucho 14 días	Muestra	Cara superior			Cara inferior			Altura		Resistencia (Kgf/cm²)
		B1	B5	B6	B1	B5	B6	H1	H4	
	M1A	49.38	50.98	50.11	50.04	50.64	50.74	50.59	51.01	85.23
	M2B	49.20	50.06	50.02	50.43	50.70	50.57	50.61	50.64	85.22
	M3C	50.38	49.70	49.90	50.30	50.32	50.60	50.75	50.98	89.55
	M4D	51.08	49.40	49.43	50.53	49.09	49.85	50.56	50.88	90.28
	M5E	19.37	50.94	50.88	49.75	50.33	50.23	50.61	50.98	79.56
M6F	50.34	49.81	49.39	50.96	49.41	49.19	50.24	50.85	91.16	
Donde:										
M _(1A,2B,3C,4D,5E,6F) = Nomenclatura de las muestras										
B _(1,5,6) = Medidas de las caras superior e inferior (mm)										
H _(1,4) = Alturas de las muestras										



Tabla 51: Toma de datos del ensayo de resistencia a compresión del mortero + 13% caucho a los 14 días

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL								
TESIS:	"Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% - Cusco 2021"									
ENSAYO	Ensayo de resistencia a la compresión del mortero + 13% caucho a los 14 días									
TESISTAS	Massiel Baca Zans, Raphael Mauricio Yopez Fuentes									
FECHA	12/07/2021									
LUGAR:	Corporación Ayar S.A.C, Laboratorio de suelos, materiales y concreto									
M° + 13% Caucho 14 días	Muestra	Cara superior			Cara inferior			Altura		Resistencia (Kgf/cm²)
		B1	B5	B6	B1	B5	B6	H1	H4	
	MU	49.33	53.03	53.73	50.14	52.12	53.21	53.86	51.11	57.66
	MV	51.23	50.50	51.04	51.95	50.98	51.60	51.29	51.69	63.95
	MW	50.79	50.50	50.16	51.43	50.16	50.02	52.02	50.33	59.06
	MX	50.16	48.96	50.57	50.61	50.60	50.71	49.23	48.90	53.43
	MY	49.13	51.66	51.14	52.08	50.66	50.24	52.06	53.18	56.80
MZ	54.46	51.10	50.99	51.85	50.60	50.95	55.83	54.03	58.35	
Donde:										
M _(U,V,W,X,Y,Z) = Nomenclatura de las muestras										
B _(1,5,6) = Medidas de las caras superior e inferior (mm)										
H _(1,4) = Alturas de las muestras										



Tabla 52: Toma de datos del ensayo de resistencia a compresión del mortero patrón a los 28 días

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL								
TESIS:		"Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% - Cusco 2021"								
ENSAYO		Ensayo de resistencia a la compresión del mortero patrón a los 28 días								
TESISTAS		Massiel Baca Zans, Raphael Mauricio Yopez Fuentes								
FECHA		23/07/2021								
LUGAR:		Corporación Ayar S.A.C, Laboratorio de suelos, materiales y concreto								
M° Patron 28 días	Muestra	Cara superior			Cara inferior			Altura		Resistencia (Kgf/cm²)
		B1	B5	B6	B1	B5	B6	H1	H4	
	MA	52.55	50.37	50.95	53.22	50.95	50.87	52.43	51.91	139.60
	MB	53.19	51.63	52.23	54.09	51.11	51.69	53.22	52.09	138.28
	MC	53.81	53.96	53.16	51.39	52.89	52.03	50.04	49.23	144.29
	MD	51.48	50.64	51.27	51.03	50.74	51.46	50.87	51.34	130.72
	ME	52.52	51.17	51.43	51.09	52.00	52.57	53.26	54.45	133.66
MF	52.29	50.12	51.12	52.73	50.32	51.11	52.29	52.70	134.00	
Donde:										
M _(A,B,C,D,E,F) = Nomenclatura de las muestras										
B _(1,5,6) = Medidas de las caras superior e inferior (mm)										
H _(1,4) = Alturas de las muestras										



Tabla 53: Toma de datos del ensayo de resistencia a compresión del mortero +7% caucho a los 28 días

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL								
TESIS:	"Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% - Cusco 2021"									
ENSAYO	Ensayo de resistencia a la compresión del mortero + 7% caucho a los 28 días									
TESISTAS	Massiel Baca Zans, Raphael Mauricio Yopez Fuentes									
FECHA	23/07/2021									
LUGAR:	Corporación Ayar S.A.C, Laboratorio de suelos, materiales y concreto									
M° + 7% Caucho 28 días	Muestra	Cara superior			Cara inferior			Altura		Resistencia (Kgf/cm²)
		B1	B5	B6	B1	B5	B6	H1	H4	
	M1	49.66	49.30	49.96	50.72	49.81	49.25	50.43	50.62	119.35
	M2	50.64	49.61	50.28	50.18	49.39	50.34	50.86	50.28	123.44
	M3	51.04	50.93	51.05	52.17	58.55	52.79	50.06	48.17	104.69
	M4	52.22	50.11	50.30	51.03	50.44	50.29	50.76	50.16	111.62
	M5	50.71	50.37	50.85	50.37	50.18	50.45	50.05	50.71	113.32
M6	50.14	50.37	50.04	50.33	50.37	50.28	50.87	51.02	107.19	
Donde:										
M _(1,2,3,4,5,6) = Nomenclatura de las muestras										
B _(1,5,6) = Medidas de las caras superior e inferior (mm)										
H _(1,4) = Alturas de las muestras										



Tabla 54: Toma de datos del ensayo de resistencia a compresión del mortero +10% caucho a los 28 días

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL								
TESIS:		"Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% - Cusco 2021"								
ENSAYO		Ensayo de resistencia a la compresión del mortero + 10% caucho a los 28 días								
TESISTAS		Massiel Baca Zans, Raphael Mauricio Yopez Fuentes								
FECHA		23/07/2021								
LUGAR:		Corporación Ayar S.A.C, Laboratorio de suelos, materiales y concreto								
M° + 10% Caucho 28 días	Muestra	Cara superior			Cara inferior			Altura		Resistencia (Kgf/cm²)
		B1	B5	B6	B1	B5	B6	H1	H4	
	M1A	50.69	50.16	50.17	50.40	49.52	49.96	51.04	50.77	119.84
	M2B	50.87	50.58	50.39	50.90	51.03	50.12	50.24	50.16	111.06
	M3C	50.12	49.50	49.30	50.35	49.20	49.30	50.49	50.97	108.78
	M4D	51.02	50.90	50.20	51.49	50.89	50.29	49.70	50.21	100.02
	M5E	50.17	49.70	49.82	49.47	49.42	49.69	51.03	50.21	105.83
M6F	48.88	50.85	50.91	50.75	50.10	51.37	50.25	50.88	114.99	
Donde:										
M _(1A,2B,3C,4D,5E,6F) = Nomenclatura de las muestras										
B _(1,5,6) = Medidas de las caras superior e inferior (mm)										
H _(1,4) = Alturas de las muestras										

Tabla 55: Toma de datos del ensayo de resistencia a compresión del mortero +13% caucho a los 28 días

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL								
TESIS:		"Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% - Cusco 2021"								
ENSAYO		Ensayo de resistencia a la compresión del mortero + 13% caucho a los 28 días								
TESISTAS		Massiel Baca Zans, Raphael Mauricio Yopez Fuentes								
FECHA		26/07/2021								
LUGAR:		Corporación Ayar S.A.C, Laboratorio de suelos, materiales y concreto								
M° + 13% Caucho 28 días	Muestra	Cara superior			Cara inferior			Altura		Resistencia (Kgf/cm²)
		B1	B5	B6	B1	B5	B6	H1	H4	
	MU	50.54	50.10	49.51	50.30	50.27	50.14	50.84	51.00	73.19
	MV	50.22	52.06	52.18	50.28	49.08	49.30	50.16	50.19	72.38
	MW	50.22	50.71	51.00	50.78	50.78	50.78	50.22	50.51	69.62
	MY	50.90	50.02	51.05	50.90	50.63	50.10	50.92	50.65	74.54
Donde:										
M _(u,v,w,x,y) = Nomenclatura de las muestras										
B _(1,5,6) = Medidas de las caras superior e inferior (mm)										
H _(1,4) = Alturas de las muestras										

3.5.11. Ensayo de Resistencia a la flexión

a) Materiales e instrumentos

- Moldes prismáticos de 4cm x 4cm x 16cm
- Recipientes metálicos
- Badilejo y cucharón
- Varilla compactadora
- Máquina de compresión inconfina
- Pesas (Dos apoyos, una carga)

b) Procedimiento



- Este ensayo se realizó de acuerdo a la norma MTC E.617, resistencia a la flexión de morteros de cemento hidráulico.
- Se colocó una capa de aceite a los moldes para poder desmoldarlos más fácilmente.

Figura 60: Aceitado de moldes



Figura 61: Vaciado del mortero en los moldes prismáticos



- Se inició con la mezcla de mortero patrón y mortero adicionado con caucho en porcentajes de 7%, 10% y 13%; respecto al peso del agregado.
- Se realizó el llenado de los moldes, en dos capas, en cada capa se apisonó con 12 golpes.
- Las muestras de dejaron fraguar durante 24 horas y se procedió a desmoldarlos.
- Se realizó el respectivo curado con agua, en pozas de material no corrosivo, manteniendo las mismas condiciones de higiene y clima en todas las muestras.

Figura 62: *Desmoldado de prismas de mortero*



- Pasados los 7, 14 y 28 días de edad se retiraron las muestras del pozo de agua y se procedió a secar cada muestra

Figura 63: *Curado de prismas de mortero*



- Se tomó la medida de las caras superior e inferior, así como la longitud de cada muestra.
- Se colocó la muestra en la máquina de compresión inconfiada, se colocó dos pesas en la base a modo de apoyos y una pesa en la parte superior para simular una carga, se fue aplicando la fuerza manualmente hasta lograr la falla de la muestra.



Figura 64: *Ensayo de resistencia a la flexión*



Figura 65: *Ensayo de resistencia a la flexión*



Figura 66: *Rotura de la muestra de mortero patrón sometida a flexión*



Figura 67: Falla de la muestra + 13% caucho a los días, sometida a flexión



c) Toma de muestra

Tabla 56: Toma de datos del ensayo de resistencia a flexión del mortero patrón a los 7 días

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL											
TESIS:		"Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% - Cusco 2021"											
ENSAYO		Ensayo de resistencia a la flexión del mortero patrón a los 7 días											
TESISTAS		Massiel Baca Zans, Raphael Mauricio Yopez Fuentes											
FECHA		02/07/2021											
LUGAR:		Corporación Ayar S.A.C, Laboratorio de suelos, materiales y concreto											
M° Patron 7 días	Muestra	Cara superior				Cara inferior				Altura		Deformación	
		B1	B2	L1	L2	B1	B2	L1	L2	H1	H4		
	MA	39.78	40.50	160.00	161.00	40.56	40.83	160.00	159.00	39.63	39.12		46.00
	MB	40.29	40.21	160.00	159.80	39.06	39.41	160.00	161.00	40.80	40.62		48.00
	MC	40.99	41.17	159.50	159.00	40.24	40.70	158.50	159.00	39.87	39.03		41.00
	MD	40.75	41.00	160.00	160.00	40.98	40.48	159.80	160.00	39.20	39.09		48.00
	ME	40.64	40.57	159.50	160.00	40.95	40.88	158.20	158.50	39.84	40.12		45.00
MF	41.10	40.73	161.00	158.00	41.24	40.78	158.00	159.00	40.77	40.11	47.00		
Donde:													
M _(A,B,C,D,E,F) = Nomenclatura de las muestras													
B _(1,3) = Medidas transversales de las muestras													
L _(1,2) = Medidas longitudinales de las muestras													
H _(1,4) = Alturas de las muestras													



Tabla 57: Toma de datos del ensayo de resistencia a flexión del mortero + 7% caucho a los 7 días

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL											
TESIS:		"Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% - Cusco 2021"											
ENSAYO		Ensayo de resistencia a la flexión del mortero +7% caucho los 7 días											
TESISTAS		Massiel Baca Zans, Raphael Mauricio Yopez Fuentes											
FECHA		02/07/2021											
LUGAR:		Corporación Ayar S.A.C, Laboratorio de suelos, materiales y concreto											
M ^o + 7% Caucho 7 días	Muestra	Cara superior				Cara inferior				Altura		Deformación	
		B1	B2	L1	L2	B1	B2	L1	L2	H1	H4		
	M1	40.00	40.46	157.20	158.00	40.30	43.07	158.00	158.00	40.97	40.56		42.00
	M2	40.19	40.77	158.00	157.50	40.57	40.46	157.90	158.00	40.76	40.56		35.00
	M3	41.02	40.58	158.00	157.80	40.04	40.42	158.00	158.00	40.08	39.61		39.00
	M4	40.25	40.69	158.00	158.00	40.59	40.37	158.00	157.80	40.90	40.48		38.00
	M5	40.99	40.56	159.00	158.00	40.00	40.10	158.00	159.00	40.26	40.77		36.00
M6	40.59	40.75	158.50	158.00	40.52	40.50	159.00	159.00	39.22	37.79	27.00		
Donde:													
M _(1,2,3,4,5,6) = Nomenclatura de las muestras													
B _(1,3) = Medidas transversales de las muestras													
L _(1,2) = Medidas longitudinales de las muestras													
H _(1,4) = Alturas de las muestras													



Tabla 58: Toma de datos del ensayo de resistencia a flexión del mortero + 10% caucho a los 7 días

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL											
TESIS:		"Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% - Cusco 2021"											
ENSAYO		Ensayo de resistencia a la flexión del mortero +10% caucho los 7 días											
TESISTAS		Massiel Baca Zans, Raphael Mauricio Yopez Fuentes											
FECHA		02/07/2021											
LUGAR:		Corporación Ayar S.A.C, Laboratorio de suelos, materiales y concreto											
M° + 10% Caucho 7 días	Muestra	Cara superior				Cara inferior				Altura		Deformación	
		B1	B2	L1	L2	B1	B2	L1	L2	H1	H4		
	M1A	40.27	40.57	160.00	159.00	40.29	40.35	159.00	158.90	39.01	39.28		33.00
	M2B	40.47	40.68	159.00	158.80	40.74	40.90	159.00	159.00	40.86	41.07		35.00
	M3C	40.82	40.25	160.00	159.00	40.35	40.88	160.00	159.70	37.99	40.26		33.00
	M4D	40.69	40.39	159.00	160.00	40.48	40.08	159.00	159.00	38.66	39.19		31.00
	M5E	40.56	40.49	159.00	159.50	40.15	40.67	160.00	160.20	39.20	41.10		34.00
M6F	40.30	40.04	160.00	161.00	39.87	40.01	160.00	160.00	41.30	41.10	30.00		
Donde:													
M _(1A,2B,3C,4D,5E,6F) = Nomenclatura de las muestras													
B _(1,3) = Medidas transversales de las muestras													
L _(1,2) = Medidas longitudinales de las muestras													
H _(1,4) = Alturas de las muestras													



Tabla 59: Toma de datos del ensayo de resistencia a flexión del mortero + 13% caucho a los 7 días

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL										
TESIS:		"Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% - Cusco 2021"										
ENSAYO		Ensayo de resistencia a la flexión del mortero +13% caucho los 7 días										
TESISTAS		Massiel Baca Zans, Raphael Mauricio Yopez Fuentes										
FECHA		05/07/2021										
LUGAR:		Corporación Ayar S.A.C, Laboratorio de suelos, materiales y concreto										
M° + 13% Caucho 7 días	Muestra	Cara superior				Cara inferior				Altura		Deformación
		B1	B2	L1	L2	B1	B2	L1	L2	H1	H4	
	MU	41.12	41.37	158.50	157.20	40.73	40.37	157.90	158.20	40.33	40.78	24.00
	MV	40.40	41.32	160.00	160.00	40.90	40.40	159.00	161.00	39.24	39.35	30.00
	MW	40.81	40.66	158.50	157.90	40.06	40.30	158.00	159.50	39.89	40.67	30.00
	MX	40.75	41.24	158.00	157.50	40.23	40.94	160.00	160.00	38.92	39.70	25.00
	MY	41.78	40.43	159.00	158.50	40.44	40.67	158.90	159.00	40.07	40.30	33.00
MZ	40.72	40.30	160.00	161.00	40.35	40.76	160.00	158.50	40.59	40.35	33.00	
Donde:												
M _(U,V,W,X,Y,Z) = Nomenclatura de las muestras												
B _(1,3) = Medidas transversales de las muestras												
L _(1,2) = Medidas longitudinales de las muestras												
H _(1,4) = Alturas de las muestras												



Tabla 60: Toma de datos del ensayo de resistencia a flexión del mortero patrón a los 14 días

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL											
TESIS:		"Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% - Cusco 2021"											
ENSAYO		Ensayo de resistencia a la flexión del mortero patrón a los 14 días											
TESISTAS		Massiel Baca Zans, Raphael Mauricio Yopez Fuentes											
FECHA		09/07/2021											
LUGAR:		Corporación Ayar S.A.C, Laboratorio de suelos, materiales y concreto											
M° Patron 14 días	Muestra	Cara superior				Cara inferior				Altura		Deformación	
		B1	B2	L1	L2	B1	B2	L1	L2	H1	H4		
	MA	40.51	41.10	160.00	161.00	40.37	40.55	159.00	159.20	40.56	40.22		65.00
	MB	40.18	40.95	159.50	160.00	40.84	41.06	158.50	159.00	40.65	40.33		52.00
	MC	40.22	40.09	160.00	158.90	40.77	40.62	157.90	158.50	39.52	39.74		46.00
	MD	40.65	40.30	158.00	159.00	40.60	40.42	160.00	160.00	40.79	40.16		48.00
	ME	40.19	40.10	160.00	159.00	40.77	41.28	160.00	158.00	40.35	39.80		54.00
MF	40.72	40.74	159.50	161.00	40.62	40.63	159.00	161.00	40.88	40.30	54.00		
Donde:													
M _(A,B,C,D,E,F) = Nomenclatura de las muestras													
B _(1,3) = Medidas transversales de las muestras													
L _(1,2) = Medidas longitudinales de las muestras													
H _(1,4) = Alturas de las muestras													



Tabla 61: Toma de datos del ensayo de resistencia a flexión del mortero + 7% caucho a los 14 días

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL											
TESIS:		"Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% - Cusco 2021"											
ENSAYO		Ensayo de resistencia a la flexión del mortero + 7% caucho a los 14 días											
TESISTAS		Massiel Baca Zans, Raphael Mauricio Yopez Fuentes											
FECHA		09/07/2021											
LUGAR:		Corporación Ayar S.A.C, Laboratorio de suelos, materiales y concreto											
M ^o + 7% Caucho 14 días	Muestra	Cara superior				Cara inferior				Altura		Deformación	
		B1	B2	L1	L2	B1	B2	L1	L2	H1	H4		
	M1	38.29	38.45	159.00	159.00	39.81	39.24	161.00	158.00	40.40	41.01		38.00
	M2	40.19	41.74	158.50	159.00	40.60	40.51	158.00	159.00	40.61	41.07		45.00
	M3	40.04	39.43	158.00	158.00	39.68	39.76	157.50	157.00	41.11	40.46		41.00
	M4	40.98	40.89	158.00	158.50	40.57	40.69	161.00	160.50	40.89	40.90		40.00
	M5	40.97	40.66	160.00	158.00	41.77	41.35	159.00	158.00	40.23	40.43		40.00
M6	40.30	40.60	158.00	160.00	40.81	40.40	158.00	156.00	39.58	39.18	39.00		
Donde:													
M _(1,2,3,4,5,6) = Nomenclatura de las muestras													
B _(1,3) = Medidas transversales de las muestras													
L _(1,2) = Medidas longitudinales de las muestras													
H _(1,4) = Alturas de las muestras													



Tabla 62: Toma de datos del ensayo de resistencia a flexión del mortero + 10% caucho a los 14 días

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL											
TESIS:		"Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% - Cusco 2021"											
ENSAYO		Ensayo de resistencia a la flexión del mortero + 10% caucho a los 14 días											
TESISTAS		Massiel Baca Zans, Raphael Mauricio Yopez Fuentes											
FECHA		09/07/2021											
LUGAR:		Corporación Ayar S.A.C, Laboratorio de suelos, materiales y concreto											
M° + 10% Caucho 14 días	Muestra	Cara superior				Cara inferior				Altura		Deformación	
		B1	B2	L1	L2	B1	B2	L1	L2	H1	H4		
	M1A	40.75	40.79	160.00	160.00	40.46	40.60	160.00	159.00	39.76	38.99		37.00
	M2B	40.77	40.53	161.00	160.00	40.81	40.58	161.00	161.00	39.24	39.34		34.00
	M3C	40.70	40.64	160.00	159.00	40.39	40.83	159.00	158.50	40.39	40.63		38.00
	M4D	41.42	40.87	159.00	160.00	40.91	40.90	158.00	161.10	39.94	39.33		38.00
	M5E	41.07	40.50	158.50	159.00	40.91	40.42	159.50	158.50	40.22	40.10		44.00
M6F	40.79	40.67	159.00	160.00	40.79	40.30	157.00	159.00	40.12	40.35	42.00		
Donde:													
M _(1A,2B,3C,4D,5E,6F) = Nomenclatura de las muestras													
B _(1,3) = Medidas transversales de las muestras													
L _(1,2) = Medidas longitudinales de las muestras													
H _(1,4) = Alturas de las muestras													



Tabla 63: Toma de datos del ensayo de resistencia a flexión del mortero + 13% caucho a los 14 días

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL										
TESIS:		"Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% - Cusco 2021"										
ENSAYO		Ensayo de resistencia a la flexión del mortero + 13% caucho a los 14 días										
TESISTAS		Massiel Baca Zans, Raphael Mauricio Yopez Fuentes										
FECHA		12/07/2021										
LUGAR:		Corporación Ayar S.A.C, Laboratorio de suelos, materiales y concreto										
M° + 13% Caucho 14 días	Muestra	Cara superior				Cara inferior				Altura		Deformación
		B1	B2	L1	L2	B1	B2	L1	L2	H1	H4	
	MU	40.19	40.87	158.00	157.00	40.76	40.29	158.00	158.00	40.30	40.36	28.00
	MV	40.82	40.47	160.00	160.50	40.49	40.23	160.00	159.00	38.62	39.10	30.00
	MW	39.89	40.54	160.00	159.00	40.39	40.18	161.00	160.00	40.05	39.84	35.00
	MX	40.75	40.32	160.00	160.00	41.00	40.73	159.00	158.00	38.34	39.04	27.00
	MY	40.38	40.37	160.00	160.00	41.01	40.69	157.00	19.00	40.09	40.66	35.00
MZ	40.46	40.85	158.00	157.50	40.62	41.35	158.00	157.00	39.07	39.37	27.00	
Donde:												
M _(u,v,w,x,y,z) = Nomenclatura de las muestras												
B _(1,3) = Medidas transversales de las muestras												
L _(1,2) = Medidas longitudinales de las muestras												
H _(1,4) = Alturas de las muestras												



Tabla 64: Toma de datos del ensayo de resistencia a flexión del mortero patrón a los 28 días

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL											
TESIS:		"Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% - Cusco 2021"											
ENSAYO		Ensayo de resistencia a la flexión del mortero patrón a los 28 días											
TESISTAS		Massiel Baca Zans, Raphael Mauricio Yopez Fuentes											
FECHA		23/07/2021											
LUGAR:		Corporación Ayar S.A.C, Laboratorio de suelos, materiales y concreto											
M° Patron 28 días	Muestra	Cara superior				Cara inferior				Altura		Deformación	
		B1	B2	L1	L2	B1	B2	L1	L2	H1	H4		
	MA	40.15	40.14	159.00	160.00	40.95	40.80	157.00	159.00	40.41	40.31		64.00
	MB	39.63	39.74	159.00	160.00	40.29	38.36	159.00	158.00	40.09	41.02		51.00
	MC	40.05	39.57	160.00	159.00	39.64	39.24	160.00	161.00	41.02	40.53		56.00
	MD	40.72	40.63	160.00	160.00	41.67	41.29	159.00	158.00	40.83	40.41		63.00
	ME	39.27	39.54	158.00	161.00	38.80	39.32	160.00	161.00	40.55	40.20		53.00
MF	39.12	39.96	161.00	162.00	39.35	39.54	159.00	159.00	40.66	40.47	53.00		
Donde:													
M _(A,B,C,D,E,F) = Nomenclatura de las muestras													
B _(1,3) = Medidas transversales de las muestras													
L _(1,2) = Medidas longitudinales de las muestras													
H _(1,4) = Alturas de las muestras													



Tabla 65: Toma de datos del ensayo de resistencia a flexión del mortero +7% caucho a los 28 días

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL											
TESIS:		"Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% - Cusco 2021"											
ENSAYO		Ensayo de resistencia a la flexión del mortero + 7% caucho a los 28 días											
TESISTAS		Massiel Baca Zans, Raphael Mauricio Yopez Fuentes											
FECHA		23/07/2021											
LUGAR:		Corporación Ayar S.A.C, Laboratorio de suelos, materiales y concreto											
M° + 7% Caucho 28 días	Muestra	Cara superior				Cara inferior				Altura		Deformación	
		B1	B2	L1	L2	B1	B2	L1	L2	H1	H4		
	M1	38.80	39.48	157.00	156.00	38.68	38.82	156.00	157.00	39.96	40.88		42.00
	M2	39.44	39.14	157.00	157.00	38.78	38.87	158.00	158.00	40.62	40.84		44.00
	M3	40.19	40.85	158.00	158.00	40.24	40.72	158.00	159.00	39.08	39.31		41.00
	M4	41.05	40.89	159.00	157.00	41.04	40.85	156.00	157.00	40.98	41.47		40.00
	M5	39.82	40.82	158.00	157.50	40.20	40.97	156.00	157.00	40.77	41.04		45.00
M6	40.90	40.17	156.50	158.00	40.98	40.68	159.00	157.00	38.98	39.42	44.00		
Donde:													
M _(1,2,3,4,5,6) = Nomenclatura de las muestras													
B _(1,3) = Medidas transversales de las muestras													
L _(1,2) = Medidas longitudinales de las muestras													
H _(1,4) = Alturas de las muestras													



Tabla 66: Toma de datos del ensayo de resistencia a flexión del mortero +10% caucho a los 28 días

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL											
TESIS:		"Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% - Cusco 2021"											
ENSAYO		Ensayo de resistencia a la flexión del mortero + 10% caucho a los 28 días											
TESISTAS		Massiel Baca Zans, Raphael Mauricio Yopez Fuentes											
FECHA		23/07/2021											
LUGAR:		Corporación Ayar S.A.C, Laboratorio de suelos, materiales y concreto											
M° + 10% Caucho 28 días	Muestra	Cara superior				Cara inferior				Altura		Deformación	
		B1	B2	L1	L2	B1	B2	L1	L2	H1	H4		
	M1A	40.44	40.34	159.00	158.00	40.06	40.13	157.00	159.00	39.73	40.15		37.00
	M2B	41.07	40.35	160.00	160.00	40.53	40.32	160.00	158.00	39.87	40.45		41.00
	M3C	40.31	40.16	158.00	159.00	40.46	40.27	159.00	160.00	40.01	40.29		44.00
	M4D	41.01	40.70	160.00	159.00	40.04	39.94	160.00	159.00	40.50	40.84		45.00
	M5E	40.50	40.54	158.00	160.00	40.67	40.82	160.00	159.00	40.70	39.88		43.00
M6F	40.35	40.25	160.00	160.50	40.31	40.07	160.00	159.00	39.85	39.82	36.00		
Donde:													
M _(1A,2B,3C,4D,5E,6F) = Nomenclatura de las muestras													
B _(1,3) = Medidas transversales de las muestras													
L _(1,2) = Medidas longitudinales de las muestras													
H _(1,4) = Alturas de las muestras													



Tabla 67: Toma de datos del ensayo de resistencia a flexión del mortero +13% caucho a los 28 días

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL											
TESIS:		"Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% - Cusco 2021"											
ENSAYO		Ensayo de resistencia a la flexión del mortero + 13% caucho a los 28 días											
TESISTAS		Massiel Baca Zans, Raphael Mauricio Yopez Fuentes											
FECHA		26/07/2021											
LUGAR:		Corporación Ayar S.A.C, Laboratorio de suelos, materiales y concreto											
M° + 13% Caucho 28 días	Muestra	Cara superior				Cara inferior				Altura		Deformación	
		B1	B2	L1	L2	B1	B2	L1	L2	H1	H4		
	MU	40.41	40.67	160.00	161.00	40.70	40.49	158.00	159.00	39.14	39.35		32.00
	MV	40.85	39.68	158.00	158.00	40.19	41.01	157.00	158.00	40.12	39.56		35.00
	MW	40.72	40.10	159.00	158.00	40.59	40.70	158.00	160.00	40.90	40.49		37.00
	MX	40.53	40.71	159.00	160.00	40.21	40.10	161.00	160.00	39.26	39.22		36.00
	MY	40.41	40.21	159.00	161.00	40.38	39.81	160.00	159.00	40.17	41.05		36.00
MZ	40.26	40.96	156.00	155.00	40.15	40.47	156.00	157.00	40.13	40.17	40.00		
Donde:													
M _(u,v,w,x,y,z) = Nomenclatura de las muestras													
B _(1,3) = Medidas transversales de las muestras													
L _(1,2) = Medidas longitudinales de las muestras													
H _(1,4) = Alturas de las muestras													



3.6. Procesamiento de datos

3.6.1. Ensayo de granulometría de los agregados de Cunyac, confitillo y combinaciones

a) Cálculo del ensayo:

Se pasó una muestra representativa por la serie de tamices y se procedió a tomar los pesos de cada tamiz. Se procedió a desarrollar el análisis granulométrico a través de las siguientes fórmulas:

- PESO CORREGIDO:

$$PC = PR + \frac{\text{Desperdicio}}{N^{\circ} \text{ de mallas}}$$

- PESO RETENIDO

$$\%R = \frac{PC \times 100}{Po}$$

- PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO

$$\%Retenido \text{ Acumulado} = \%R(i) + \%R(i + 1)$$

- PORCENTAJE QUE PASA

$$\%Pasa = \%RA - 100$$

- MODULO DE FINURA

$$MF = \frac{\sum Ret. \text{ Acumulado } (N^{\circ} 3/8", 4, 8, 16, 30, 50, 100)}{100}$$

Donde:

PR = Peso retenido (g)

PC = Peso corregido (g)

Po = Peso inicial (g)



b) Diagramas y tablas

Tabla 68: Análisis de datos granulométricos del Confitillo de Huambutio

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL						
TESIS:		"Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% - Cusco 2021"						
ENSAYO		Granulometría del Agregado Fino (Confitillo de Huambutio)						
TESISTAS		Massiel Baca Zans, Raphael Mauricio Yopez Fuentes						
FECHA		05/06/2021						
LUGAR:		Cooperación Ayar S.A.C, Laboratorio de suelos, materiales y concreto						
P₀ = 1000.40 gr		Corrección: 0.37 gr		% error 0.03				
MALLA		ESPECIFICACIONES		PESO (gr)	PESO CORREGIDO (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
TAMIZ	mm	MAX	MIN					
3/8"	9.5000	100	100	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.7500	100	95	188.51	188.89	18.88	18.88	81.12
N° 8	2.3600	100	85	268.21	268.59	26.85	45.73	54.27
N° 16	1.1800	100	70	210.61	210.99	21.09	66.82	33.18
N° 30	0.5900	75	40	142.51	142.89	14.28	81.10	18.90
N° 50	0.2950	35	10	80.40	80.77	8.07	89.18	10.82
N° 100	0.1475	15	2	50.51	50.89	5.09	94.26	5.74
N° 200	0.0737	2	0	0.51	0.89	0.09	94.35	5.65
FONDO		0	0	56.50	56.50	5.65	100.00	
TOTAL				997.79	1000.4			

CITANDO LA NORMA E070:

Capítulo 3, apartado 3.2.2 y 3.3.3, nos da los límites mínimos y máximos que debe cumplir la granulometría en caso de arena gruesa y confitillo. La norma especifica que para confitillo se usa la malla 3/8", N° 4, N° 8 y N° 16.

- No deberá quedar retenido más del 50% de arena entre dos mallas consecutivas:** Se puede observar en los datos analizados, que no tenemos mas del 50% retenido entre dos mallas
- El módulo de fineza estará comprendido entre 1.6 y 2.5:** Nuestra granulometría en este caso nos arrojó un resultado de **3.96**, el cual no cumple.

Figura 68: Curva granulométrica del Confitillo de Huambutio

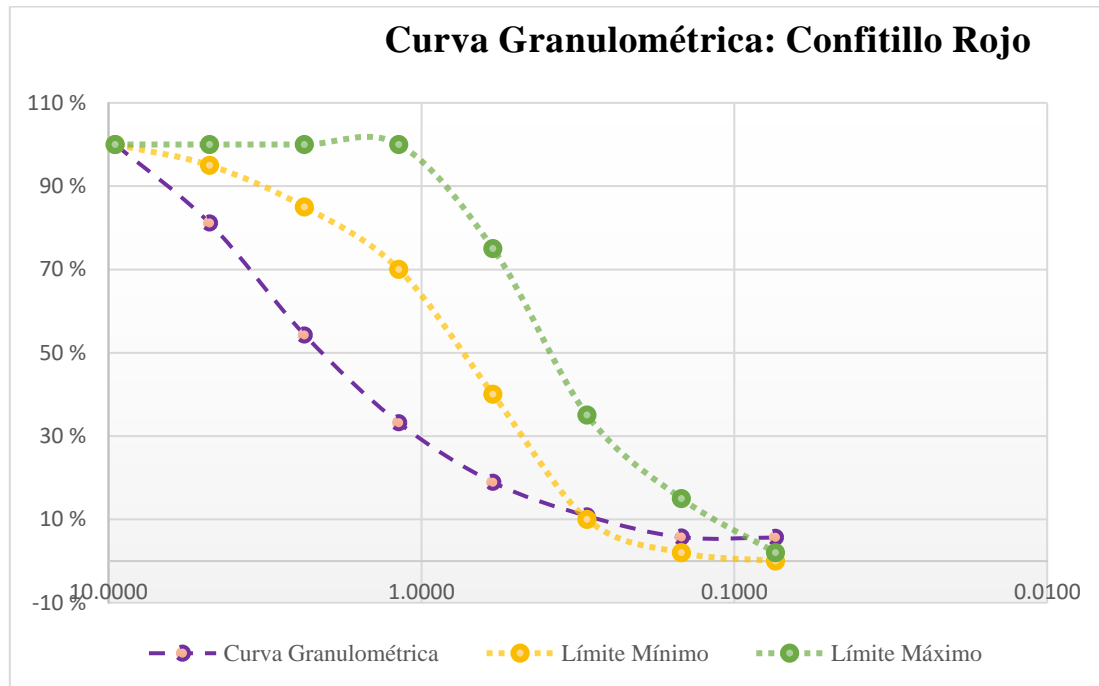


Tabla 69: Análisis de datos granulométricos de la arena fina de Cunyac

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																																																																																																								
TESIS:	"Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% - Cusco 2021"																																																																																																								
ENSAYO	Granulometría del Agregado Fino (Arena de Cunyac)																																																																																																								
TESISTAS	Massiel Baca Zans, Raphael Mauricio Yopez Fuentes																																																																																																								
FECHA	05/06/2021																																																																																																								
LUGAR:	Cooperación Ayar S.A.C, Laboratorio de suelos, materiales y concreto																																																																																																								
Po =	1030.00 gr	Corrección: 0.46 gr																																																																																																							
		% error 0.03																																																																																																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="2">MALLA</th> <th colspan="2">ESPECIFICACIONES</th> <th rowspan="2">PESO (gr)</th> <th rowspan="2">PESO CORREGIDO (gr)</th> <th rowspan="2">% RETENIDO</th> <th rowspan="2">% RETENIDO ACUMULADO</th> <th rowspan="2">% QUE PASA</th> </tr> <tr> <th>TAMIZ</th> <th>mm</th> <th>MAX</th> <th>MIN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3/8"</td> <td>9.5000</td> <td>100</td> <td>100</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>100.00</td> </tr> <tr> <td>Nº 4</td> <td>4.7500</td> <td>100</td> <td>95</td> <td>2.00</td> <td>2.46</td> <td>0.24</td> <td>0.24</td> <td>99.76</td> </tr> <tr> <td>Nº 8</td> <td>2.3600</td> <td>100</td> <td>85</td> <td>4.00</td> <td>4.46</td> <td>0.43</td> <td>0.67</td> <td>99.33</td> </tr> <tr> <td>Nº 16</td> <td>1.1800</td> <td>100</td> <td>70</td> <td>13.00</td> <td>13.46</td> <td>1.31</td> <td>1.98</td> <td>98.02</td> </tr> <tr> <td>Nº 30</td> <td>0.5900</td> <td>75</td> <td>40</td> <td>90.60</td> <td>91.06</td> <td>8.84</td> <td>10.82</td> <td>89.18</td> </tr> <tr> <td>Nº 50</td> <td>0.2950</td> <td>35</td> <td>10</td> <td>449.80</td> <td>450.26</td> <td>43.71</td> <td>54.53</td> <td>45.47</td> </tr> <tr> <td>Nº 100</td> <td>0.1475</td> <td>15</td> <td>2</td> <td>348.20</td> <td>348.66</td> <td>33.85</td> <td>88.38</td> <td>11.62</td> </tr> <tr> <td>Nº 200</td> <td>0.0737</td> <td>2</td> <td>0</td> <td>0.00</td> <td>0.46</td> <td>0.04</td> <td>88.43</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>FONDO</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>119.20</td> <td>119.20</td> <td>11.57</td> <td>100.00</td> <td></td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1026.80</td> <td>1030.00</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			MALLA		ESPECIFICACIONES		PESO (gr)	PESO CORREGIDO (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	TAMIZ	mm	MAX	MIN	3/8"	9.5000	100	100	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	Nº 4	4.7500	100	95	2.00	2.46	0.24	0.24	99.76	Nº 8	2.3600	100	85	4.00	4.46	0.43	0.67	99.33	Nº 16	1.1800	100	70	13.00	13.46	1.31	1.98	98.02	Nº 30	0.5900	75	40	90.60	91.06	8.84	10.82	89.18	Nº 50	0.2950	35	10	449.80	450.26	43.71	54.53	45.47	Nº 100	0.1475	15	2	348.20	348.66	33.85	88.38	11.62	Nº 200	0.0737	2	0	0.00	0.46	0.04	88.43	0.00	FONDO	0	0	0	119.20	119.20	11.57	100.00		TOTAL				1026.80	1030.00			
MALLA		ESPECIFICACIONES		PESO (gr)	PESO CORREGIDO (gr)	% RETENIDO						% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA																																																																																												
TAMIZ	mm	MAX	MIN																																																																																																						
3/8"	9.5000	100	100	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00																																																																																																	
Nº 4	4.7500	100	95	2.00	2.46	0.24	0.24	99.76																																																																																																	
Nº 8	2.3600	100	85	4.00	4.46	0.43	0.67	99.33																																																																																																	
Nº 16	1.1800	100	70	13.00	13.46	1.31	1.98	98.02																																																																																																	
Nº 30	0.5900	75	40	90.60	91.06	8.84	10.82	89.18																																																																																																	
Nº 50	0.2950	35	10	449.80	450.26	43.71	54.53	45.47																																																																																																	
Nº 100	0.1475	15	2	348.20	348.66	33.85	88.38	11.62																																																																																																	
Nº 200	0.0737	2	0	0.00	0.46	0.04	88.43	0.00																																																																																																	
FONDO	0	0	0	119.20	119.20	11.57	100.00																																																																																																		
TOTAL				1026.80	1030.00																																																																																																				



CITANDO LA NORMA E070:

Capítulo 3, apartado 3.2.2 y 3.3.3, nos da los límites mínimos y máximos que debe cumplir la granulometría en caso de arena gruesa y conftillo. La norma especifica que para conftillo se usa la malla 3/8", N° 4, N° 8 y N° 16.

1. **No deberá quedar retenido más del 50% de arena entre dos mallas consecutivas:** Se puede observar en los datos analizados, que no tenemos mas del 50% retenido entre dos mallas
2. **El módulo de fineza estará comprendido entre 1.6 y 2.5:** Nuestra granulometría en este caso nos arrojó un resultado de 1.57, el cual no cumple

Figura 69: Curva granulométrica de la arena fina de Cunyac

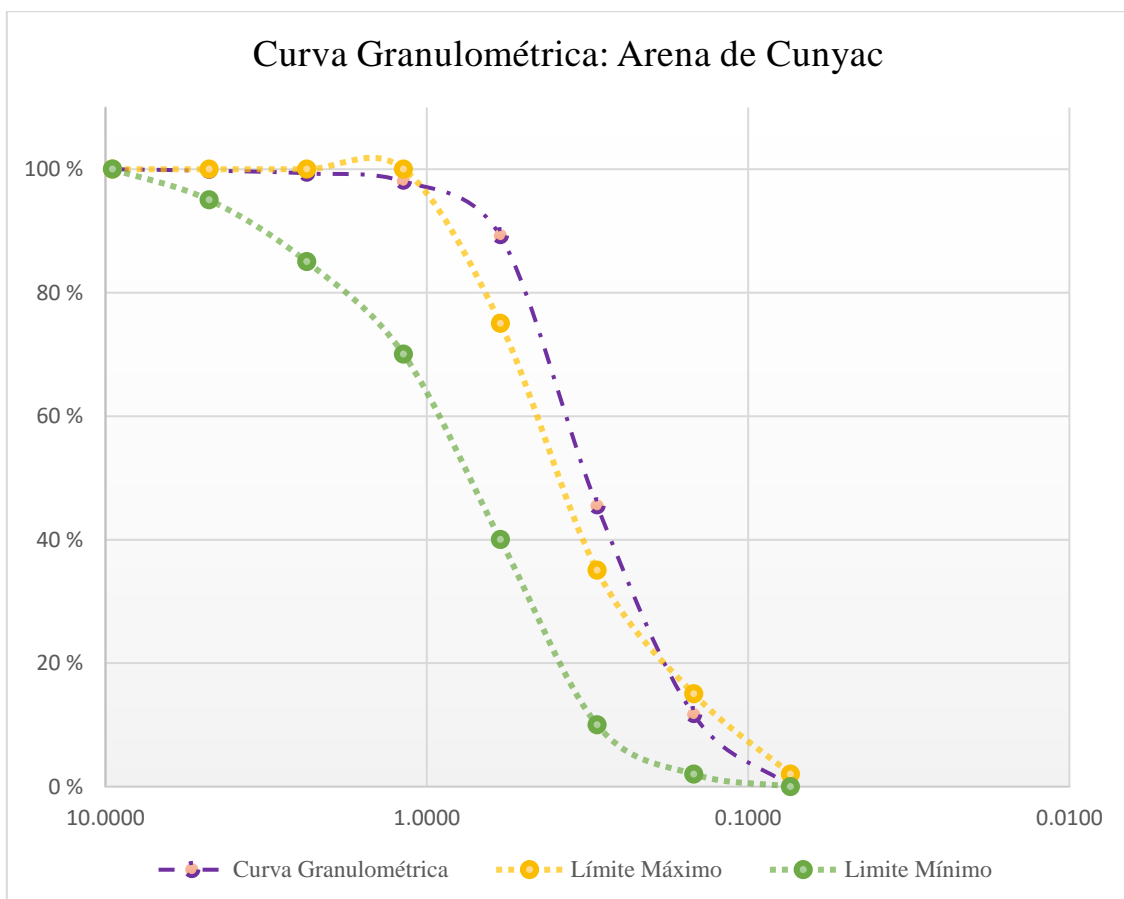


Tabla 70: Análisis de datos granulométricos de la combinación de agregados



	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																																																																																																								
TESIS:	"Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% - Cusco 2021"																																																																																																								
ENSAYO	Granulometría del Agregado Fino (72% Cunyac – 28% Confitillo)																																																																																																								
TESISTAS	Massiel Baca Zans, Raphael Mauricio Yopez Fuentes																																																																																																								
FECHA	05/06/2021																																																																																																								
LUGAR:	Corporación Ayar S.A.C, Laboratorio de suelos, materiales y concreto																																																																																																								
Po = 1000.00 gr	Corrección: 1.04 gr	% error 0.07																																																																																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">MALLA</th> <th colspan="2">ESPECIFICACIONES</th> <th rowspan="2">PESO (gr)</th> <th rowspan="2">PESO CORREGIDO (gr)</th> <th rowspan="2">% RETENIDO</th> <th rowspan="2">% RETENIDO ACUMULAD</th> <th rowspan="2">% QUE PASA</th> </tr> <tr> <th>TAMIZ</th> <th>mm</th> <th>MAX</th> <th>MIN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3/8"</td> <td>9.5000</td> <td>100</td> <td>100</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>100.00</td> </tr> <tr> <td>N° 4</td> <td>4.7500</td> <td>100</td> <td>95</td> <td>56.23</td> <td>57.27</td> <td>5.73</td> <td>5.73</td> <td>94.27</td> </tr> <tr> <td>N° 8</td> <td>2.3600</td> <td>100</td> <td>85</td> <td>83.93</td> <td>84.97</td> <td>8.50</td> <td>14.22</td> <td>85.78</td> </tr> <tr> <td>N° 16</td> <td>1.1800</td> <td>100</td> <td>70</td> <td>69.93</td> <td>70.97</td> <td>7.10</td> <td>21.32</td> <td>78.68</td> </tr> <tr> <td>N° 30</td> <td>0.5900</td> <td>75</td> <td>40</td> <td>104.13</td> <td>105.17</td> <td>10.52</td> <td>31.84</td> <td>68.16</td> </tr> <tr> <td>N° 50</td> <td>0.2950</td> <td>35</td> <td>10</td> <td>331.03</td> <td>332.07</td> <td>33.21</td> <td>65.05</td> <td>34.95</td> </tr> <tr> <td>N° 100</td> <td>0.1475</td> <td>15</td> <td>2</td> <td>249.53</td> <td>250.57</td> <td>25.06</td> <td>90.10</td> <td>9.90</td> </tr> <tr> <td>N° 200</td> <td>0.0737</td> <td>2</td> <td>0</td> <td>0.43</td> <td>1.47</td> <td>0.15</td> <td>90.25</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>FONDO</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>97.50</td> <td>97.50</td> <td>9.75</td> <td>100.00</td> <td></td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>992.70</td> <td>1000.00</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			MALLA		ESPECIFICACIONES		PESO (gr)	PESO CORREGIDO (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULAD	% QUE PASA	TAMIZ	mm	MAX	MIN	3/8"	9.5000	100	100	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	N° 4	4.7500	100	95	56.23	57.27	5.73	5.73	94.27	N° 8	2.3600	100	85	83.93	84.97	8.50	14.22	85.78	N° 16	1.1800	100	70	69.93	70.97	7.10	21.32	78.68	N° 30	0.5900	75	40	104.13	105.17	10.52	31.84	68.16	N° 50	0.2950	35	10	331.03	332.07	33.21	65.05	34.95	N° 100	0.1475	15	2	249.53	250.57	25.06	90.10	9.90	N° 200	0.0737	2	0	0.43	1.47	0.15	90.25	0.00	FONDO	0	0	0	97.50	97.50	9.75	100.00		TOTAL				992.70	1000.00			
MALLA		ESPECIFICACIONES		PESO (gr)	PESO CORREGIDO (gr)	% RETENIDO						% RETENIDO ACUMULAD	% QUE PASA																																																																																												
TAMIZ	mm	MAX	MIN																																																																																																						
3/8"	9.5000	100	100	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00																																																																																																	
N° 4	4.7500	100	95	56.23	57.27	5.73	5.73	94.27																																																																																																	
N° 8	2.3600	100	85	83.93	84.97	8.50	14.22	85.78																																																																																																	
N° 16	1.1800	100	70	69.93	70.97	7.10	21.32	78.68																																																																																																	
N° 30	0.5900	75	40	104.13	105.17	10.52	31.84	68.16																																																																																																	
N° 50	0.2950	35	10	331.03	332.07	33.21	65.05	34.95																																																																																																	
N° 100	0.1475	15	2	249.53	250.57	25.06	90.10	9.90																																																																																																	
N° 200	0.0737	2	0	0.43	1.47	0.15	90.25	0.00																																																																																																	
FONDO	0	0	0	97.50	97.50	9.75	100.00																																																																																																		
TOTAL				992.70	1000.00																																																																																																				
CITANDO LA NORMA E070:																																																																																																									
<p>Capítulo 3, apartado 3.2.2 y 3.3.3, nos da los límites mínimos y máximos que debe cumplir la granulometría en caso de arena gruesa y confitillo. La norma especifica que para confitillo se usa la malla 3/8", N° 4, N° 8 y N° 16.</p> <ol style="list-style-type: none"> No deberá quedar retenido más del 50% de arena entre dos mallas consecutivas: Se puede observar en los datos analizados, que no tenemos mas del 50% retenido entre dos mallas El módulo de fineza estará comprendido entre 1.6 y 2.5: Nuestra granulometría en este caso nos arrojó un resultado de 2.28, el cual se encuentra dentro de los límites que especifica la norma. 																																																																																																									



Figura 70: Curva granulométrica de la combinación de agregados

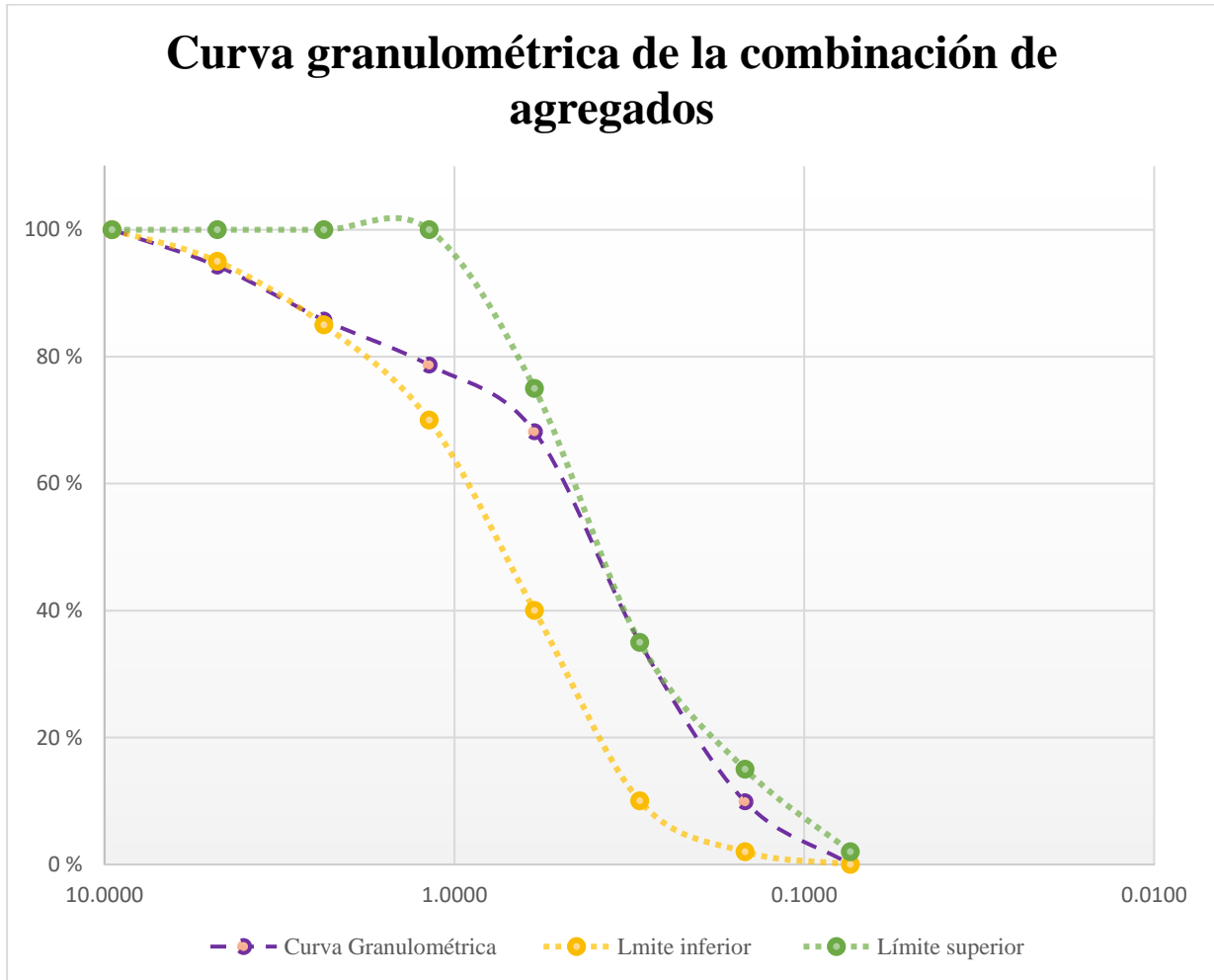
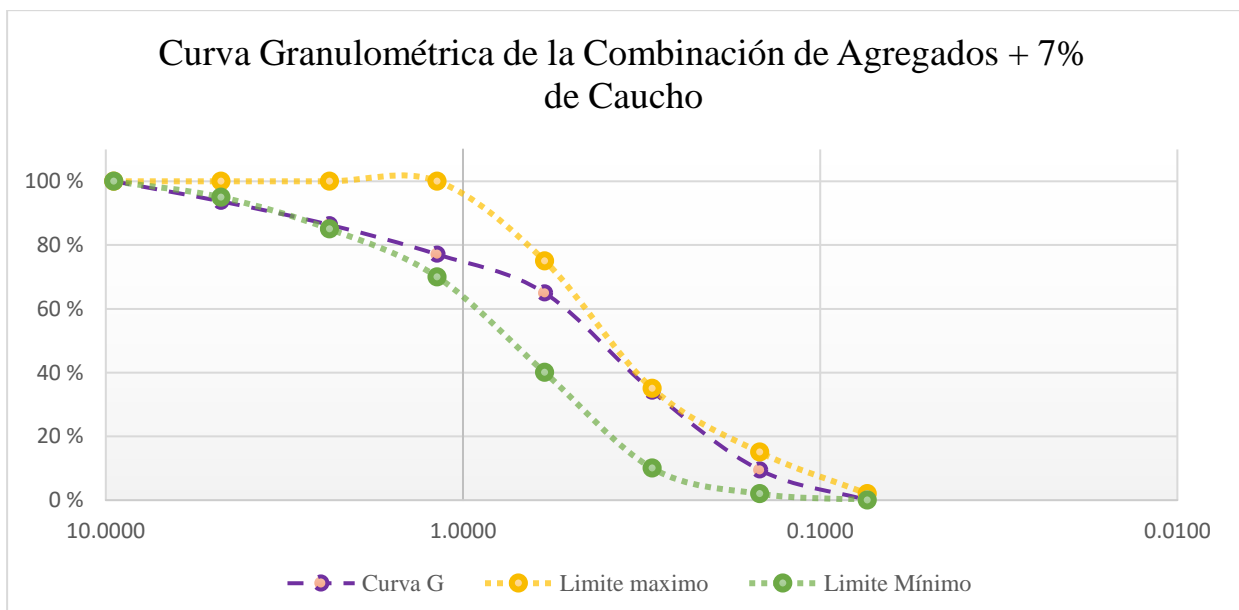




Tabla 71: Análisis de datos granulométricos de la combinación de agregados + 7% caucho

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																																																																																																									
TESIS:	"Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% - Cusco 2021"																																																																																																									
ENSAYO	Granulometría del Agregado Fino (Combinación + 7% Caucho)																																																																																																									
TESISTAS	Massiel Baca Zans, Raphael Mauricio Yepez Fuentes																																																																																																									
FECHA	07/06/2021																																																																																																									
LUGAR:	Corporación Ayar S.A.C, Laboratorio de suelos, materiales y concreto																																																																																																									
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>Po = 1000.00 gr</td> <td>Corrección: 0.24 gr</td> <td>% error 0.02</td> </tr> </table>				Po = 1000.00 gr	Corrección: 0.24 gr	% error 0.02																																																																																																				
Po = 1000.00 gr	Corrección: 0.24 gr	% error 0.02																																																																																																								
<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="2">MALLA</th> <th colspan="2">ESPECIFICACIONES</th> <th rowspan="2">PESO (gr)</th> <th rowspan="2">PESO CORREGID O (gr)</th> <th rowspan="2">% RETENIDO</th> <th rowspan="2">% RETENIDO ACUMULADO</th> <th rowspan="2">% QUE PASA</th> </tr> <tr> <th>TAMIZ</th> <th>mm</th> <th>MAX</th> <th>MIN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>3/8"</td><td>9.5000</td><td>100</td><td>100</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>100.00</td></tr> <tr><td>N° 4</td><td>4.7500</td><td>100</td><td>95</td><td>62.90</td><td>63.14</td><td>6.31</td><td>6.31</td><td>93.69</td></tr> <tr><td>N° 8</td><td>2.3600</td><td>100</td><td>85</td><td>73.20</td><td>73.44</td><td>7.34</td><td>13.66</td><td>86.34</td></tr> <tr><td>N° 16</td><td>1.1800</td><td>100</td><td>70</td><td>92.40</td><td>92.64</td><td>9.26</td><td>22.92</td><td>77.08</td></tr> <tr><td>N° 30</td><td>0.5900</td><td>75</td><td>40</td><td>121.00</td><td>121.24</td><td>12.12</td><td>35.05</td><td>64.95</td></tr> <tr><td>N° 50</td><td>0.2950</td><td>35</td><td>10</td><td>308.40</td><td>308.64</td><td>30.86</td><td>65.91</td><td>34.09</td></tr> <tr><td>N° 100</td><td>0.1475</td><td>15</td><td>2</td><td>246.10</td><td>246.34</td><td>24.63</td><td>90.55</td><td>9.45</td></tr> <tr><td>N° 200</td><td>0.0737</td><td>2</td><td>0</td><td>0.00</td><td>0.24</td><td>0.02</td><td>90.57</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>FONDO</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>94.30</td><td>94.30</td><td>9.43</td><td>100.00</td><td></td></tr> <tr><td>TOTAL</td><td></td><td></td><td></td><td>998.30</td><td>1000.00</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>				MALLA		ESPECIFICACIONES		PESO (gr)	PESO CORREGID O (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	TAMIZ	mm	MAX	MIN	3/8"	9.5000	100	100	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	N° 4	4.7500	100	95	62.90	63.14	6.31	6.31	93.69	N° 8	2.3600	100	85	73.20	73.44	7.34	13.66	86.34	N° 16	1.1800	100	70	92.40	92.64	9.26	22.92	77.08	N° 30	0.5900	75	40	121.00	121.24	12.12	35.05	64.95	N° 50	0.2950	35	10	308.40	308.64	30.86	65.91	34.09	N° 100	0.1475	15	2	246.10	246.34	24.63	90.55	9.45	N° 200	0.0737	2	0	0.00	0.24	0.02	90.57	0.00	FONDO	0	0	0	94.30	94.30	9.43	100.00		TOTAL				998.30	1000.00			
MALLA		ESPECIFICACIONES		PESO (gr)	PESO CORREGID O (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO						% QUE PASA																																																																																													
TAMIZ	mm	MAX	MIN																																																																																																							
3/8"	9.5000	100	100	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00																																																																																																		
N° 4	4.7500	100	95	62.90	63.14	6.31	6.31	93.69																																																																																																		
N° 8	2.3600	100	85	73.20	73.44	7.34	13.66	86.34																																																																																																		
N° 16	1.1800	100	70	92.40	92.64	9.26	22.92	77.08																																																																																																		
N° 30	0.5900	75	40	121.00	121.24	12.12	35.05	64.95																																																																																																		
N° 50	0.2950	35	10	308.40	308.64	30.86	65.91	34.09																																																																																																		
N° 100	0.1475	15	2	246.10	246.34	24.63	90.55	9.45																																																																																																		
N° 200	0.0737	2	0	0.00	0.24	0.02	90.57	0.00																																																																																																		
FONDO	0	0	0	94.30	94.30	9.43	100.00																																																																																																			
TOTAL				998.30	1000.00																																																																																																					
MF = 2.34 Si cumple 1.6 > X < 2.5 Norma Técnica E0.70 Albañilería																																																																																																										

Figura 71: Curva granulométrica de la combinación de agregados + 7% caucho



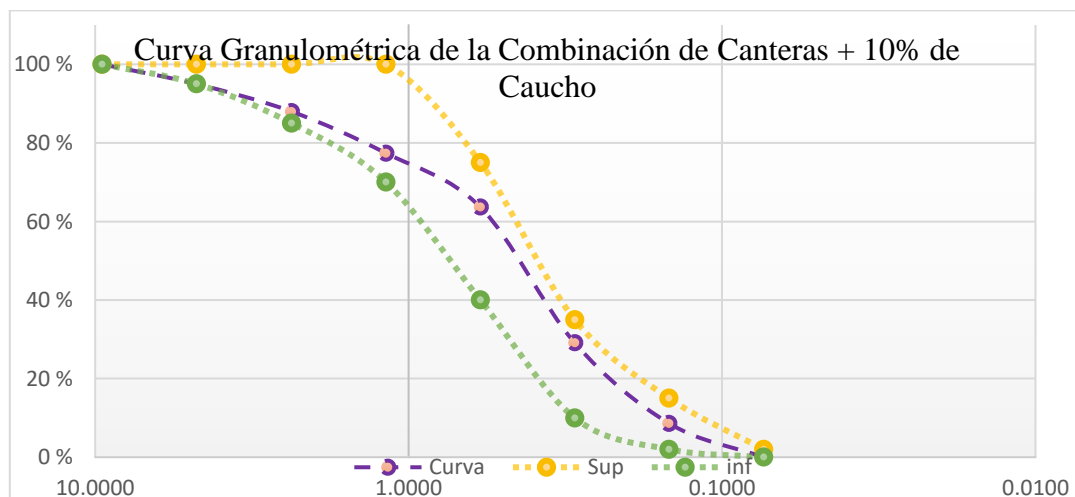


Se puede observar que con la sustitución del 7% del peso del agregado por caucho triturado, este aumenta material fino a la muestra en 1.74%

Tabla 72: Análisis de datos granulométricos de la combinación de agregados + 10% caucho

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL							
TESIS:	"Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% - Cusco 2021"							
ENSAYO	Granulometría del Agregado Fino (Combinación + 10% Caucho)							
TESISTAS	Massiel Baca Zans, Raphael Mauricio Yepez Fuentes							
FECHA	07/06/2021							
LUGAR:	Corporación Ayar S.A.C, Laboratorio de suelos, materiales y concreto							
Po =	1000.00 gr	Corrección:	0.10 gr					
		% error	0.01					
MALLA		ESPECIFICACIONES		PESO (gr)	PESO CORREGID O (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
TAMIZ	mm	MAX	MIN					
3/8"	9.5000	100	100	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.7500	100	95	50.10	50.20	5.02	5.02	94.98
N° 8	2.3600	100	85	70.10	70.20	7.02	12.04	87.96
N° 16	1.1800	100	70	105.80	105.90	10.59	22.63	77.37
N° 30	0.5900	75	40	137.30	137.40	13.74	36.37	63.63
N° 50	0.2950	35	10	345.30	345.40	34.54	70.91	29.09
N° 100	0.1475	15	2	204.70	204.80	20.48	91.39	8.61
N° 200	0.0737	2	0	0.00	0.10	0.01	91.40	0.00
FONDO	0	0	0	86.00	86.00	8.60	100.00	
TOTAL				999.30	1000.00			
MF = 2.38 Si cumple				1.6 > X < 2.5 Norma Técnica E0.70 Albañilería				

Figura 72: Curva granulométrica de la combinación de agregados + 10% caucho



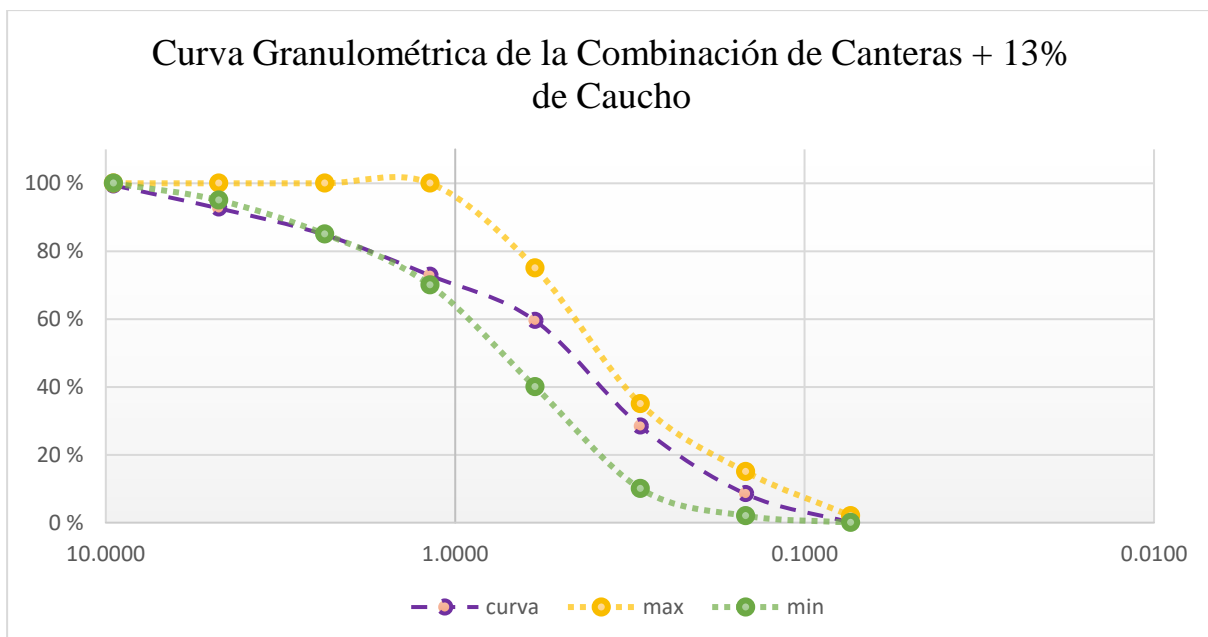


Se puede observar que con la sustitución del 10% del peso del agregado por caucho triturado, este aumenta material fino a la muestra en 3.48%

Tabla 73: Análisis de datos granulométricos de la combinación de agregados + 13% caucho

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL							
TESIS:	"Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% - Cusco 2021"							
ENSAYO	Granulometría del Agregado Fino (Combinación + 13% Caucho)							
TESISTAS	Massiel Baca Zans, Raphael Mauricio Yopez Fuentes							
FECHA	07/06/2021							
LUGAR:	Corporación Ayar S.A.C, Laboratorio de suelos, materiales y concreto							
Po =	1001.10 gr	Corrección:	0.26 gr					
		% error	0.02					
MALLA		ESPECIFICACIONES		PESO (gr)	PESO CORREGIDO (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
TAMIZ	mm	MAX	MIN					
3/8"	9.5000	100	100	6.10	6.10	0.61	0.61	99.39
N° 4	4.7500	100	95	67.50	67.76	6.78	7.39	92.61
N° 8	2.3600	100	85	77.90	78.16	7.82	15.20	84.80
N° 16	1.1800	100	70	119.30	119.56	11.96	27.16	72.84
N° 30	0.5900	75	40	133.30	133.56	13.36	40.51	59.49
N° 50	0.2950	35	10	310.80	311.06	31.11	71.62	28.38
N° 100	0.1475	15	2	199.00	199.26	19.93	91.54	8.46
N° 200	0.0737	2	0	0.00	0.26	0.03	91.57	0.00
FONDO	0	0	0	85.40	85.40	8.54	100.11	
TOTAL				999.30	1001.10			

Figura 73: Curva granulométrica de la combinación de agregados + 13% caucho





Se puede observar que con la sustitución del 13% del peso del agregado por caucho triturado, este aumenta material fino a la muestra en 10%. En este porcentaje de sustitución, tenemos mayor porcentaje de finos; por ende, nuestra curva granulométrica se encuentra dentro de los límites establecidos por la norma E.070 Albañilería

c) Análisis del ensayo.

- La figura 65, de la curva de granulometría del confitillo de Huambutio no está dentro de los límites superior e inferior; dado que, presenta mayor cantidad de material grueso retenido en las mallas N° 8 y N° 16.
- El módulo de finura del Confitillo de Huambutio es de 3.97, el cual no cumple con lo especificado en la norma técnica E.070 Albañilería; cuyos parámetros son de 1.6 a 2.5.
- La figura 66, de la curva de granulometría de la arena fina de Cunyac no está dentro de los límites superior e inferior; dado que presenta mayor cantidad de material fino retenido en las mallas N° 50 y N° 100.
- El módulo de finura de la arena fina de Cunyac es de 1.57, el cual no cumple con lo especificado en la norma técnica E.070 Albañilería; cuyos parámetros son de 1.6 a 2.5.
- La figura 67, de la curva de granulometría de la combinación de agregados en porcentajes de 72% de arena de Cunyac y 28% de confitillo de Huambutio, presenta una mejora significativa con respecto a las anteriores curvas, esto indica que los porcentajes tomados son óptimos para este estudio.
- El módulo de finura de la combinación de agregados en porcentajes de 72% de arena de Cunyac y 28% de confitillo de Huambutio es de 2.30, el cual si cumple con lo especificado en la norma técnica E.070 Albañilería; cuyos parámetros son de 1.6 a 2.5.
- Según el ensayo realizado, se puede observar que la granulometría de la cantera de Cunyac y la de Huambutio, no se encuentra dentro de los límites, sin embargo, se aprecia una mejoría en la combinación de dichas canteras en porcentajes de 72% y 28% respectivamente.

3.6.2. Contenido de Humedad de los agregados de Cunyac y Confitillo

a) Cálculo del ensayo

Para poder determinar el contenido de humedad del agregado se debe obtener los datos de peso de la muestra húmeda y peso de la muestra seca.



Con los datos obtenido se usa la siguiente fórmula:

$$(\%)Humedad = \frac{W_i - W_f}{W_f} \times 100$$

Donde:

- W_i = Peso de la muestra húmeda.
- W_f = Peso de la muestra seca.

b) Diagramas y tablas

Tabla 74: Análisis de los datos de contenido de humedad del confitillo de Huambutio

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
TESIS:	"Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% - Cusco 2021"		
ENSAYO	Contenido de humedad (Confitillo)		
TESISTAS	Massiel Baca Zans, Raphael Mauricio Yopez Fuentes		
FECHA	08/06/2021		
LUGAR:	Corporación Ayar S.A.C, Laboratorio de suelos, materiales y concreto		
	Descripción	Cant.	Und
Wi	Peso de la muestra húmeda + Peso de recipiente	884.20	gr
Wf	Peso de la muestra seca + Peso de recipiente	851.00	gr
Wi-Wf	Peso de agua	33.20	gr
P	Contenido de humedad	3.75	%

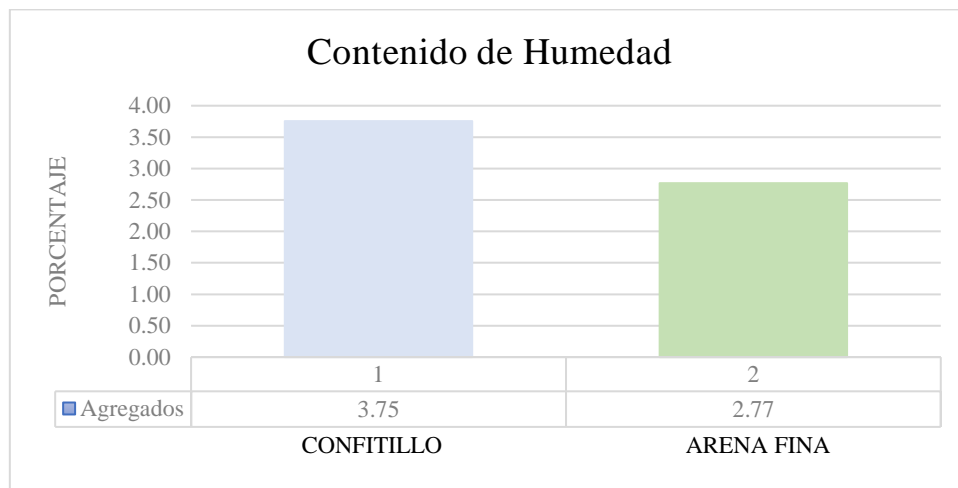
Tabla 75: Análisis de los datos de contenido de humedad de la arena fina de Cunyac

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
TESIS:	"Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% - Cusco 2021"		
ENSAYO	Contenido de humedad (Arena Fina de Cunyac)		
TESISTAS	Massiel Baca Zans, Raphael Mauricio Yopez Fuentes		
FECHA	08/06/2021		



LUGAR:	Corporación Ayar S.A.C, Laboratorio de suelos, materiales y concreto		
	Descripción	Cant.	Und
Wi	Peso de la muestra húmeda + Peso de recipiente	935.90	gr
Wf	Peso de la muestra seca + Peso de recipiente	910.00	gr
Wi-Wf	Peso de agua	25.90	gr
P	Contenido de humedad	2.77	%

Figura 74: Gráfico de comparación del contenido de humedad del agregado



c) Análisis del ensayo

- Los resultados del ensayo de contenido de humedad, muestran lo siguiente: El contenido de humedad del Confitillo rojo de Huambutio es de 3.75% y el de la arena fina de Cunyac es de 2.77%; la norma MTC E.215 no nos indica parámetros de medición, ya que este ensayo se utiliza para la corrección por humedad en el diseño de mezcla.
- Se puede observar, que el confitillo proveniente de la cantera de Huambutio, tiene un mayor porcentaje de absorción en comparación con la Arena de Cunyac, es decir, que el agregado de la cantera de Huambutio absorbe mayor cantidad de agua que la Arena de Cunyac.

3.6.3. Peso específico de la combinación de agregados

a) Cálculo del ensayo

Para poder determinar el peso específico del agregado se debe obtener los datos de muestra saturada con superficie seca, peso en el aire de la muestra década en el horno, volumen de fiola peso y volumen añadida a la fiola.

Con los datos obtenido se usa las siguientes fórmulas:

Peso específico de masa (P_{em})



$$P_{em} = \frac{A}{B + A - C}$$

Peso específico aparente (P_{ea})

$$P_{ea} = \frac{A}{(B + S - C)}$$

Peso específico de masa saturada con superficie seca (P_{eSSS})

$$P_{eSSS} = \frac{B}{(B + S - C)}$$

Porcentaje de Absorción (%Abs)

$$\%Abs = \frac{S - A}{A} \times 100$$

Donde:

- A = Peso de la muestra seca en el aire (gramos)
- B = Peso de la fiola con agua (gramos)
- C = Peso de la fiola con agregado y con agua (gramos)
- S = Peso de la muestra saturada superficialmente seca (gramos)

b) Gráficos y tablas

Tabla 76: Análisis de los datos de peso específico de la combinación de agregados

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
TESIS:	"Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% - Cusco 2021"	
ENSAYO	Peso específico (Confitillo y Arena fina de Cunyac)	
TESISTAS	Massiel Baca Zans, Raphael Mauricio Yopez Fuentes	
FECHA	09/06/2021	
LUGAR:	Corporación Ayar S.A.C, Laboratorio de suelos, materiales y concreto	



Muestra 1				Muestra 2			
DATOS:				DATOS:			
Peso seco del agregado	A	491.67	gr	Peso seco del agregado	A	489.00	gr
Peso de la fiola con agua	B	1294.3	gr	Peso de la fiola con agua	B	1256.7	gr
Peso fiola+agregado+agua	C	1607	gr	Peso fiola+agregado+agua	C	1568.3	gr
Peso del material SSS	S	500.0	gr	Peso del material SSS	S	500.0	gr
PESO ESPECÍFICO APARENTE (gr/cm3)= $\frac{A}{B+S-C}$ = 2.63				PESO ESPECÍFICO APARENTE (gr/cm3)= $\frac{A}{B+S-C}$ = 2.60			
PESO ESPECÍFICO APARENTE (S.S.S) (gr/cm3)= $\frac{S}{B+S-C}$ = 2.67				PESO ESPECÍFICO APARENTE (S.S.S) (gr/cm3)= $\frac{S}{B+S-C}$ = 2.65			
PESO ESPECÍFICO DE MASA (gr/cm3) = $\frac{A}{B+A-C}$ = 2.75				PESO ESPECÍFICO DE MASA (gr/cm3) = $\frac{A}{B+A-C}$ = 2.76			
ABSORCIÓN = $\frac{S-A}{A} * 100$ = 1.69%				ABSORCIÓN = $\frac{S-A}{A} * 100$ = 2.25%			

Figura 75: Gráfico de comparación del peso específico de la combinación de agregados

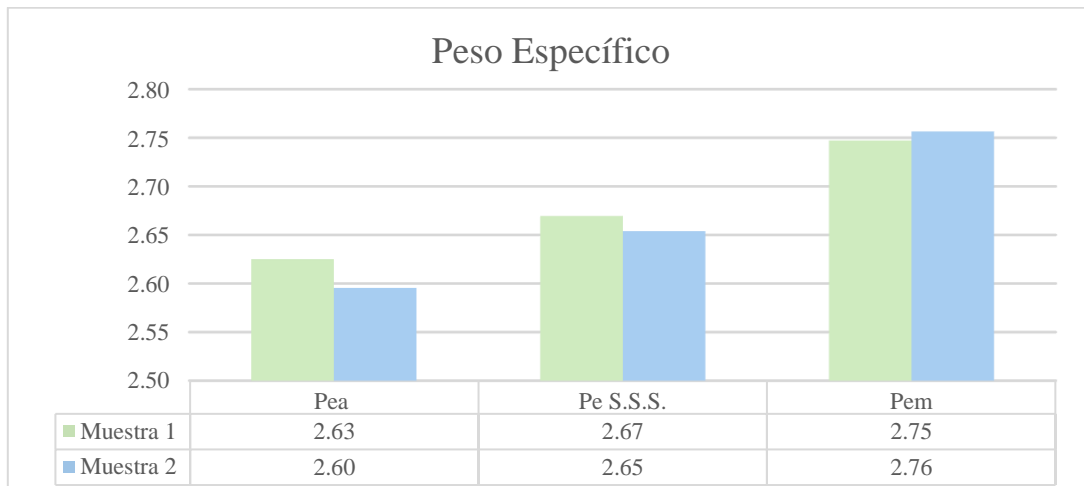
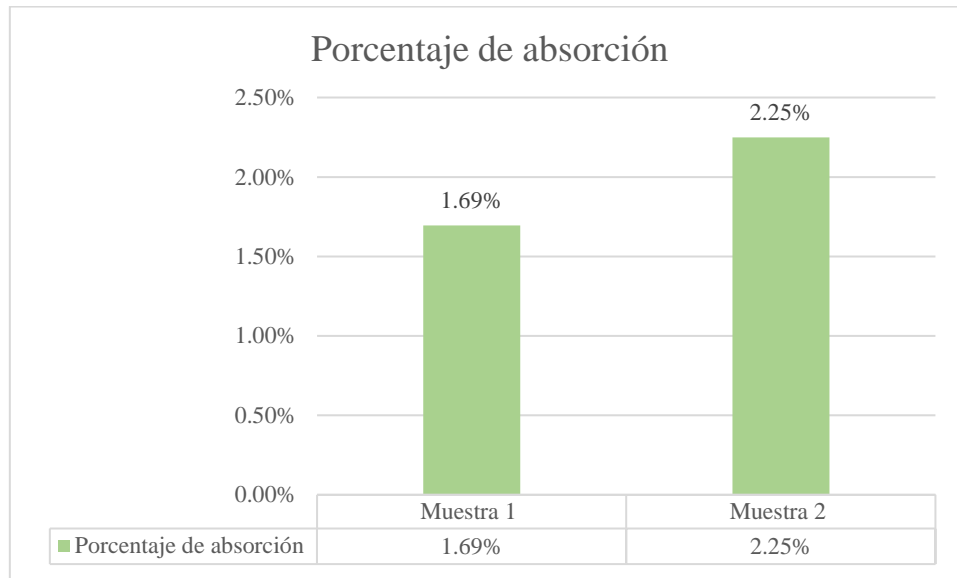


Figura 76: Gráfico de comparación del porcentaje de absorción de la combinación de agregado



c) Análisis del ensayo.

- El ensayo de peso específico nos da los siguientes resultados promedios: Peso específico de masa es 2.755 gr/cm³, peso específico de masa saturado con superficie seca es 2.66 gr/cm³, peso específico aparente es 2.615 gr/cm³ y un valor promedio de Absorción de 1.97%.
- La norma no especifica parámetros de control para mortero, sin embargo, se debe tener en cuenta el valor de absorción, dado que indica la cantidad de agua que este agregado aporta a la mezcla.

3.6.4. Peso unitario de la combinación de agregados

a) Cálculo del ensayo

Obteniendo los datos en laboratorio se pasa a elaborar el análisis de peso unitario del confitillo y arena fina de Cunyac.

Con las siguientes formulas:

Peso unitario compactado (Mc)

$$M_c = \frac{G - T}{V}$$

Peso unitario suelto (Ms)

$$M_s = \frac{(G - T)}{V}$$



Donde:

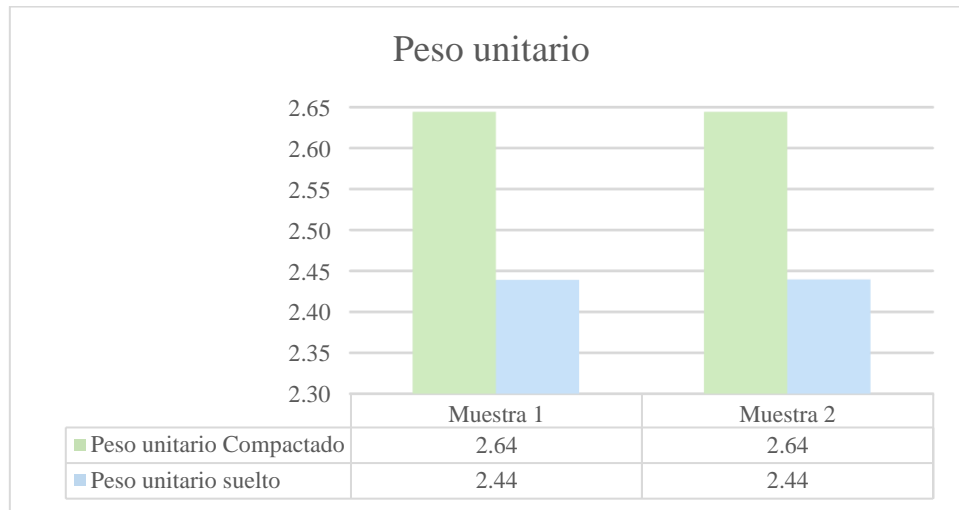
- $M =$ Peso unitario del agregado (gr/cm^3)
- $G =$ Peso del recipiente de medida más el agregado (gr.)
- $T =$ Peso del recipiente de medida (gr.)
- $V =$ Volumen del recipiente de medida (cm^3)

b) Tablas y gráficos

Tabla 77: Análisis de los datos de peso unitario de la combinación de agregados

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																																						
TESIS:	"Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% - Cusco 2021"																																						
ENSAYO	Peso unitario compactado y suelto (Confitillo y Arena fina de Cunyac)																																						
TESISTAS	Massiel Baca Zans, Raphael Mauricio Yopez Fuentes																																						
FECHA	09/06/2021																																						
LUGAR:	Corporación Ayar S.A.C, Laboratorio de suelos, materiales y concreto																																						
<table border="1" style="margin: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="3">DATOS DEL MOLDE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso de molde</td> <td>7249.00</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Diámetro del molde</td> <td>12.02</td> <td>cm.</td> </tr> <tr> <td>Altura del molde</td> <td>16.70</td> <td>cm.</td> </tr> <tr> <td>Volumen del molde</td> <td>1895.03</td> <td>cm³</td> </tr> </tbody> </table>				DATOS DEL MOLDE			Peso de molde	7249.00	g	Diámetro del molde	12.02	cm.	Altura del molde	16.70	cm.	Volumen del molde	1895.03	cm ³																					
DATOS DEL MOLDE																																							
Peso de molde	7249.00	g																																					
Diámetro del molde	12.02	cm.																																					
Altura del molde	16.70	cm.																																					
Volumen del molde	1895.03	cm ³																																					
<table border="1" style="margin: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="2">PESO UNITARIO COMPACTADO</th> <th>Muestra 1</th> <th>Muestra 2</th> <th>Promedio</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>T</td> <td>Peso del molde</td> <td>7249.00</td> <td>7249.00</td> <td>7249.00</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>G-T</td> <td>Peso muestra compactada</td> <td>5011.00</td> <td>5011.00</td> <td>5011.00</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>G</td> <td>muestra + molde</td> <td>12260.00</td> <td>12260.00</td> <td>12260.00</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>V</td> <td>Volumen del molde</td> <td>1895.03</td> <td>1895.03</td> <td>1895.03</td> <td>cm³</td> </tr> <tr> <td>MC</td> <td>Peso unitario Compactado</td> <td>2.64</td> <td>2.64</td> <td>2.64</td> <td>g/cm³</td> </tr> </tbody> </table>				PESO UNITARIO COMPACTADO		Muestra 1	Muestra 2	Promedio		T	Peso del molde	7249.00	7249.00	7249.00	g	G-T	Peso muestra compactada	5011.00	5011.00	5011.00	g	G	muestra + molde	12260.00	12260.00	12260.00	g	V	Volumen del molde	1895.03	1895.03	1895.03	cm ³	MC	Peso unitario Compactado	2.64	2.64	2.64	g/cm ³
PESO UNITARIO COMPACTADO		Muestra 1	Muestra 2	Promedio																																			
T	Peso del molde	7249.00	7249.00	7249.00	g																																		
G-T	Peso muestra compactada	5011.00	5011.00	5011.00	g																																		
G	muestra + molde	12260.00	12260.00	12260.00	g																																		
V	Volumen del molde	1895.03	1895.03	1895.03	cm ³																																		
MC	Peso unitario Compactado	2.64	2.64	2.64	g/cm ³																																		
<table border="1" style="margin: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="2">PESO UNITARIO SUELTO</th> <th>Muestra 1</th> <th>Muestra 2</th> <th>Promedio</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>T</td> <td>Peso del molde</td> <td>7249.00</td> <td>7249.00</td> <td>7249.00</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>G-T</td> <td>Peso muestra suelta</td> <td>4622.00</td> <td>4623.00</td> <td>4622.50</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>G</td> <td>muestra + molde</td> <td>11871.00</td> <td>11872.00</td> <td>11871.50</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>V</td> <td>Volumen del molde</td> <td>1895.03</td> <td>1895.03</td> <td>1895.03</td> <td>cm³</td> </tr> <tr> <td>MS</td> <td>Peso unitario suelto</td> <td>2.44</td> <td>2.44</td> <td>2.44</td> <td>g/cm³</td> </tr> </tbody> </table>				PESO UNITARIO SUELTO		Muestra 1	Muestra 2	Promedio		T	Peso del molde	7249.00	7249.00	7249.00	g	G-T	Peso muestra suelta	4622.00	4623.00	4622.50	g	G	muestra + molde	11871.00	11872.00	11871.50	g	V	Volumen del molde	1895.03	1895.03	1895.03	cm ³	MS	Peso unitario suelto	2.44	2.44	2.44	g/cm ³
PESO UNITARIO SUELTO		Muestra 1	Muestra 2	Promedio																																			
T	Peso del molde	7249.00	7249.00	7249.00	g																																		
G-T	Peso muestra suelta	4622.00	4623.00	4622.50	g																																		
G	muestra + molde	11871.00	11872.00	11871.50	g																																		
V	Volumen del molde	1895.03	1895.03	1895.03	cm ³																																		
MS	Peso unitario suelto	2.44	2.44	2.44	g/cm ³																																		

Figura 77: Gráfico de comparación del peso unitario de la combinación de agregados



c) Análisis de resultados

- El ensayo de peso unitario nos dio los siguientes resultados: Peso unitario compactado es de 2.64 gr/cm³ y peso unitario suelta es de 2.44 gr/cm³ en ambas muestras.
- La norma MTC E.203 no brinda un parámetro mínimo que debe tener el material para el uso del mortero.

3.6.5. Ensayo de contenido de materia orgánica en el agregado fino

a) Cálculo del ensayo

- Para determinar este ensayo se mezcla dentro de un recipiente hermético la muestra con hidróxido de sodio y agua, seguidamente se deja la muestra por 24 horas. Pasadas las 24 horas se contrasta el color de la muestra ensayada con el vidrio de colores

Tabla 78: Colores Gardner Estándar para materia orgánica

COLOR GARDNER STANDARD N°	PLACA ORGANICA N°
5	1
8	2
11	3 (standard)
13	4
16	5

b) Tablas y gráficos

Tabla 79: Análisis de los datos de contenido de materia orgánica

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
TESIS:	"Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% - Cusco 2021"	
ENSAYO	Contenido de materia orgánica de la combinación de agregados	
TESISTAS	Massiel Baca Zans, Raphael Mauricio Yopez Fuentes	
FECHA	03/07/2021	
LUGAR:	MC QuimicaLab (Laboratorio de ciencias naturales, aguas, suelos, minerales y medio ambiente.	
<p><i>Peso de la muestra secada al aire</i> <input style="width: 60px; text-align: center;" type="text" value="130"/> gr</p> <p><i>Color de la placa</i> <input style="width: 60px; text-align: center;" type="text" value="1"/></p>		

c) Análisis del ensayo

- Con los resultados obtenidos, se puede observar que la pigmentación de la extracción de materia orgánica es un tono más claro que la solución estándar, por ende, el agregado fino es apto para el uso en mortero. (MTC E.213)

3.6.6. Ensayo de asentamiento por el método del SLUMP

a) Cálculo del ensayo

Obteniendo los datos del laboratorio se procede a realizar el análisis de procesamiento de datos del ensayo de asentamiento por método del SLUMP.

b) Diagramas y gráficos

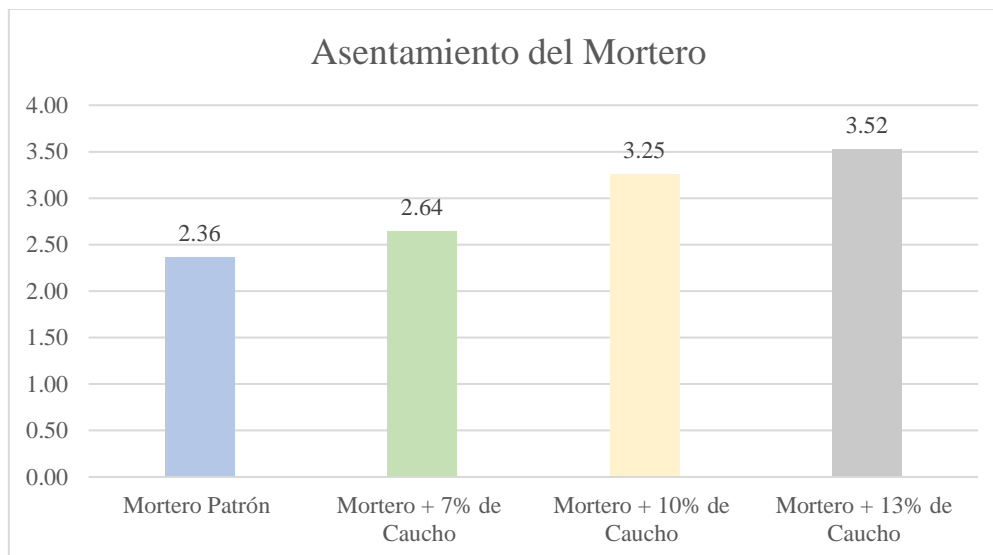


Tabla 80: Análisis de los datos del ensayo de asentamiento por el método del SLUMP

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
TESIS:	"Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% - Cusco 2021"	
ENSAYO	Asentamiento SLUMP (Confitillo y Arena fina de Cunyac)	
TESISTAS	Massiel Baca Zans, Raphael Mauricio Yepez Fuentes	
FECHA	07/06/2021	
LUGAR:	Corporación Ayar S.A.C, Laboratorio de suelos, materiales y concreto	

Descripción	Cant.	Und.	Cant.	Und.
Concreto Patrón	2.36	pulg.	5.99	cm.
Concreto + 7% de Caucho	2.64	pulg.	6.70	cm.
Concreto + 10% de Caucho	3.25	pulg.	8.26	cm.
Concreto + 13% de Caucho	3.52	pulg.	12.46	cm.

Figura 78: Gráfico de comparación del asentamiento del mortero



c) Análisis del ensayo

- La figura 57, nos muestra los siguientes resultados en pulgadas; el asentamiento de mortero patrón es de 2.36 pulgadas, del mortero sustituyendo el 7% de caucho en el peso del agregado es de 2.64 pulgadas, del mortero sustituyendo el 10% caucho de



caucho en el peso del agregado es de 3.25 pulgadas y del mortero sustituyendo el 13% de caucho en el peso del agregado es de 3.52 pulgadas.

- Se observa un incremento de trabajabilidad a mayor porcentaje de sustitución de caucho con respecto al mortero patrón.

3.6.7. Ensayo de peso unitario y contenido de aire del mortero

a) Cálculo del ensayo

Obteniendo los datos en laboratorio se pasa a elaborar el análisis de peso unitario del confitillo y arena fina de Cunyac.

Con las siguientes formulas:

Peso volumétrico

$$P_{ur} = \frac{[(P(t + c)) - Pt]}{Vt}$$

Donde:

- P_{ur} = Peso unitario real (kg/cm^3)
- $P(t+c)$ = Peso de la tara más el concreto (kg)
- Pt = Peso de la tara (kg)
- Vt = Volumen de la tara (m^3)

Contenido de aire del mortero

$$A_m = \frac{100 * A_s * V_c}{100 * V_m - A_s * (V_c - V_m)}$$

Donde:

- A_m = Contenido de aire de la fracción de mortero (%)
- V_m = Volumen absoluto de los componentes de la fracción de mortero de la mezcla (m^3)
- A_s = Contenido de aire de la muestra (%)
- V_c = Volumen absoluto de los componentes de la mezcla (m^3)

b) Tablas y gráficos

Tabla 81: Análisis de los datos del ensayo de peso unitario y contenido de aire del mortero

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
TESIS:	"Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% - Cusco 2021"			
ENSAYO	Ensayo de peso unitario y contenido de aire del mortero			
TESISTAS	Massiel Baca Zans, Raphael Mauricio Yopez Fuentes			
FECHA	07/06/2021			
LUGAR:	Corporación Ayar S.A.C, Laboratorio de suelos, materiales y concreto			
Peso volumétrico del mortero con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13%				
	0% caucho	7% caucho	10% caucho	13% caucho
Peso de la tara (kg)	7.25	7.249	7.249	7.25
Volumen de la tara (m3)	0.01221811	0.01221811	0.01221811	0.01221811
Peso de la tara + Concreto (kg)	17.22	16.479	16.075	15.84
Peso unitario Real (kg/m3)	816.08	755.43	722.37	702.73
Contenido de aire del mortero				
	Descripción	Contenido aire	%	
	Am(C° patron)	0.0135	1.3543%	
	Am(7% caucho)	0.0195	1.9516%	
	Am(10% caucho)	0.0215	2.1507%	
	Am(13% caucho)	0.0259	2.5886%	

Figura 79: Gráfico de comparación del peso unitario real del mortero

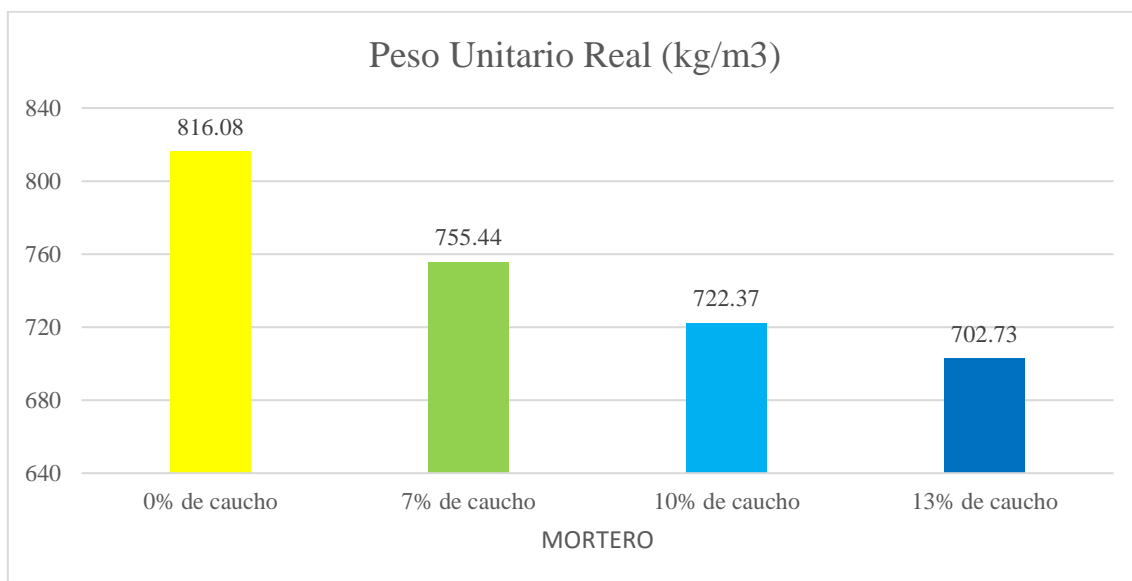
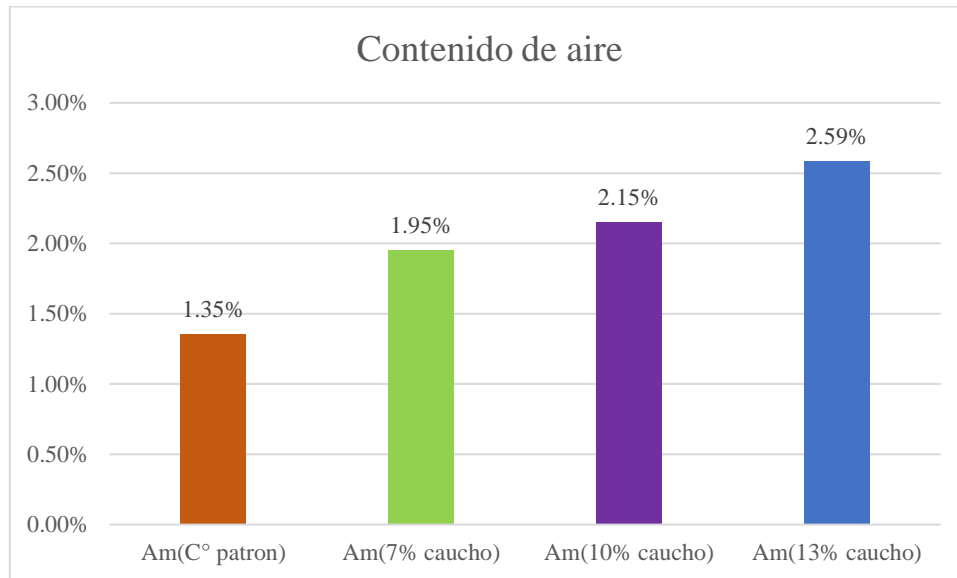




Figura 80: Gráfico de comparación del contenido de aire del mortero



a) Análisis del ensayo

- La figura 58 arroja los siguientes resultados de peso unitario; el mortero patrón tiene 816.08 kg/m³, el mortero sustituyendo el 7% de caucho en el peso del agregado tiene 755.44 kg/m³, el mortero sustituyendo el 10% de caucho en el peso del agregado tiene 722.37 kg/m³ y el mortero sustituyendo el 13% de caucho en el peso del agregado tiene 702.73 kg/m³. Se observa una disminución del peso unitario con el incremento del porcentaje de sustitución de caucho con respecto al mortero patrón.
- La figura 59 arroja los siguientes resultados de contenido de aire; el mortero patrón tiene 1.35%, el mortero sustituyendo el 7% de caucho en el peso del agregado tiene 1.95%, el mortero sustituyendo el 10% de caucho en el peso del agregado tiene 2.15% y el mortero sustituyendo el 13% de caucho en el peso del agregado tiene 2.59%. Se observa un incremento del contenido de aire con el incremento del porcentaje de sustitución de caucho con respecto al mortero patrón.

3.6.8. Ensayo de tiempo de fraguado por el método del penetrómetro

a) Cálculo del ensayo

Obteniendo los datos de laboratorio se procede a realizar el análisis de procesamiento de datos del ensayo de tiempo de fraguado.

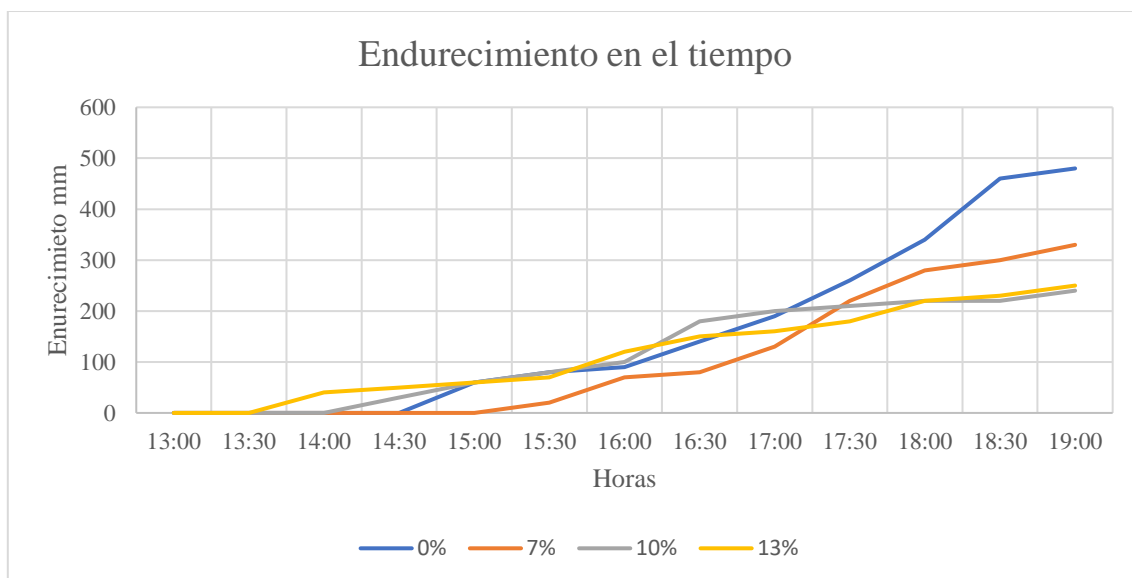
b) Tablas y gráficos



Tabla 82: Análisis de los datos del ensayo de tiempo de fraguado por el método del penetrómetro

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL						
TESIS:	"Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% - Cusco 2021"						
ENSAYO	Ensayo tiempo de fraguado por el método del penetrómetro						
TESISTAS	Massiel Baca Zans, Raphael Mauricio Yopez Fuentes						
FECHA	07/06/2021						
LUGAR:	Corporación Ayar S.A.C, Laboratorio de suelos, materiales y concreto						
Concreto Patrón		Concreto +7% de caucho		Concreto +10% de caucho		Concreto +13% de caucho	
Tiempo (hr)	Unidades (mm)	Tiempo (hr)	Unidades (mm)	Tiempo (hr)	Unidades (mm)	Tiempo (hr)	Unidades (mm)
13:00	-	13:00	-	10:45	10.00	11:10	-
13:30	-	13:30	-	11:45	-	12:10	-
14:00	-	14:00	-	12:15	-	12:40	40.00
14:30	-	14:30	-	12:45	30.00	13:10	50.00
15:00	60.00	15:00	-	13:15	60.00	13:40	60.00
15:30	80.00	15:30	20.00	13:45	80.00	14:10	70.00
16:00	90.00	16:00	70.00	14:15	100.00	14:40	120.00
16:30	140.00	16:30	80.00	14:45	180.00	15:10	150.00
17:00	190.00	17:00	130.00	15:15	200.00	15:40	160.00
17:30	260.00	17:30	220.00	15:45	210.00	16:10	180.00
18:00	340.00	18:00	280.00	16:15	220.00	16:40	220.00
18:30	460.00	18:30	300.00	16:45	220.00	17:10	230.00
19:00	480.00	19:00	330.00	17:15	240.00	17:40	250.00

Figura 81: Gráfico del desarrollo de endurecimiento del mortero en el tiempo



c) Análisis del ensayo



- De la tabla 78 y la figura 60 se observa que el mortero patrón tiene un inicio de fraguado más lento, sin embargo, presenta un desarrollo rápido de fraguado a lo largo del tiempo. Por otro lado, el mortero cuyo peso de agregado se encuentra sustituido por 13% de caucho; presenta un inicio de fraguado más rápido hasta llegar a un pico horario (15:30), pasado ese tiempo su incremento se reduce a comparación del inicio.

3.6.9. Ensayo de resistencia a la compresión de los cubos de mortero

a) Cálculo del ensayo

Con los datos obtenidos de los ensayos se procedió a realizar el análisis para hallar la resistencia con las siguientes fórmulas

Área de contacto:

$$A = L_{prom} \times A_{prom}$$

Resistencia a la compresión:

$$f'c = \frac{P}{A}$$

Desviación estándar

$$Ds = \sqrt{\frac{\sum(x - x_{prom})^2}{n - 1}}$$



Resistencia característica

$$f'c = f'c_{prom} - Ds$$

b) Tablas y gráficos



Tabla 83: Análisis de los datos del ensayo resistencia a la compresión del mortero patrón

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
TESIS:	"Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% - Cusco 2021"					
ENSAYO	Resistencia a la compresión de los dados de concreto (Mortero patrón)					
TESISTAS	Massiel Baca Zans, Raphael Mauricio Yopez Fuentes					
LUGAR:	Corporación Ayar S.A.C, Laboratorio de suelos, materiales y concreto					
Código	Días	Resistencia a Compresión kg/cm ²	Resistencia promedio kg/cm ²	Desviación Estándar kg/cm ²	Resistencia Característica kg/cm ²	
MA	7	94.34	95.12	5.84	89.28	
MB	7	95.28				
MC	7	87.89				
MD	7	104.08				
ME	7	98.84				
MF	7	90.28				
MA	14	101.93	114.42	9.64	104.78	
MB	14	126.02				
MC	14	107.88				
MD	14	108.45				
ME	14	122.84				
MF	14	119.4				
MA	28	131.84	127.52	2.30	125.22	
MB	28	125.43				
MC	28	125.93				
MD	28	126.68				
ME	28	127.73				
MF	28	127.5				

Donde:

$M_{(A,B,C,D,E,F)}$ = Nomenclatura de las muestras



Figura 82: Datos de mortero patrón a los 7 días

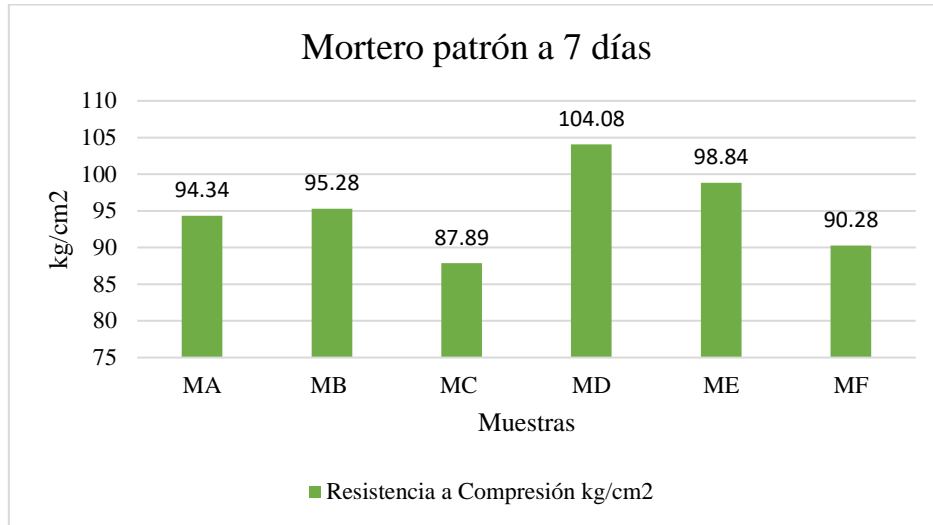


Figura 83: Datos de mortero patrón a los 14 días

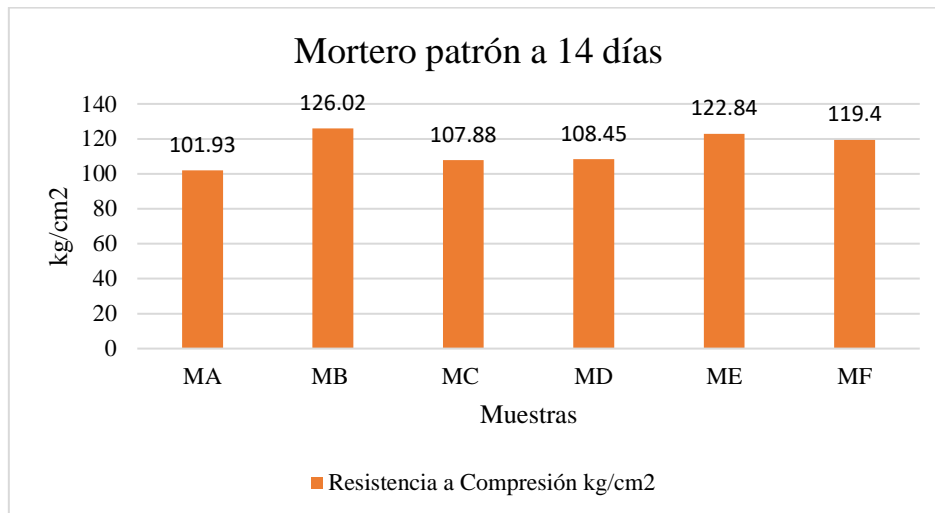


Figura 84: Datos de mortero patrón a los 28 días

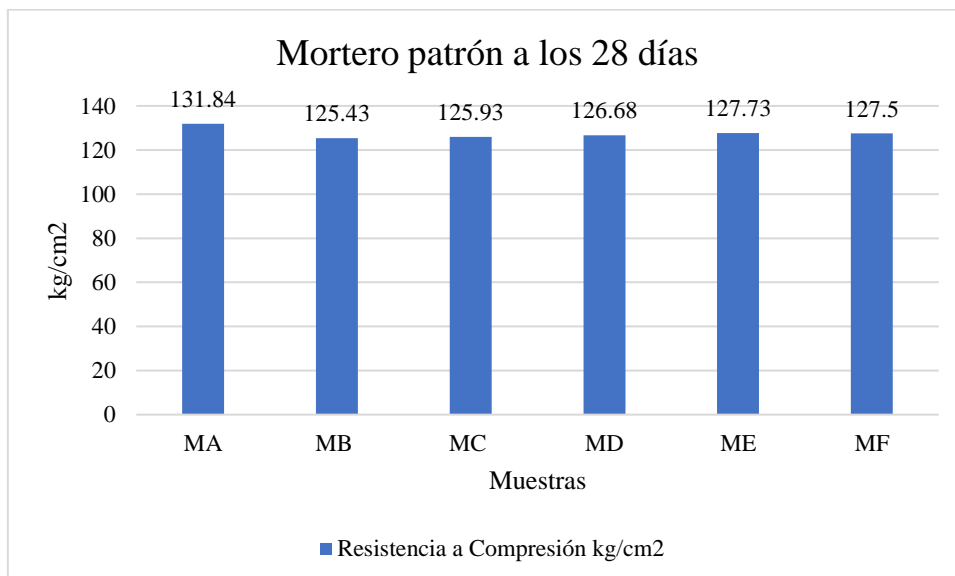






Tabla 84: Análisis de los datos del ensayo resistencia a la compresión del mortero + 7% caucho

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
TESIS:	"Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% - Cusco 2021"					
ENSAYO	Resistencia a la compresión de los dados de concreto (Mortero patrón + 7% caucho)					
TESISTAS	Massiel Baca Zans, Raphael Mauricio Yopez Fuentes					
LUGAR:	Corporación Ayar S.A.C, Laboratorio de suelos, materiales y concreto					
Código	Días	Resistencia a Compresión kg/cm ²	Resistencia promedio kg/cm ²	Desviación Estándar kg/cm ²	Resistencia Característica kg/cm ²	
M1 +7%	7	78.41	89.08	7.11	81.97	
M2 + 7%	7	87.04				
M3 + 7%	7	94.83				
M4 + 7%	7	86.51				
M5 + 7%	7	88.86				
M6 + 7%	7	98.84				
M1 +7%	14	103.89	102.09	3.83	76.46	
M2 + 7%	14	105.59				
M3 + 7%	14	99.14				
M4 + 7%	14	99.53				
M5 + 7%	14	97.58				
M6 + 7%	14	106.79				
M1 +7%	28	119.64	111.07	8.52	80.49	
M2 + 7%	28	122.78				
M3 + 7%	28	100.72				
M4 + 7%	28	106.44				
M5 + 7%	28	110.65				
M6 + 7%	28	106.18				

Donde:

M_(1,2,3,4,5,6) + 7% = Nomenclatura de las muestras



Figura 85: Datos de mortero + 7% caucho a los 7 días

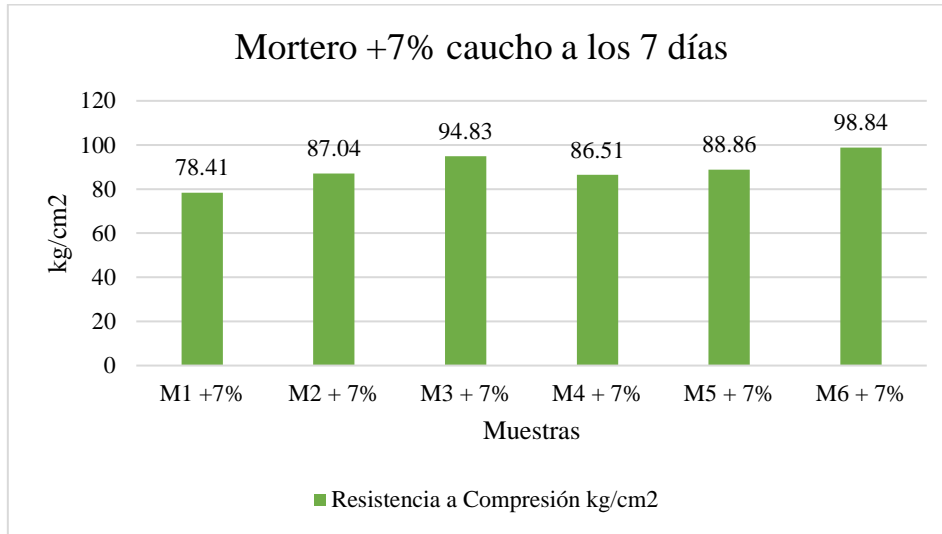


Figura 86: Datos de mortero + 7% caucho a los 14 días

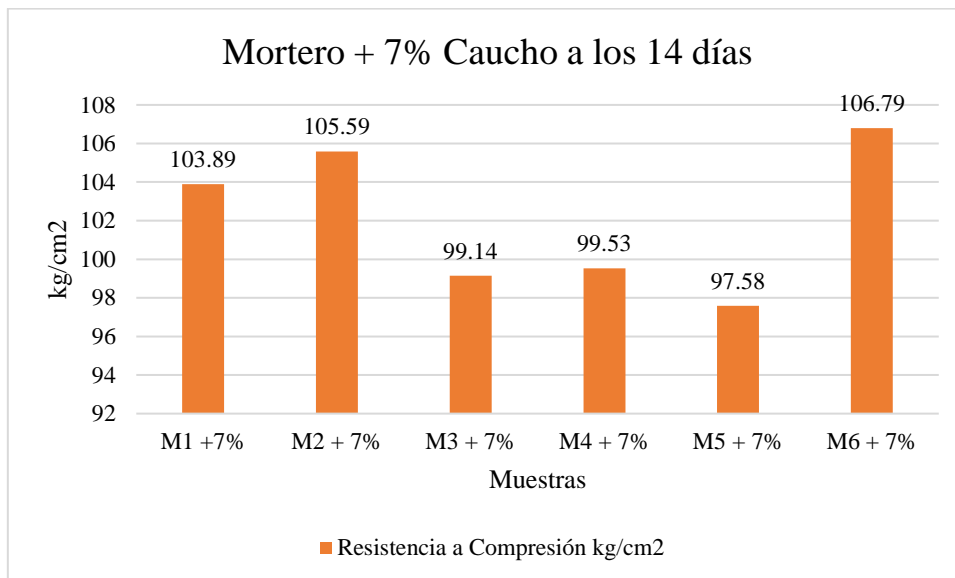


Figura 87: Datos de mortero + 7% caucho a los 28 días

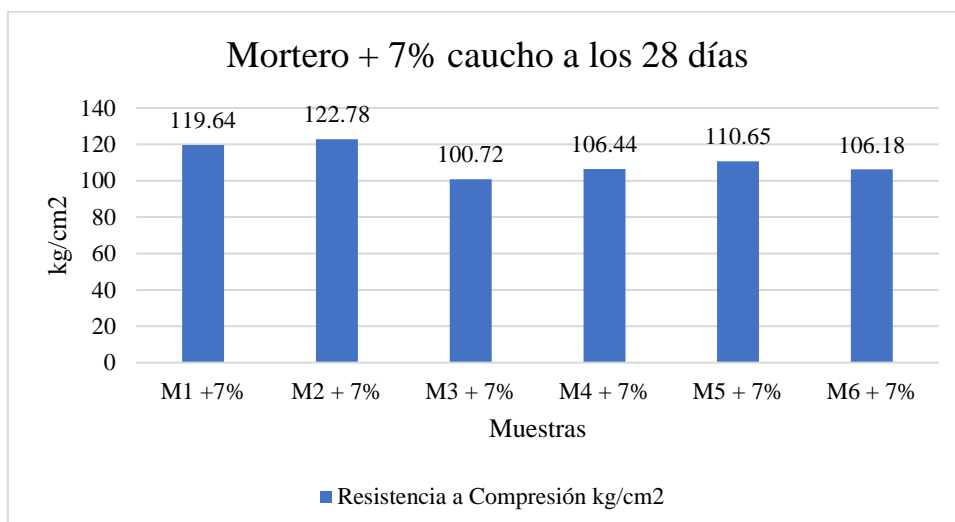






Tabla 85: Análisis de los datos del ensayo resistencia a la compresión del mortero + 10%

		<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</p>				
TESIS:	"Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% - Cusco 2021"					
ENSAYO	Resistencia a la compresión de los dados de concreto (Mortero patrón + 10% caucho)					
TESISTAS	Massiel Baca Zans, Raphael Mauricio Yopez Fuentes					
LUGAR:	Cooperación Ayar S.A.C, Laboratorio de suelos, materiales y concreto					
Código	Días	Resistencia a Compresión kg/cm ²	Resistencia promedio kg/cm ²	Desviación Estándar kg/cm ²	Resistencia Característica kg/cm ²	
M1A + 10%	7	120.53	85.11	19.48	65.63	
M2B + 10%	7	83.1				
M3C + 10%	7	77.51				
M4D + 10%	7	84.63				
M5E + 10%	7	61.03				
M6F + 10%	7	83.86				
M1A + 10%	14	108.63	82.81	13.26	69.56	
M2B + 10%	14	72.96				
M3C + 10%	14	76.25				
M4D + 10%	14	76.42				
M5E + 10%	14	84.96				
M6F + 10%	14	77.65				
M1A + 10%	28	88.08	79.13	7.44	71.69	
M2B + 10%	28	78.33				
M3C + 10%	28	79.58				
M4D + 10%	28	66.86				
M5E + 10%	28	76.59				
M6F + 10%	28	85.34				

Donde:

M_{(1A,2B,3C,4D,5E,6F) + 10%} = Nomenclatura de las muestras



Figura 88: Datos de mortero + 10% caucho a los 7 días

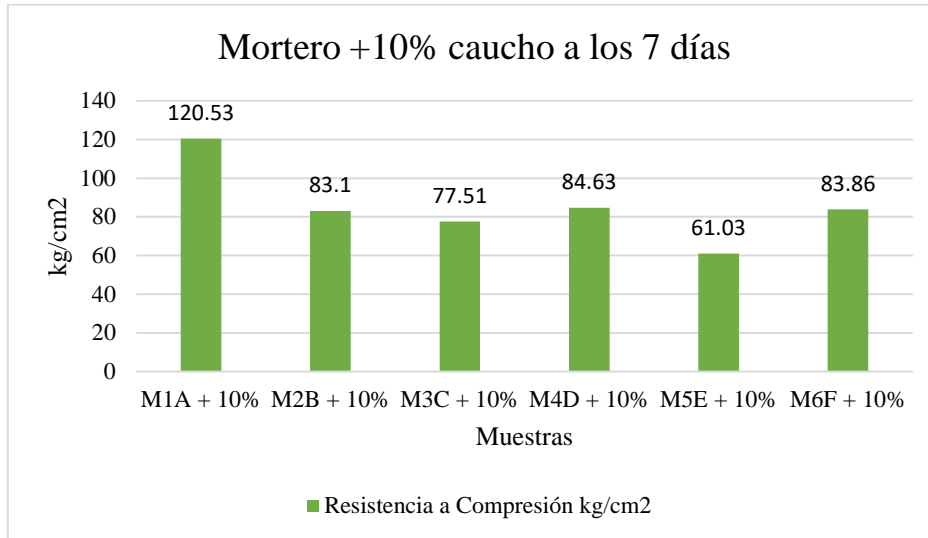


Figura 89: Datos de mortero + 10% caucho a los 14 días

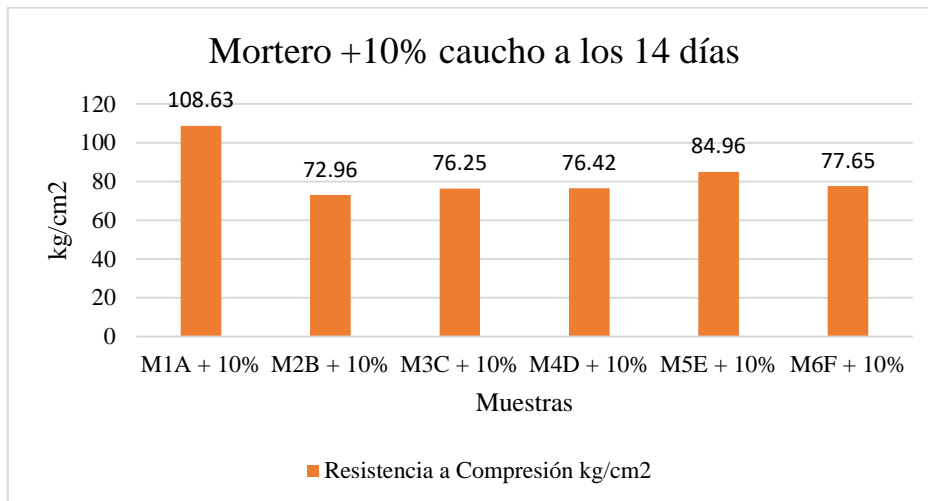


Figura 90: Datos de mortero + 10% caucho a los 28 días

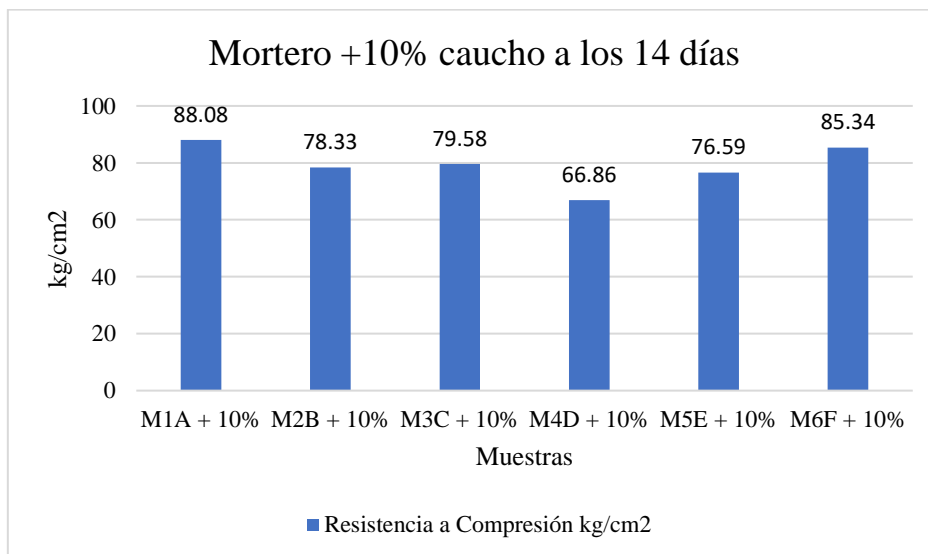






Tabla 86: Análisis de los datos del ensayo resistencia a la compresión del mortero + 13%

		<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</p>				
TESIS:	"Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% - Cusco 2021"					
ENSAYO	Resistencia a la compresión de los dados de concreto (Mortero patrón + 13% caucho)					
TESISTAS	Massiel Baca Zans, Raphael Mauricio Yopez Fuentes					
LUGAR:	Cooperación Ayar S.A.C, Laboratorio de suelos, materiales y concreto					
Código	Días	Resistencia a Compresión kg/cm ²	Resistencia promedio kg/cm ²	Desviación Estándar kg/cm ²	Resistencia Característica kg/cm ²	
MU + 13%	7	51.52	50.4	4.09	46.31	
MV + 13%	7	49.5				
MW + 13%	7	48.19				
MX + 13%	7	44.21				
MY + 13%	7	52.91				
MZ + 13%	7	56.05	56.3	2.87	53.44	
MU + 13%	14	55.71				
MV + 13%	14	61.13				
MW + 13%	14	57.78				
MX + 13%	14	52.98				
MY + 13%	14	55.93	68.49	5.59	62.9	
MZ + 13%	14	54.3				
MU + 13%	28	72.48				
MV + 13%	28	69.99				
MW + 13%	28	67.89				
MX + 13%	28	59.18				
MY + 13%	28	72.95				
MZ + 13%	28					

Donde:

M (U, V,W,X,Y,Z) +13% = Nomenclatura de las muestras



Figura 91: Datos de mortero + 13% caucho a los 7 días

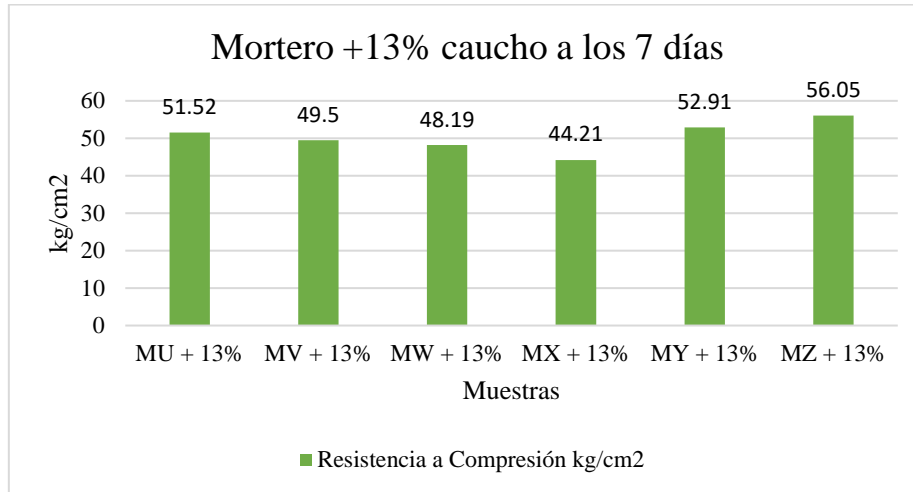


Figura 92: Datos de mortero + 13% caucho a los 14 días

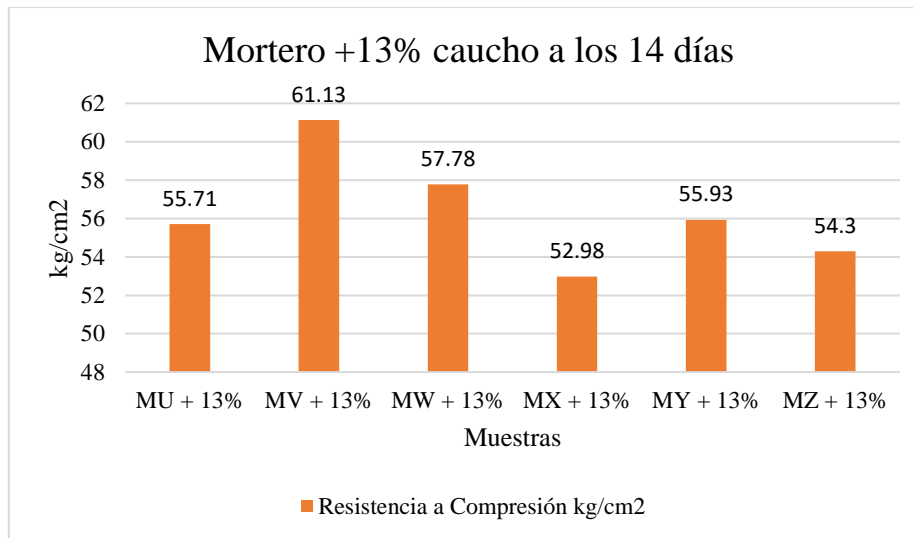


Figura 93: Datos de mortero + 13% caucho a los 28 días

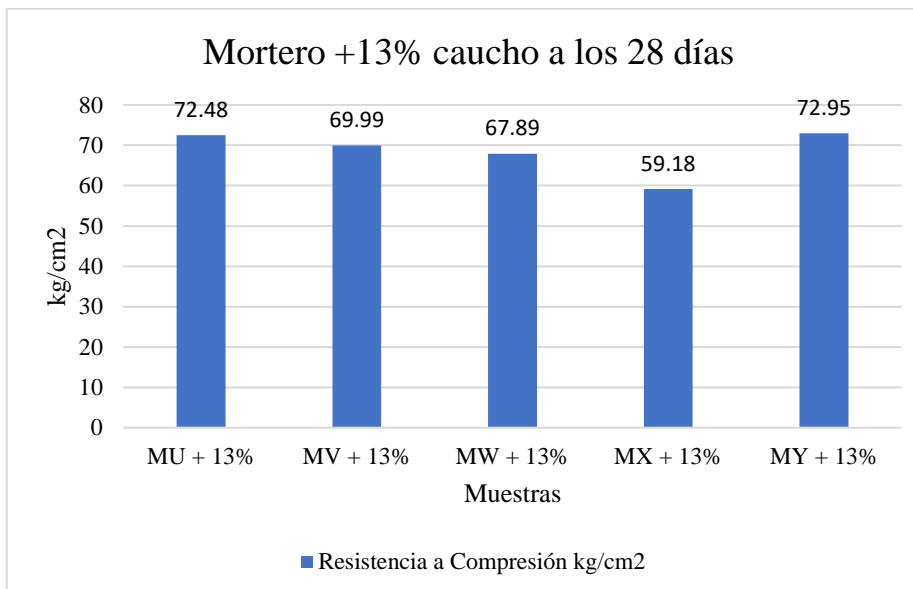




Figura 94: Gráfico del desarrollo de la resistencia a compresión del mortero patrón.

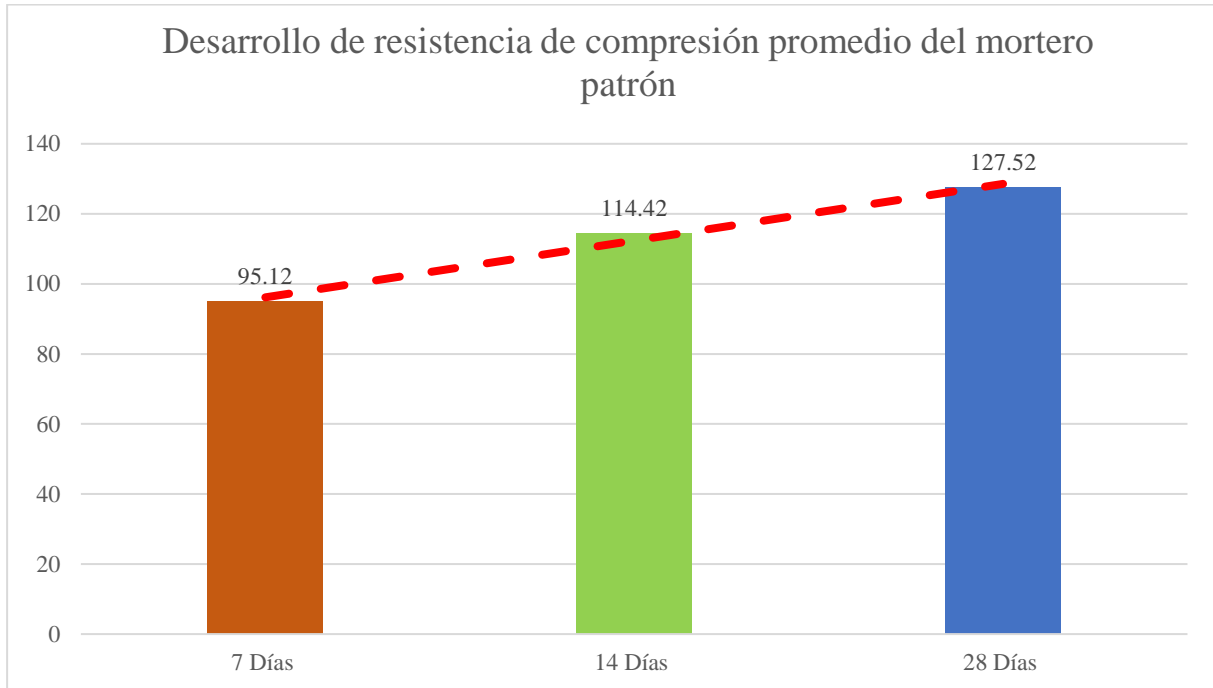


Figura 95: Gráfico del desarrollo de la resistencia a compresión del mortero + 7% caucho

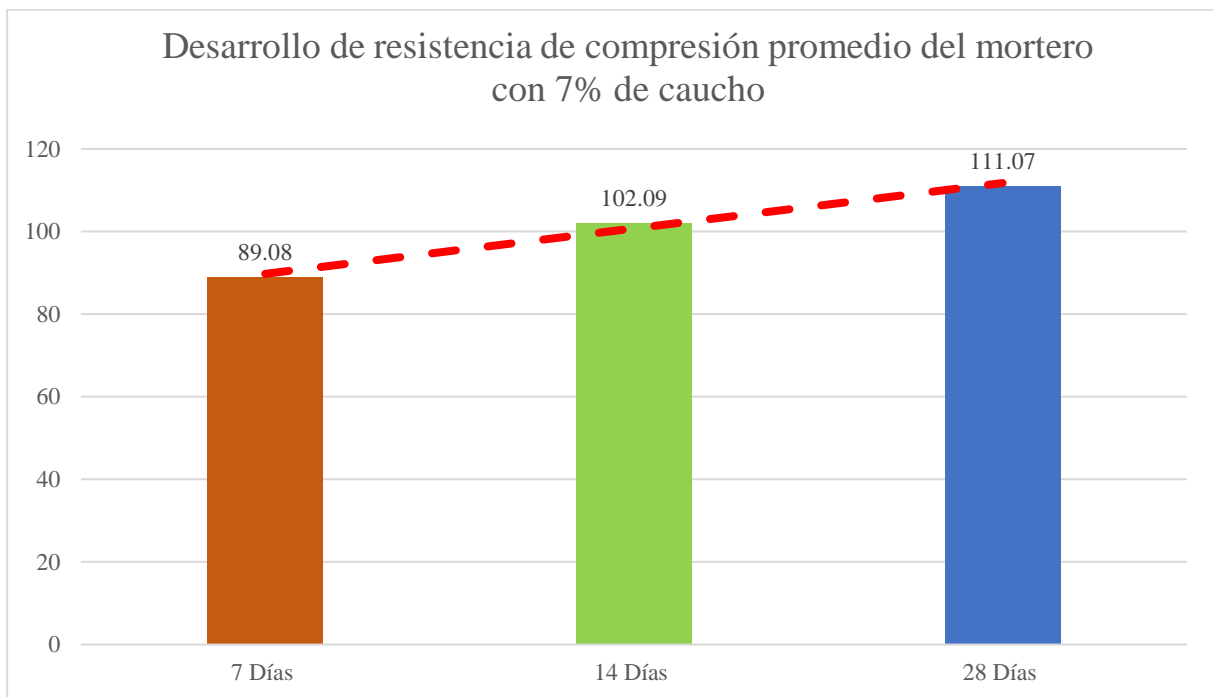




Figura 96: Gráfico del desarrollo de la resistencia a compresión del mortero + 10% caucho

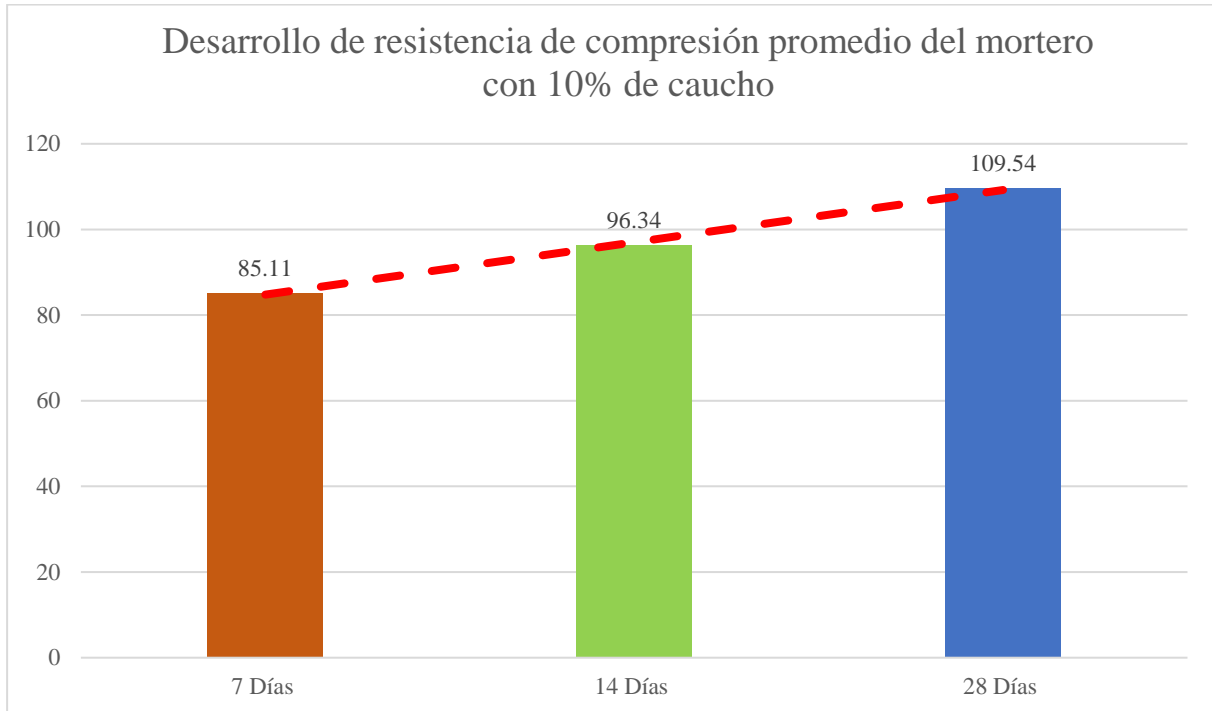
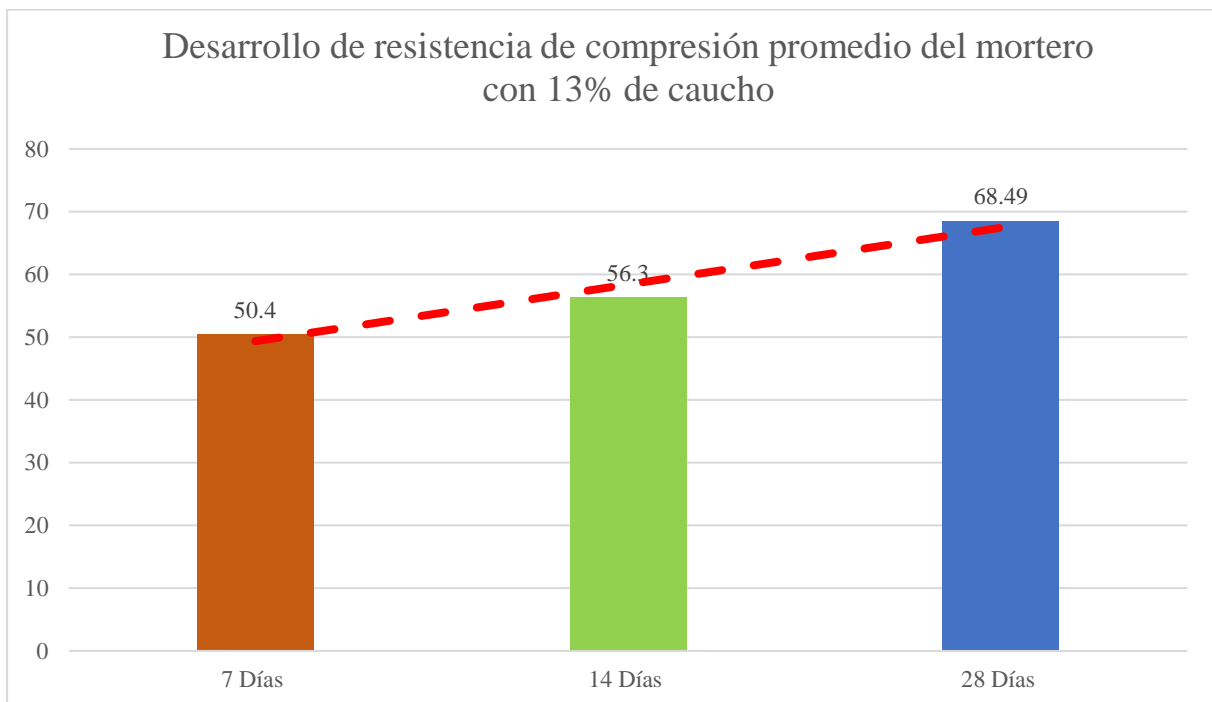


Figura 97: Gráfico del desarrollo de la resistencia a compresión del mortero + 13% caucho





c) Análisis del ensayo

- En datos de mortero patrón la resistencia a compresión promedio obtenida a la edad de 7 días es de 95.12 kg/cm², a los 14 días es de 114.42 kg/cm² y a los 28 días es de 127.52 kg/cm².
- En datos de mortero sustituyendo el 7% de caucho en el peso del agregado la resistencia a compresión promedio obtenida a la edad de 7 días es de 89.08 kg/cm², a los 14 días es de 102.09 kg/cm² y a los 28 días es de 111.07 kg/cm², se aprecia una ligera disminución de resistencia con respecto a la resistencia a la compresión del mortero patrón.
- En datos de mortero sustituyendo el 10% de caucho en el peso del agregado la resistencia a compresión promedio obtenida a la edad de 7 días es de 85.11 kg/cm², a los 14 días es de 96.34 kg/cm² y a los 28 días es de 109.54 kg/cm², se aprecia una moderada disminución de resistencia con respecto a la resistencia a la compresión del mortero patrón.
- En datos de mortero sustituyendo el 13% de caucho en el peso del agregado la resistencia a compresión promedio obtenida a la edad de 7 días es de 50.4 kg/cm², a los 14 días es de 56.3 kg/cm² y a los 28 días es de 68.49 kg/cm², se aprecia una mayor disminución de resistencia con respecto a la resistencia a la compresión del mortero patrón.
- En conclusión, se puede observar una disminución de la resistencia a la compresión directamente proporcional al incremento de la sustitución de agregado por caucho.

3.6.10. Ensayo de resistencia a la flexión de los prismas de mortero

a) Cálculo del ensayo

Con los datos obtenidos de los ensayos se procedió a realizar el análisis para hallar la resistencia con la siguiente fórmula

$$S = 0.28 \times P$$



Donde: S = Resistencia a la flexibilidad, KPa

P = Carga máxima total N

b) Tablas y gráficos



Tabla 87: Análisis de los datos del ensayo resistencia a la flexión del mortero patrón

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
TESIS:	"Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% - Cusco 2021"					
ENSAYO	Resistencia a la flexión de las muestras prismáticas (Mortero patrón)					
TESISTAS	Massiel Baca Zans, Raphael Mauricio Yopez Fuentes					
LUGAR:	Cooperación Ayar S.A.C, Laboratorio de suelos, materiales y concreto					
Código	Días	Resistencia a flexión (kg/cm ²)	Resistencia promedio	Desviación Estándar kg/cm ²	Resistencia Característica kg/cm ²	
MA	7	75.45	75.18	4.28	70.9	
MB	7	78.69				
MC	7	67.34				
MD	7	78.69				
ME	7	73.83				
MF	7	77.07				
MA	14	106.23	87.06	10.77	76.29	
MB	14	85.17				
MC	14	75.45				
MD	14	78.69				
ME	14	88.41				
MF	14	88.41				
MA	28	104.61	92.73	8.97	83.76	
MB	28	83.55				
MC	28	91.65				
MD	28	102.99				
ME	28	86.79				
MF	28	86.79				

Donde:

M_(A,B,C,D,E,F,G,H) = Nomenclatura de las muestras



Figura 98: Datos de mortero patrón a los 7 días

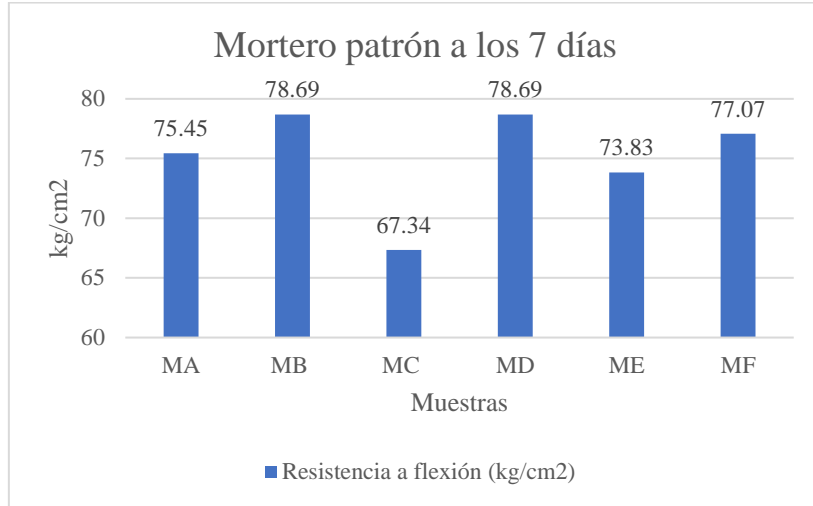


Figura 99: Datos de mortero patrón a los 14 días

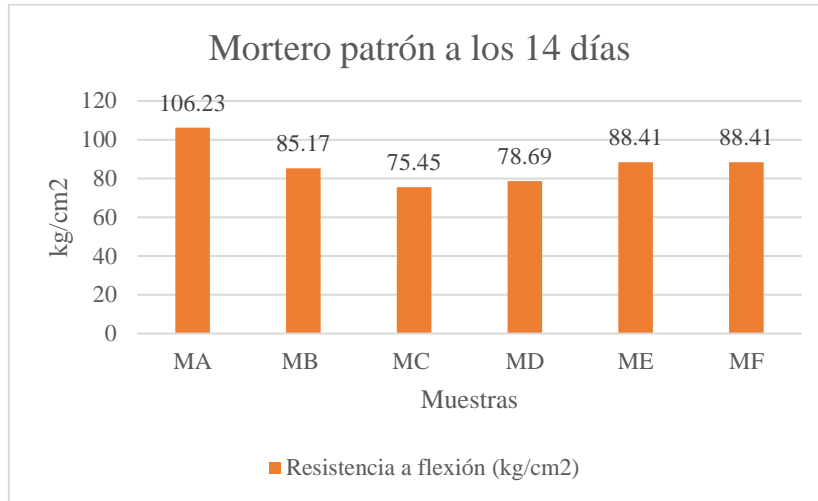


Figura 100: Datos de mortero patrón a los 28 días

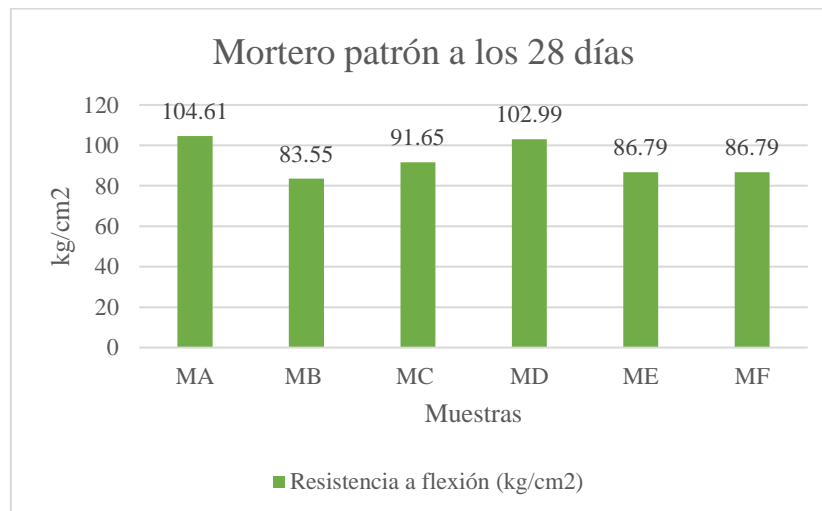






Tabla 88: Análisis de los datos del ensayo resistencia a la flexión del mortero +7% caucho

		<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</p>				
TESIS:	"Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% - Cusco 2021"					
ENSAYO	Resistencia a la flexión de las muestras prismáticas (Mortero + 7% caucho)					
TESISTAS	Massiel Baca Zans, Raphael Mauricio Yopez Fuentes					
LUGAR:	Cooperación Ayar S.A.C, Laboratorio de suelos, materiales y concreto					
Código	Días	Resistencia a flexión (kg/cm ²)	Resistencia promedio	Desviación Estándar kg/cm ²	Resistencia Característica kg/cm ²	
M1 +7%	7	68.96	59.5	8.3	51.21	
M2 + 7%	7	57.61				
M3 + 7%	7	64.1				
M4 + 7%	7	62.48				
M5 + 7%	7	59.24				
M6 + 7%	7	44.64				
M1 +7%	14	62.48	66.53	3.94	62.59	
M2 + 7%	14	73.83				
M3 + 7%	14	67.34				
M4 + 7%	14	65.72				
M5 + 7%	14	65.72				
M6 + 7%	14	64.1				
M1 +7%	28	68.96	70.04	3.19	66.86	
M2 + 7%	28	72.21				
M3 + 7%	28	67.34				
M4 + 7%	28	65.72				
M5 + 7%	28	73.83				
M6 + 7%	28	72.21				

Donde:

M_(1,2,3,4,5,6) + 7% = Nomenclatura de las muestras



Figura 101: Datos de mortero +7% caucho a los 7 días

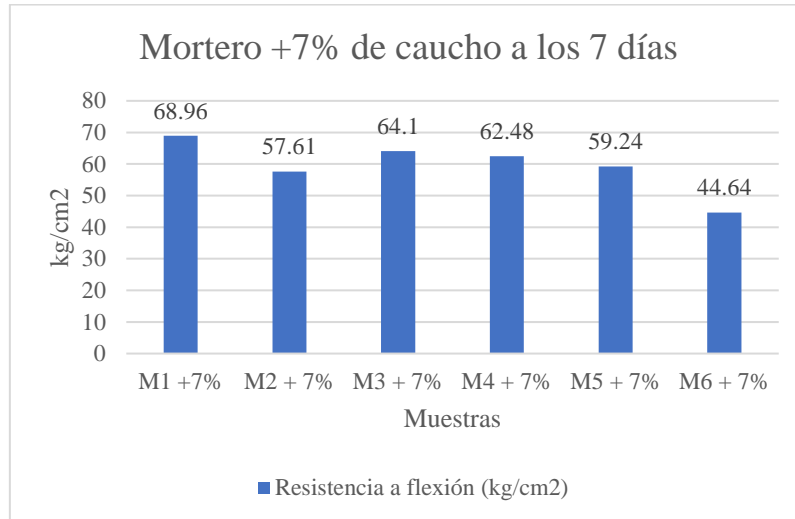


Figura 102: Datos de mortero +7% caucho a los 14 días

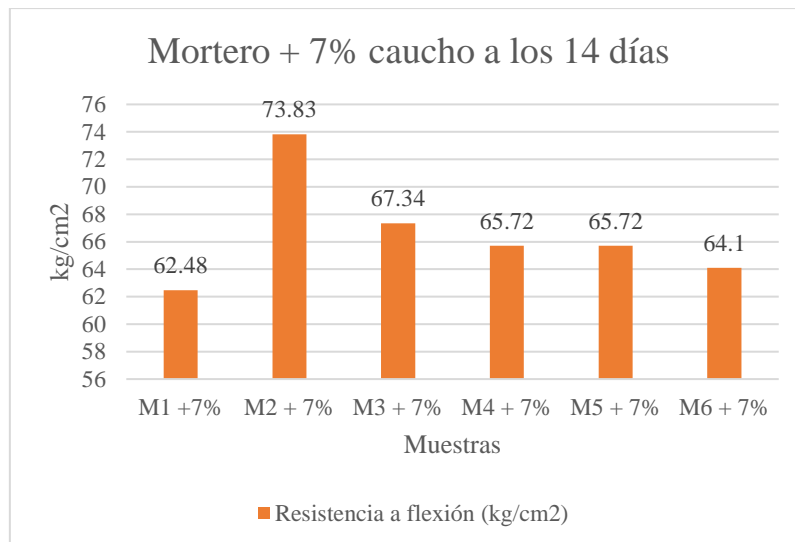


Figura 103: Datos de mortero +7% caucho a los 28 días

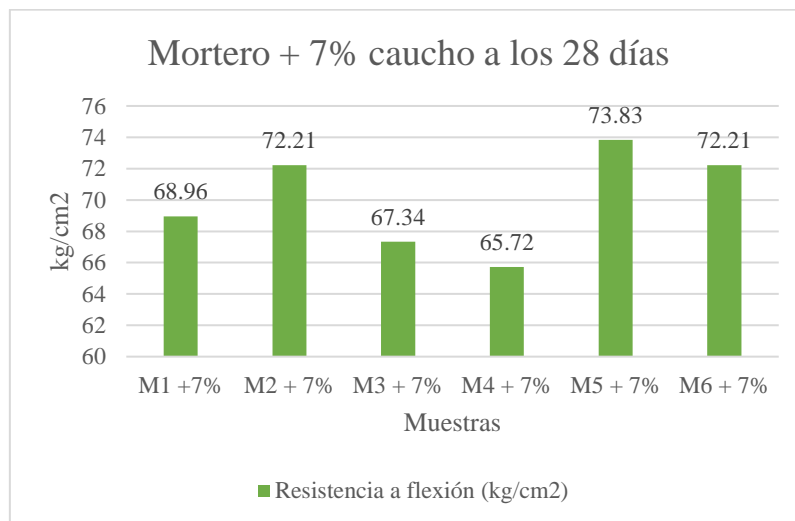






Tabla 89: Análisis de los datos del ensayo resistencia a la flexión del mortero +10% caucho

		<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</p>				
TESIS:	"Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% - Cusco 2021"					
ENSAYO	Resistencia a la flexión de las muestras prismáticas (Mortero + 10% caucho)					
TESISTAS	Massiel Baca Zans, Raphael Mauricio Yepez Fuentes					
LUGAR:	Cooperación Ayar S.A.C, Laboratorio de suelos, materiales y concreto					
Código	Días	Resistencia a flexión (kg/cm ²)	Resistencia promedio	Desviación Estándar kg/cm ²	Resistencia Característica kg/cm ²	
M1A + 10%	7	54.37	53.83	3.02	50.81	
M2B + 10%	7	57.61				
M3C + 10%	7	54.37				
M4D + 10%	7	51.13				
M5E + 10%	7	55.99				
M6F + 10%	7	49.5				
M1A + 10%	14	60.86	63.83	5.84	57.99	
M2B + 10%	14	55.99				
M3C + 10%	14	62.48				
M4D + 10%	14	62.48				
M5E + 10%	14	72.21				
M6F + 10%	14	68.96				
M1A + 10%	28	60.86	67.34	6.07	61.28	
M2B + 10%	28	67.34				
M3C + 10%	28	72.21				
M4D + 10%	28	73.83				
M5E + 10%	28	70.58				
M6F + 10%	28	59.24				

Donde:

$M_{(1A,2B,3C,4D,5E,6F)} + 10\%$ = Nomenclatura de las muestras



Figura 104: Datos de mortero +10% caucho a los 7 días

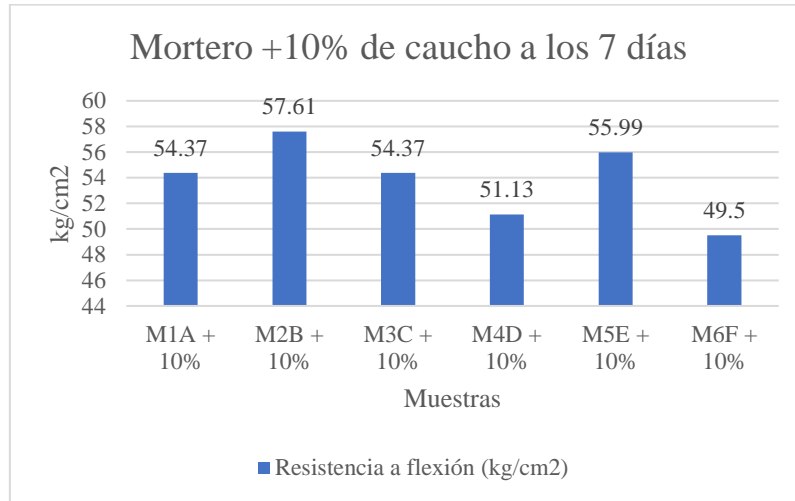


Figura 105: Datos de mortero +10% caucho a los 14 días

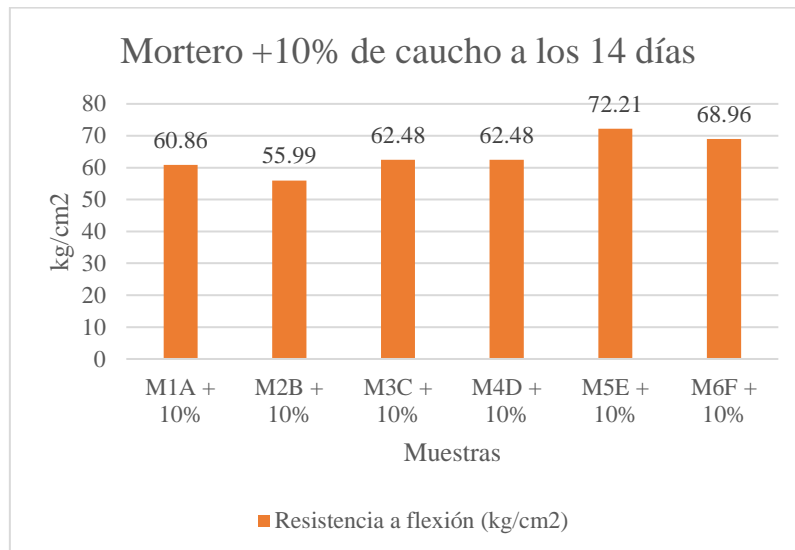


Figura 106: Datos de mortero +7% caucho a los 28 días

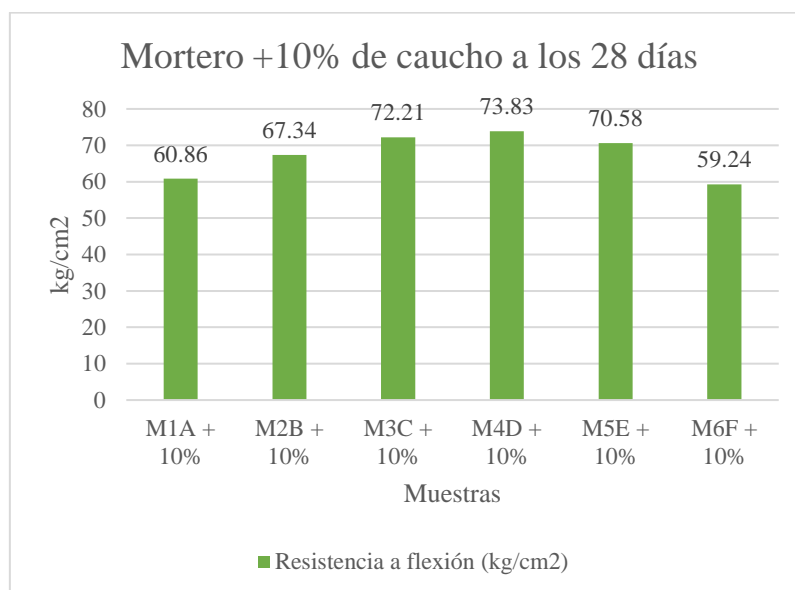






Tabla 90: Análisis de los datos del ensayo resistencia a la flexión del mortero +13% caucho

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
TESIS:	"Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% - Cusco 2021"					
ENSAYO	Resistencia a la flexión de las muestras prismáticas (Mortero + 13% caucho)					
TESISTAS	Massiel Baca Zans, Raphael Mauricio Yopez Fuentes					
LUGAR:	Cooperación Ayar S.A.C, Laboratorio de suelos, materiales y concreto					
Código	Días	Resistencia a flexión (kg/cm ²)	Resistencia promedio	Desviación Estándar kg/cm ²	Resistencia Característica kg/cm ²	
MU + 13%	7	39.77	48.15	6.28	41.88	
MV + 13%	7	49.5				
MW + 13%	7	49.5				
MX + 13%	7	41.39				
MY + 13%	7	54.37				
MZ + 13%	7	54.37	50.05	6.13	43.92	
MU + 13%	14	46.26				
MV + 13%	14	49.5				
MW + 13%	14	57.61				
MX + 13%	14	44.64				
MY + 13%	14	57.61	59.24	4.23	55.01	
MZ + 13%	14	44.64				
MU + 13%	28	52.75				
MV + 13%	28	57.61				
MW + 13%	28	60.86				
MX + 13%	28	59.24	59.24	4.23	55.01	
MY + 13%	28	59.24				
MZ + 13%	28	65.72				

Donde:

$M_{(U,V,W,X,Y,Z)} + 13\%$ = Nomenclatura de las muestras



Figura 107: Datos de mortero +13% caucho a los 7 días

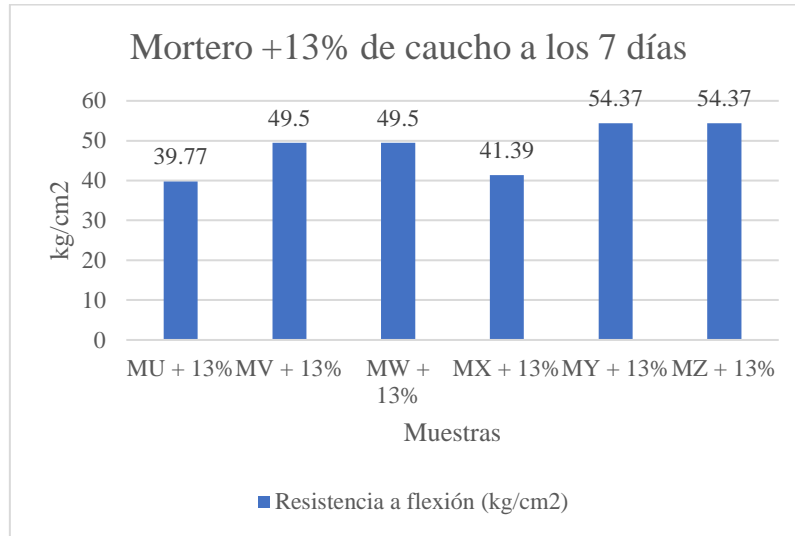


Figura 108: Datos de mortero +13% caucho a los 14 días

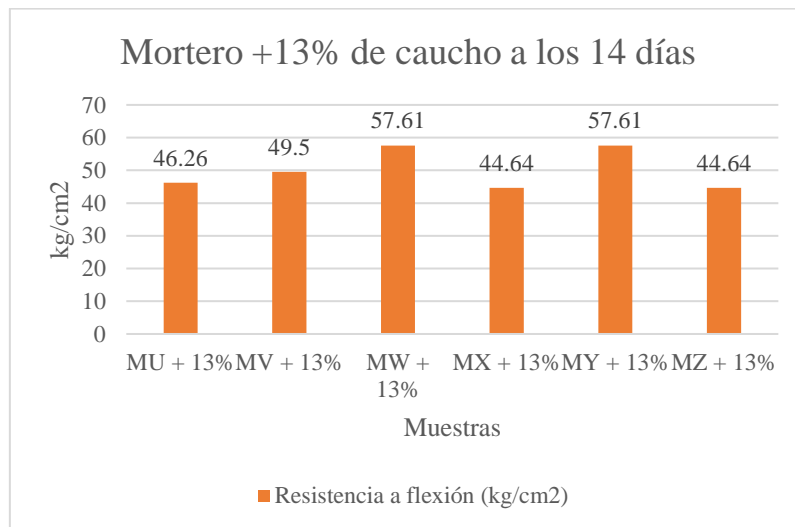


Figura 109: Datos de mortero +13% caucho a los 28 días

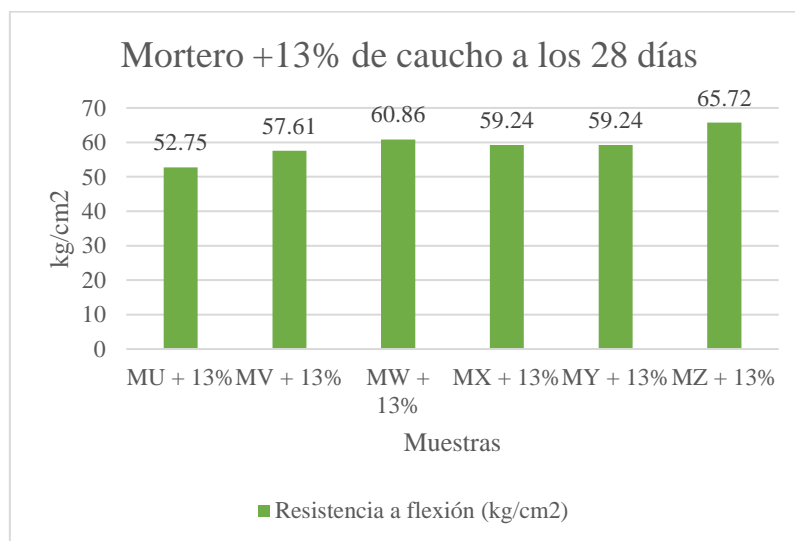




Figura 110: Gráfico del desarrollo de la resistencia a flexión del mortero patrón

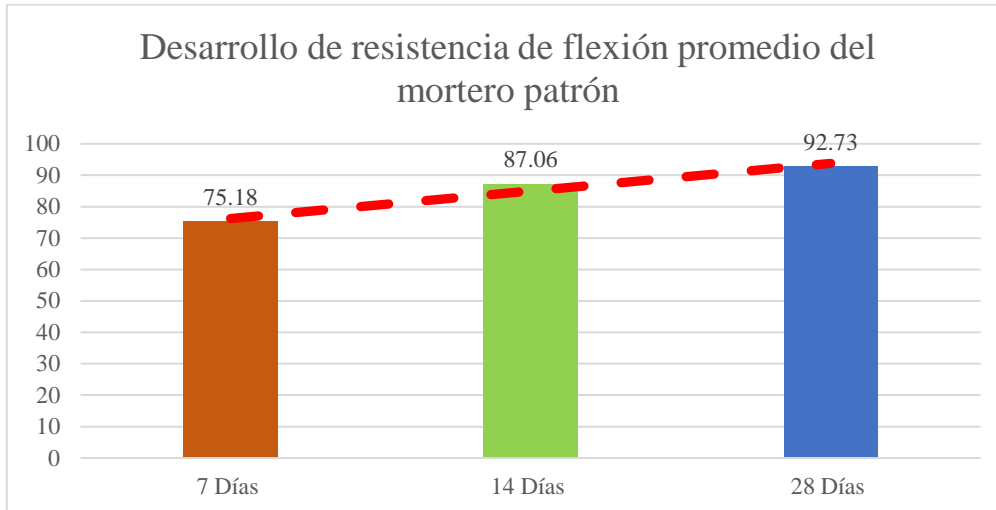


Figura 111: Gráfico del desarrollo de la resistencia a flexión del mortero + 7% caucho

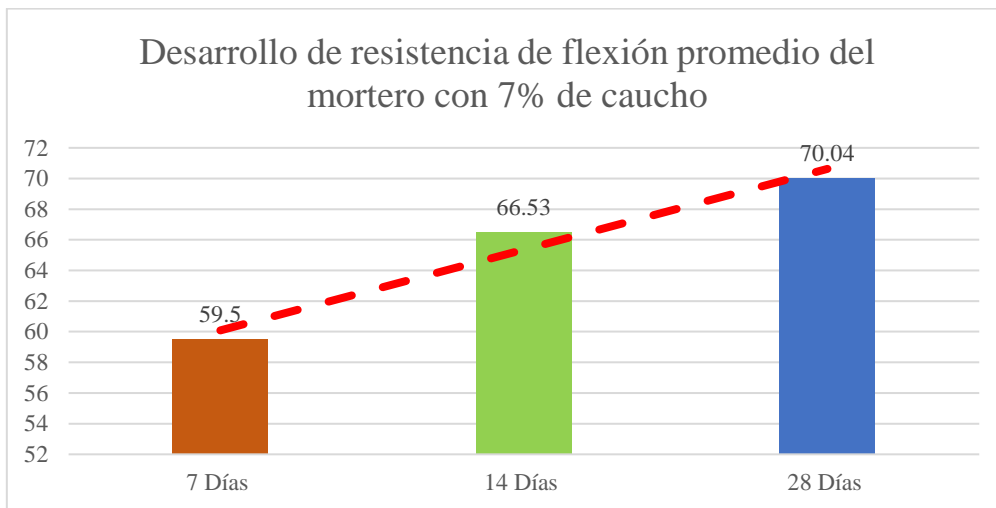


Figura 112: Gráfico del desarrollo de la resistencia a flexión del mortero + 10% caucho

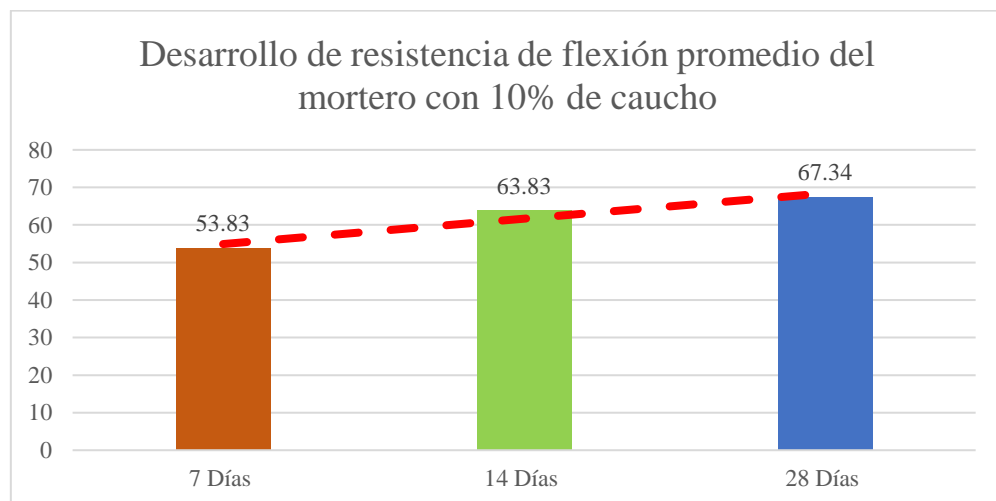
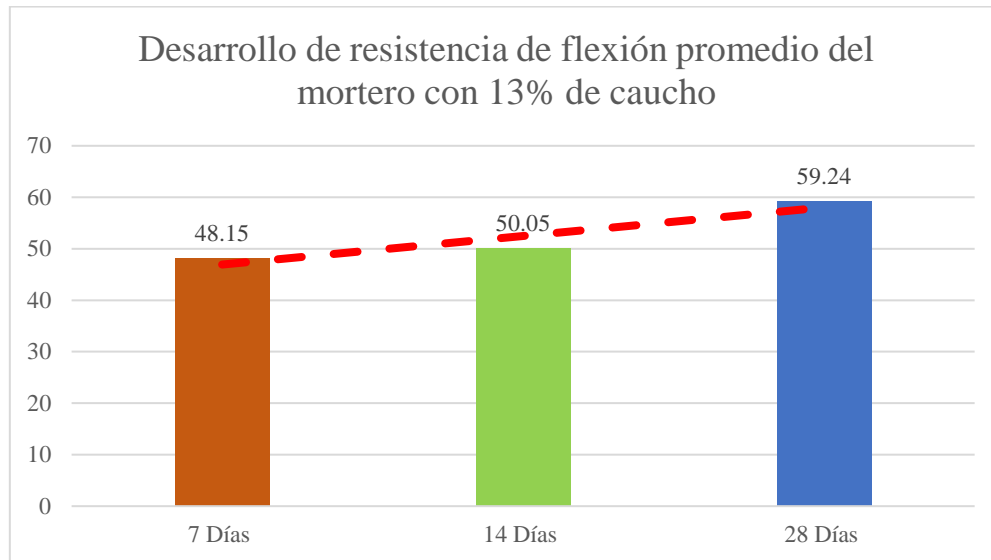


Figura 113: Gráfico del desarrollo de la resistencia a flexión del mortero + 13% caucho



c) Análisis del ensayo

- En prismas de mortero patrón la resistencia a flexión promedio obtenida a la edad de 7 días es de 75.18 kg/cm², a los 14 días es de 87.06 kg/cm² y a los 28 días es de 92.73 kg/cm².
- En prismas de mortero sustituyendo el 7% de caucho en el peso del agregado la resistencia a flexión promedio obtenida a la edad de 7 días es de 59.5 kg/cm², a los 14 días es de 66.53 kg/cm² y a los 28 días es de 70.04 kg/cm², se aprecia una ligera disminución de resistencia con respecto a la resistencia a la flexión del mortero patrón.
- En prismas de mortero sustituyendo el 10% de caucho en el peso del agregado la resistencia a flexión promedio obtenida a la edad de 7 días es de 53.83 kg/cm², a los 14 días es de 63.83 kg/cm² y a los 28 días es de 67.34 kg/cm², se aprecia una moderada disminución de resistencia con respecto a la resistencia a la flexión del mortero patrón.
- En prismas de mortero sustituyendo el 13% de caucho en el peso del agregado la resistencia a flexión promedio obtenida a la edad de 7 días es de 48.15 kg/cm², a los 14 días es de 50.05 kg/cm² y a los 28 días es de 59.24 kg/cm², se aprecia una mayor disminución de resistencia con respecto a la resistencia a la flexión del mortero patrón.
- En conclusión, se puede observar una disminución de la resistencia a la flexión directamente proporcional al incremento de la sustitución de agregado por caucho.



CAPÍTULO IV: Resultados

4.1. Resultados respecto a los objetivos específicos

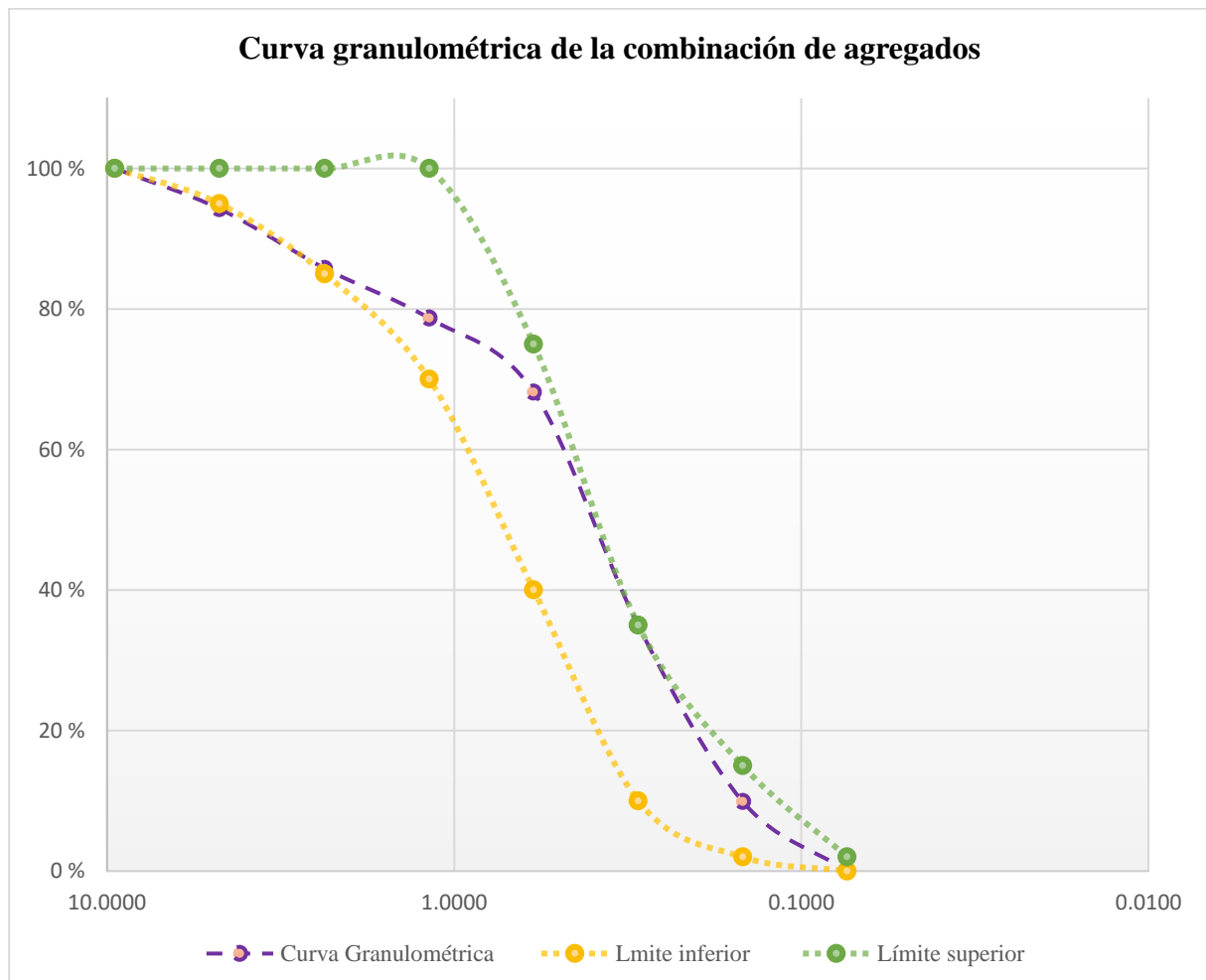
4.1.1. Resultados del ensayo de Granulometría

Tabla 91: Resultados del ensayo de granulometría de la combinación de agregados

MALLA		% QUE PASA
TAMIZ	mm	
3/8"	9.5000	100.00
Nº 4	4.7500	94.27
Nº 8	2.3600	85.78
Nº 16	1.1800	78.68
Nº 30	0.5900	68.16
Nº 50	0.2950	34.95
Nº 100	0.1475	9.90
Nº 200	0.0737	0.00
FONDO	0	

MF = 2.28 Si cumple

Figura 114: Curva granulométrica de la combinación de agregados





4.1.2. Resultados del ensayo de contenido de Humedad

a) Confitillo rojo de Huambutio

Tabla 92: Resultados del ensayo de contenido de humedad del confitillo de Huambutio

Confitillo de Huambutio	
Contenido de humedad	3.75%

a) Arena fina de Cunyac

Tabla 93: Resultados del ensayo de contenido de humedad de la arena fina de Cunyac

Arena fina de Cunyac	
Contenido de humedad	2.77%

4.1.3. Resultados del ensayo de peso específico

Tabla 94: Resultados del ensayo de peso específico de la combinación de agregados

Pesos específicos	Muestra 1	Muestra 2
Aparente	2.63 gr/cm ³	2.60 gr/cm ³
Aparente S.S.S.	2.67 gr/cm ³	2.65 gr/cm ³
Peso específico de masa	2.75 gr/cm ³	2.76 gr/cm ³
Porcentaje de Absorción	1.69%	2.25%

4.1.4 Resultados del ensayo de peso unitario

Tabla 95: Resultados del ensayo de peso unitario compactado de la combinación de canteras

Peso unitario compactado	Muestra 1	Muestra 2
	2.64 g/cm ³	2.64 g/cm ³

Tabla 96: Resultados del ensayo de peso unitario suelto de la combinación de canteras

Peso unitario suelto	Muestra 1	Muestra 2
	2.44 g/cm ³	2.44 g/cm ³

4.1.5 Resultados del ensayo de materia orgánica

Tabla 97: Resultados del ensayo contenido de materia orgánica de la combinación de agregados

Combinación de canteras	
Color de vidrio	1

4.2. Resultados respecto al objetivo general

4.2.1. Resultados del ensayo de asentamiento por el método del SLUMP

Tabla 98: Resultados del ensayo de asentamiento por el método del SLUMP

Descripción	Cant.	Cant.
Mortero Patrón	2.36 pulg	5.99 cm.
Mortero + 7% de Caucho	2.64pulg	6.70 cm.
Mortero + 10% de Caucho	3.25pulg	8.26 cm.
Mortero + 13% de Caucho	3.52pulg	12.46 cm.

4.2.2. Resultados del ensayo de peso unitario y contenido de aire del mortero

a) Peso unitario del mortero

Tabla 99: Resultados del ensayo de peso unitario del mortero

	0% de caucho	7% de caucho	10% de caucho	13% de caucho
Peso de la tara (kg)	7.25	7.249	7.249	7.25
Volumen de la tara (m ³)	0.01221811	0.01221811	0.01221811	0.01221811
Peso de la tara + Concreto (kg)	17.22	16.479	16.075	15.84
Peso Unitario Real (kg/m³)	816.08	755.436267	722.37	702.727605

b) Contenido de aire

Tabla 100: Resultados del ensayo de contenido de aire del mortero

Descripción	Contenido de aire	%
Contenido de aire de la fracción de mortero (M ^o patrón)	0.0135	1.3543%
Contenido de aire de la fracción de mortero (M ^o + 7% caucho)	0.0195	1.9516
Contenido de aire de la fracción de mortero (M ^o + 10% caucho)	0.0215	2.1507
Contenido de aire de la fracción de mortero (M ^o + 13% caucho)	0.0259	2.5886



4.2.3. Resultados del ensayo de tiempo de fraguado por el método del penetrómetro

Tabla 101: Resultados del ensayo de tiempo de fraguado del mortero

Tiempo (hr)	MORTERO - unidad(mm)			
	0% de caucho	7% de caucho	10% de caucho	13% de caucho
13:00	0.00	0.00	0.00	0.00
13:30	0.00	0.00	0.00	0.00
14:00	0.00	0.00	0.00	40.00
14:30	0.00	0.00	30.00	50.00
15:00	60.00	0.00	60.00	60.00
15:30	80.00	20.00	80.00	70.00
16:00	90.00	70.00	100.00	120.00
16:30	140.00	80.00	180.00	150.00
17:00	190.00	130.00	200.00	160.00
17:30	260.00	220.00	210.00	180.00
18:00	340.00	280.00	220.00	220.00
18:30	460.00	300.00	220.00	230.00
19:00	480.00	330.00	240.00	250.00

4.2.4. Resultados del ensayo de resistencia a compresión

a) Resistencia a compresión de los dados de mortero a los 7 días

Tabla 102: Resultados del ensayo de resistencia a compresión del mortero a los 7 días

Código	Días	Resistencia a Compresión kg/cm ²	Resistencia promedio kg/cm ²	Desviación Estándar kg/cm ²	Resistencia Característica kg/cm ²
MA	7	94.34	95.12	5.84	89.28
MB	7	95.28			
MC	7	87.89			
MD	7	104.08			
ME	7	98.84			
MF	7	90.28			
M1 + 7%	7	78.41	89.08	7.11	81.97
M2 + 7%	7	87.04			
M3 + 7%	7	94.83			
M4 + 7%	7	86.51			
M5 + 7%	7	88.86			
M6 + 7%	7	98.84			
M1A + 10%	7	120.53	85.11	19.48	65.63
M2B + 10%	7	83.10			
M3C + 10%	7	77.51			
M4D + 10%	7	84.63			
M5E + 10%	7	61.03			



M _{6F} + 10%	7	83.86	50.40	4.09	46.31
M _U + 13%	7	51.52			
M _V + 13%	7	49.50			
M _W + 13%	7	48.19			
M _X + 13%	7	44.21			
M _Y + 13%	7	52.91			
M _Z + 13%	7	56.05			

b) Resistencia a compresión de los dados de mortero a los 14 días

Tabla 103: Resultados del ensayo de resistencia a compresión del mortero a los 14 días

Código	Días	Resistencia a Compresión kg/cm ²	Resistencia promedio kg/cm ²	Desviación Estándar kg/cm ²	Resistencia Característica kg/cm ²
M _A	14	101.93	114.42	9.64	104.78
M _B	14	126.02			
M _C	14	107.88			
M _D	14	108.45			
M _E	14	122.84			
M _F	14	119.4			
M ₁ + 7%	14	103.89	102.09	3.83	76.46
M ₂ + 7%	14	105.59			
M ₃ + 7%	14	99.14			
M ₄ + 7%	14	99.53			
M ₅ + 7%	14	97.58			
M ₆ + 7%	14	106.79			
M _{1A} + 10%	14	122.16	96.34	13.26	69.56
M _{2B} + 10%	14	86.49			
M _{3C} + 10%	14	89.78			
M _{4D} + 10%	14	89.95			
M _{5E} + 10%	14	98.49			
M _{6F} + 10%	14	91.18			
M _U + 13%	14	55.71	56.3	2.87	53.44
M _V + 13%	14	61.13			
M _W + 13%	14	57.78			
M _X + 13%	14	52.98			
M _Y + 13%	14	55.93			
M _Z + 13%	14	54.3			



c) Resistencia a compresión de los dados de mortero a los 28 días

Tabla 104: Resultados del ensayo de resistencia a compresión del mortero a los 28 días

Código	Días	Resistencia a Compresión kg/cm ²	Resistencia promedio kg/cm ²	Desviación Estándar kg/cm ²	Resistencia Característica kg/cm ²
MA	28	131.84	127.52	2.30	125.22
MB	28	125.43			
MC	28	125.93			
MD	28	126.68			
ME	28	127.73			
MF	28	127.50			
M1 + 7%	28	119.64	111.07	8.52	80.49
M2 + 7%	28	122.78			
M3 + 7%	28	100.72			
M4 + 7%	28	106.44			
M5 + 7%	28	110.65			
M6 + 7%	28	106.18			
M1A + 10%	28	118.4900	109.54	7.44	71.69
M2B + 10%	28	108.7400			
M3C + 10%	28	109.9900			
M4D + 10%	28	97.2700			
M5E + 10%	28	107.0000			
M6F + 10%	28	115.7500			
MU + 13%	28	72.48	68.49	5.59	62.9
MV + 13%	28	69.99			
MW + 13%	28	67.89			
MX + 13%	28	59.18			
MY + 13%	28	72.95			
MZ + 13%	28	68.50			



Figura 115: Comparación de la resistencia a compresión del mortero a los 7 días

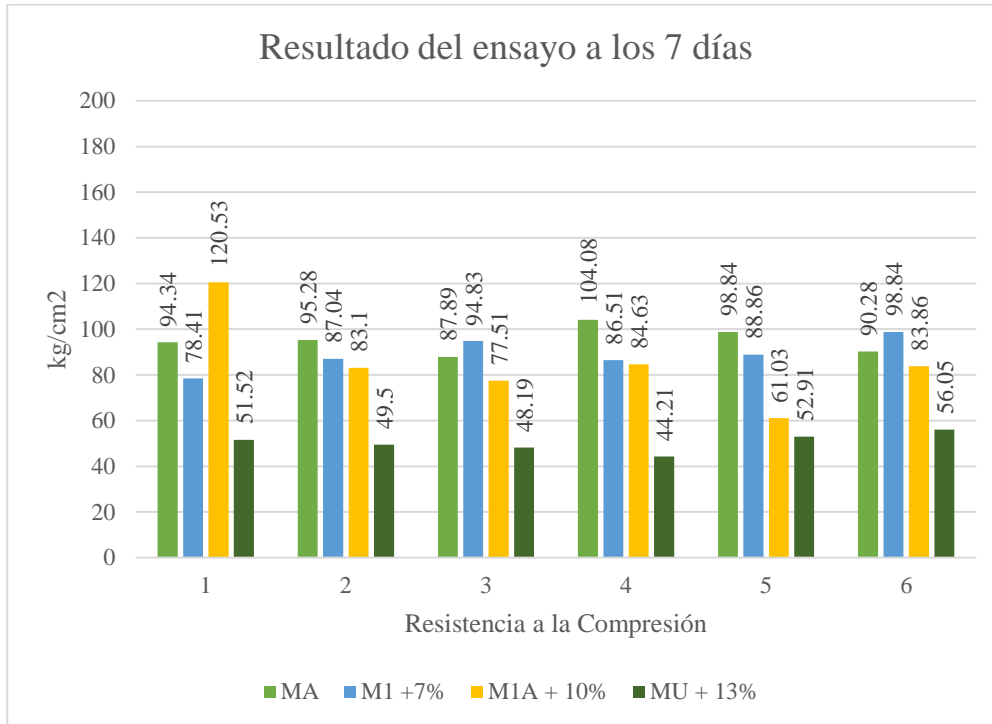


Figura 116: Comparación de la resistencia a compresión del mortero a los 14 días

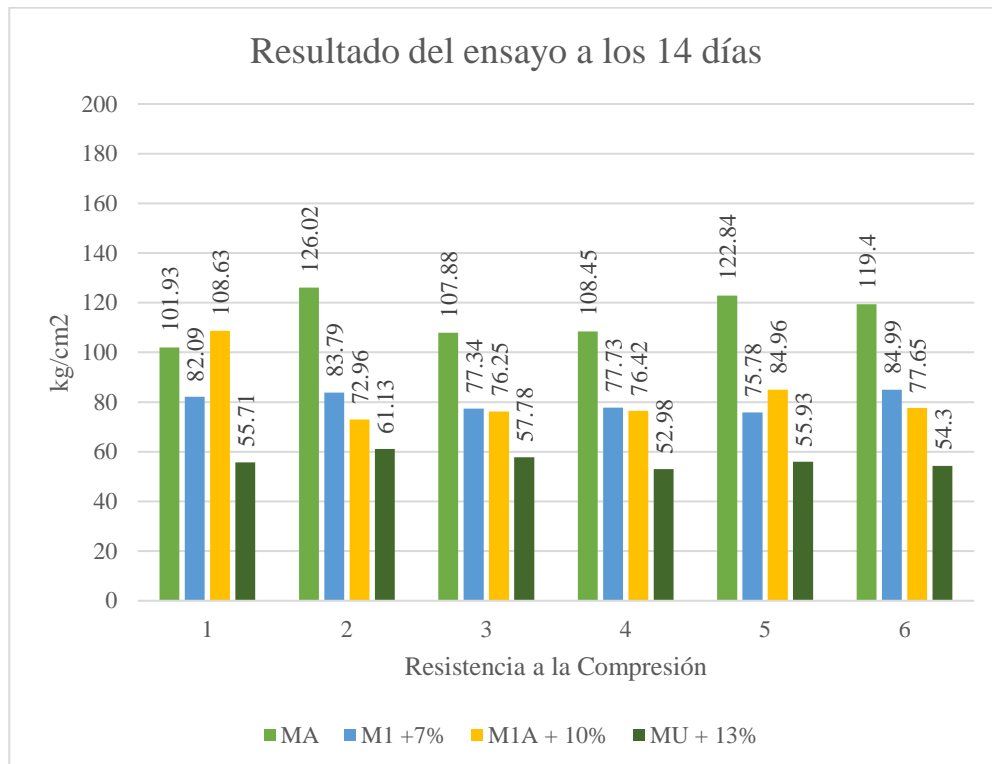
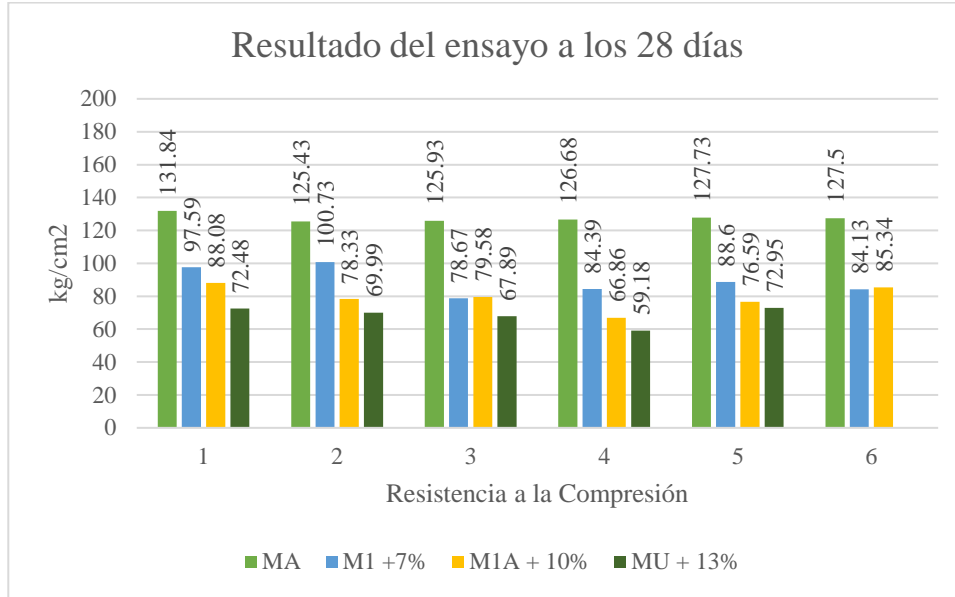


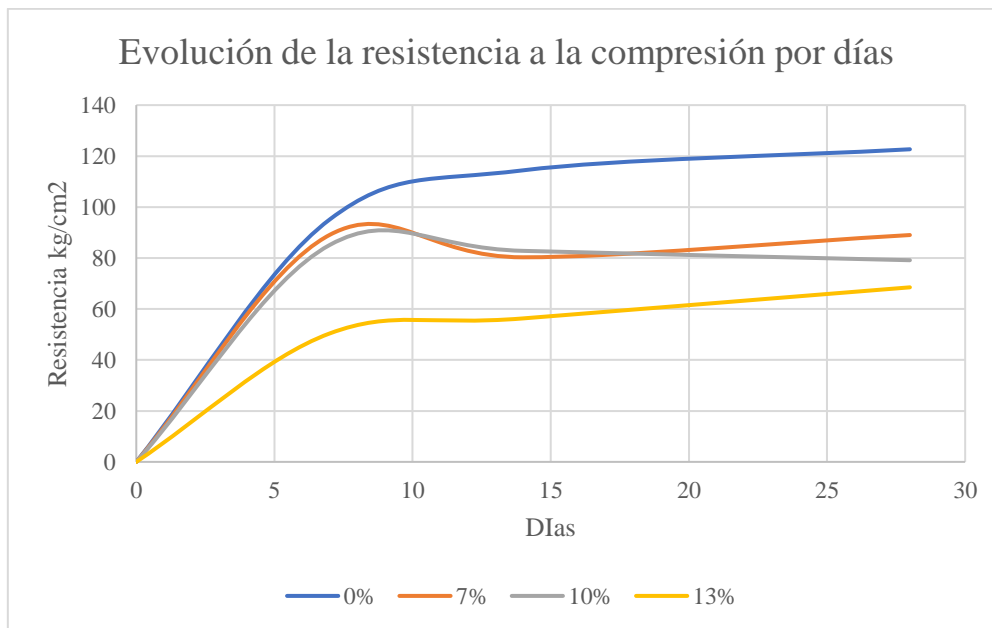


Figura 117: Comparación de la resistencia a compresión del mortero a los 28 días



d) Gráfico de la evolución de la compresión por día

Figura 118: Gráfico de la evolución de la resistencia a compresión del mortero





4.2.5. Resultados del ensayo de resistencia a flexión

a) Resistencia a la flexión del mortero a los 7 días

Tabla 105: Resultados del ensayo de resistencia a flexión del mortero a los 7 días

Código	Días	Resistencia a flexión	Resistencia promedio	Desviación Estándar kg/cm ²	Resistencia Característica kg/cm ²
MA	7	75.45	75.18	4.28	70.90
MB	7	78.69			
MC	7	67.34			
MD	7	78.69			
ME	7	73.83			
MF	7	77.07			
M1 + 7%	7	68.96	59.50	8.30	51.21
M2 + 7%	7	57.61			
M3 + 7%	7	64.10			
M4 + 7%	7	62.48			
M5 + 7%	7	59.24			
M6 + 7%	7	44.64			
M1A + 10%	7	54.37	53.83	3.02	50.81
M2B + 10%	7	57.61			
M3C + 10%	7	54.37			
M4D + 10%	7	51.13			
M5E + 10%	7	55.99			
M6F + 10%	7	49.50			
MU + 13%	7	39.77	48.15	6.28	41.88
MV + 13%	7	49.50			
MW + 13%	7	49.50			
MX + 13%	7	41.39			
MY + 13%	7	54.37			
MZ + 13%	7	54.37			



e) Resistencia a la flexión del mortero a los 14 días

Tabla 106: Resultados del ensayo de resistencia a flexión del mortero a los 14 días

Código	Días	Resistencia a flexión kg/cm ²	Resistencia promedio kg/cm ²	Desviación Estándar kg/cm ²	Resistencia Característica kg/cm ²
MA	14	106.23	87.06	10.77	76.29
MB	14	85.17			
MC	14	75.45			
MD	14	78.69			
ME	14	88.41			
MF	14	88.41			
M1 + 7%	14	62.48	66.53	3.94	62.59
M2 + 7%	14	73.83			
M3 + 7%	14	67.34			
M4 + 7%	14	65.72			
M5 + 7%	14	65.72			
M6 + 7%	14	64.10			
M1A + 10%	14	60.86	63.83	5.84	57.99
M2B + 10%	14	55.99			
M3C + 10%	14	62.48			
M4D + 10%	14	62.48			
M5E + 10%	14	72.21			
M6F + 10%	14	68.96			
MU + 13%	14	46.26	50.05	6.13	43.92
MV + 13%	14	49.50			
MW + 13%	14	57.61			
MX + 13%	14	44.64			
MY + 13%	14	57.61			
MZ + 13%	14	44.64			



f) Resistencia a la flexión del mortero a los 28 días

Tabla 107: Resultados del ensayo de resistencia a flexión del mortero a los 28 días

Código	Días	Resistencia A Flexión	Resistencia Promedio	Desviación Estándar kg/cm ²	Resistencia Característica kg/cm ²
MA	28	104.61	92.73	8.97	83.76
MB	28	83.55			
MC	28	91.65			
MD	28	102.99			
ME	28	86.79			
MF	28	86.79			
M1 + 7%	28	68.96	70.04	3.19	66.86
M2 + 7%	28	72.21			
M3 + 7%	28	67.34			
M4 + 7%	28	65.72			
M5 + 7%	28	73.83			
M6 + 7%	28	72.21			
M1A + 10%	28	60.86	67.34	6.07	61.28
M2B + 10%	28	67.34			
M3C + 10%	28	72.21			
M4D + 10%	28	73.83			
M5E + 10%	28	70.58			
M6F + 10%	28	59.24			
MU + 13%	28	52.75	59.24	4.23	55.01
MV + 13%	28	57.61			
MW + 13%	28	60.86			
MX + 13%	28	59.24			
MY + 13%	28	59.24			
MZ + 13%	28	65.72			



Figura 119: Comparación de la resistencia a flexión del mortero a los 7 días

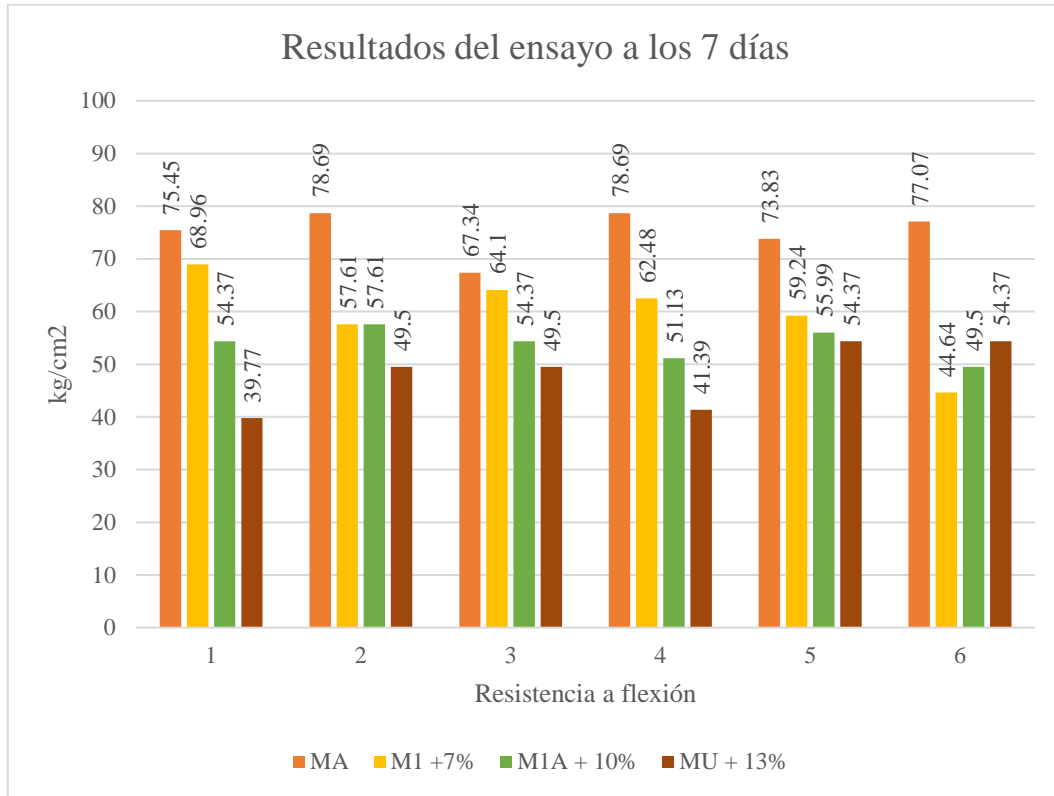


Figura 120: Comparación de la resistencia a flexión del mortero a los 14 días

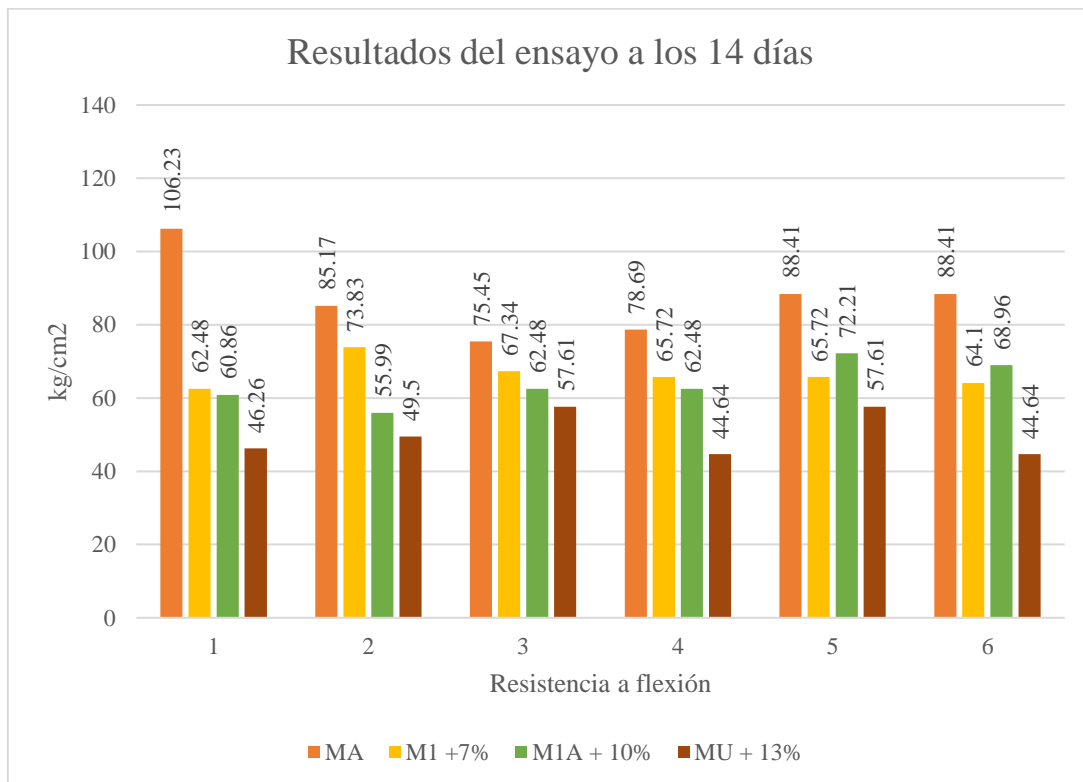
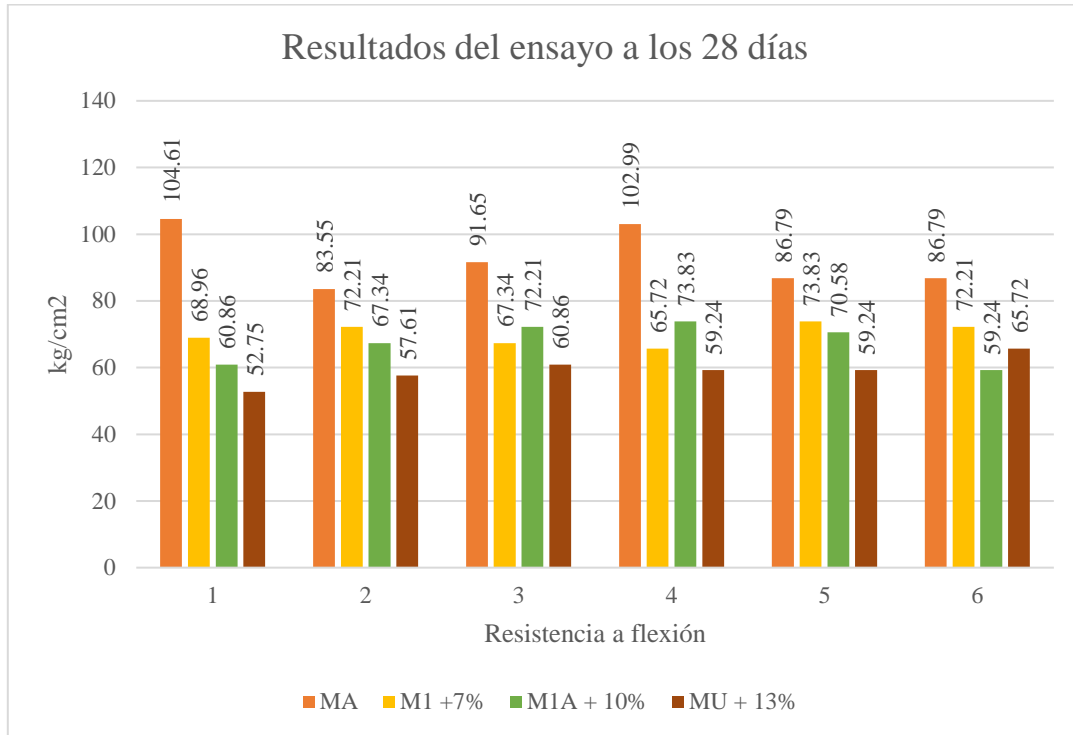
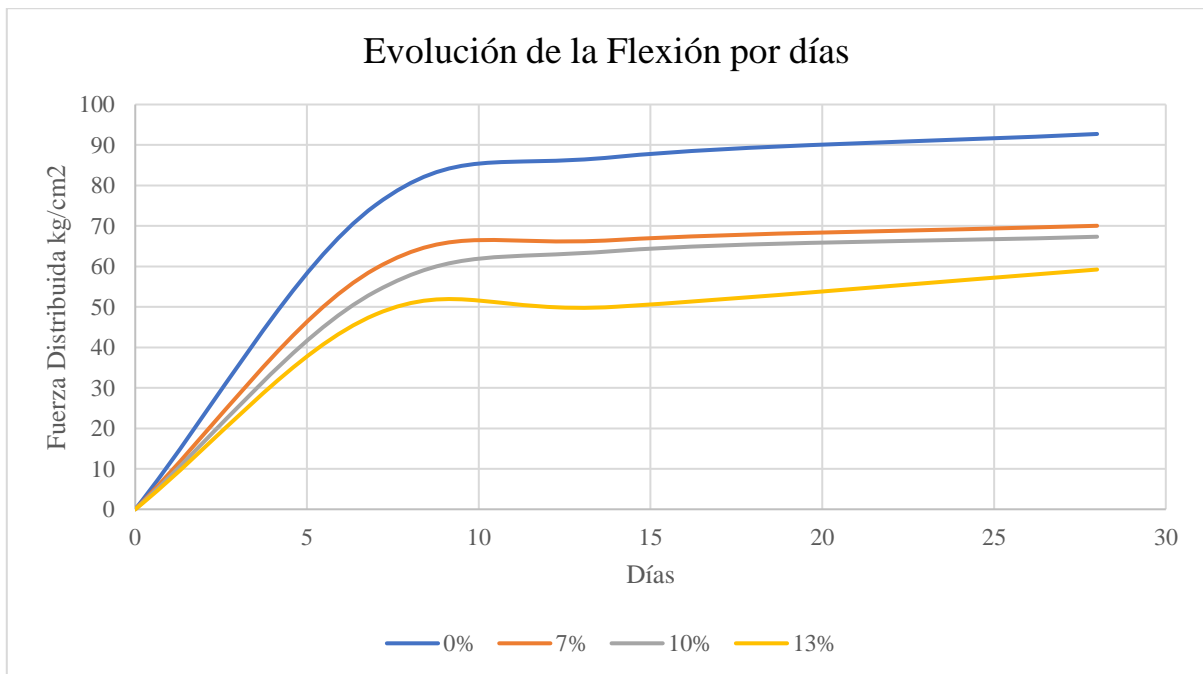


Figura 121: Comparación de la resistencia a flexión del mortero a los 28 días



g) Gráfico de la evolución de la resistencia a la flexión

Figura 122: Gráfico de la evolución de la resistencia a flexión del mortero





CAPÍTULO V: Discusiones

El presente proyecto de investigación, tiene la finalidad de evaluar el comportamiento del mortero patrón y sus variantes sustituyendo el 7%, 10% y 13% del agregado con caucho triturado proveniente de neumáticos en desuso, y sus propiedades físico - mecánicas como son la resistencia a compresión, flexión, trabajabilidad, tiempo de fraguado y peso específico.

Se buscó encontrar un mortero con propiedades mejoradas, teniendo en cuenta la conservación del medio ambiente y sin alterar en gran magnitud los costos de construcción.

Se plantearon discusiones de acuerdo a los resultados y hallazgos durante el proceso de experimentación, los cuales se detallan a continuación.

5.1. Comparación crítica con la literatura existente

a) ¿Por qué se planteó el caucho triturado como material de sustitución?

Porque se tuvo de referencia los antecedentes, y éstos nos presentan propiedades individuales del caucho que generan un aporte significativo para la construcción.

b) ¿Qué criterio se utilizó para elegir los porcentajes de 7%, 10% y 13%?

Se tomó en consideración los porcentajes de 7%, 10% y 13% porque durante el proceso de investigación, se halló antecedentes que especificaron porcentajes de 10%, 15% y 20% de adición de caucho, siendo los porcentajes de 15% y 20% los que disminuyen significativamente la resistencia del mortero a compresión, por ende variamos los porcentajes entre 7% a 13%.

c) ¿Cuál fue el criterio para la elección de la metodología utilizada para el diseño de mezcla?

Se consideró dentro de la bibliografía, el libro: “Concreto simple” del ingeniero Gerardo A. Rivera que indica la manera de realizar el diseño de mezcla exclusivamente para el mortero, siendo éste diferente al diseño de mezcla del concreto.

d) ¿Por qué se eligieron los ensayos de tiempo de endurecimiento, trabajabilidad y peso unitario?

Porque al sustituir caucho en el peso del agregado se consideró que las propiedades del caucho generan un cambio en las propiedades físicas del mortero, siendo el tiempo de endurecimiento, trabajabilidad y peso unitario, propiedades que generalmente no se investigan y como éstas son importantes para el análisis del comportamiento del mortero en estado fresco y en estado endurecido.



5.2. Descripción de los hallazgos más relevantes y significativos

a) ¿Cómo afecto la sustitución de agregado por caucho triturado en el ensayo de granulometría?

Se observó que el caucho aportó mayor cantidad de elementos finos a la muestra, permitiendo que la curva granulométrica de los agregados ingresara dentro de los límites establecidos según norma. En este caso se observó que el porcentaje de sustitución de 13% dio el mejor resultado en cuanto a módulo de fineza y a la curva granulométrica.

b) ¿Cuál fue el comportamiento de los morteros modificados frente al mortero patrón en cuanto al tiempo de fraguado?

De acuerdo a los resultados, podemos decir que la sustitución de caucho hace que el mortero tenga un fraguado inicial temprano a comparación del mortero patrón, ya que este tiene un fraguado inicial tardío.

También se puede decir que el mortero patrón alcanza su fraguado final más rápido; sin embargo, los morteros con sustitución de caucho tardan mucho más en alcanzar su fraguado final.

c) ¿Cuál fue el comportamiento de los morteros modificados frente al mortero patrón en cuanto a la trabajabilidad?

Se puede observar en los resultados que el mortero patrón logra un revenimiento de 2.36", sin embargo, el mortero con mayor sustitución de caucho logra un mayor revenimiento; esto se debe a que el caucho utilizado es procesado y este tipo de caucho tiene menor absorción de agua que el agregado fino; es por ello que se pudo observar que las partículas de caucho del mortero con mayor sustitución (13%) tuvo una menor absorción de agua de la mezcla.

d) ¿Cuál fue el comportamiento de los morteros modificados frente al mortero patrón en cuanto al peso unitario y contenido de aire?

- Según los gráficos mostrados en el capítulo de resultados en cuanto al peso unitario; el mortero con una sustitución de caucho tiene una disminución mayor en su peso a comparación del mortero patrón, esto debido a que el caucho tiende a aumentar ligereza a la mezcla.
- Por otra parte, los gráficos del ensayo de contenido de aire, nos muestra que el mortero con 13% de sustitución al peso del agregado tiene un mayor contenido de aire, por ende, tiende a ser más poroso en comparación con respecto al mortero patrón.



e) ¿Cuál fue el comportamiento de los morteros modificados frente al mortero patrón en cuanto a la resistencia a la compresión?

Los resultados previamente presentados, nos muestran una disminución significativa de la resistencia a la compresión del mortero con sustitución de 13% de caucho al peso del agregado respecto al mortero patrón; podemos observar que a menor sustitución de caucho la resistencia a compresión se asemeja más al mortero patrón.

f) ¿Cuál fue el comportamiento de los morteros modificados frente al mortero patrón en cuanto a la resistencia a la flexión?

Teniendo en cuenta los resultados del ensayo de resistencia a la compresión, se puede decir que la sustitución de caucho al 13% en peso del agregado también realizó una disminución significativa en la resistencia a la flexión, siendo el mortero con 7% de sustitución de caucho al peso del agregado el que más se asemeja a la resistencia a la flexión del mortero patrón.

5.3. Comentarios de la demostración de hipótesis

a) ¿La sustitución del agregado por el caucho triturado resultó favorable para la mejora de las propiedades físico – mecánicas del mortero?

No se pudo observar una mejora en las propiedades mecánicas, ya que el caucho triturado disminuye las resistencias a compresión y flexión, debido a las diferencias significativas entre las propiedades unitarias del caucho y el agregado fino.

Sin embargo, hubo una mejora significativa en las propiedades físicas, siendo la propiedad de disminución de peso unitario la más destacable.

5.4. Aportes de la investigación

a) ¿Se encontró alguna otra característica físico – mecánica durante el proceso de experimentación?

- Durante el proceso de experimentación se pudo observar; la propiedad de aislamiento acústico que el caucho le proporciona al mortero en estado endurecido, ya que al momento de la rotura en el ensayo de compresión las muestras no generaron un impacto sonoro alto a comparación del mortero patrón que sí produjo dicho ruido.
- También se pudo observar que los cubos de morteros modificados no presentaron una separación total de los fragmentos de las muestras de rotura, las partículas de caucho actuaron como un elemento ligante en las fisuras de las muestras.



- También se tuvo presente el aumento de ligereza del mortero adicionado con caucho a comparación del mortero patrón, el mortero adicionado con caucho presenta una mayor ligereza que es beneficioso para muros no portantes, ya que existe una búsqueda de materiales más livianos para el rubro de la construcción

b) ¿El confitillo rojo de Huambutio y la arena fina de Cunyac, cumplen con las especificaciones dadas según la Norma Técnica Peruana 400.012?

En el ensayo de granulometría los agregados por separado no cumplen con la norma, dado que, las curvas granulométricas no ingresan en los límites permitidos. Sin embargo, si realizamos la combinación de canteras, se pudo lograr que la curva se acerque lo mejor posible a los límites permitidos.

5.5. Limitaciones del estudio

a) ¿Por qué se utilizó el método de asentamiento del concreto (SLUMP) en lugar del ensayo del ensayo de fluidez de morteros de cemento hidráulico (mesa de flujo)?

Se optó por el ensayo de asentamiento del concreto (SLUMP) dada la situación actual de emergencia sanitaria a nivel nacional, se tuvo que recurrir a laboratorios externos, los cuales no están debidamente equipados, la mayoría de laboratorios no contaba con el equipo necesario para realizar el ensayo de fluidez de morteros de cemento hidráulico (mesa de flujo).



GLOSARIO

A

Agregado : Cualquier sustancia sólida o partículas intencionalmente al concreto que ocupan un espacio redondeado por pasta de cemento, de forma que en combinación de esta proporcionan resistencia mecánica.

C

Cal : Es el óxido de calcio alcalino y de color blanco, es obtenido a partir de la calcinación de la piedra caliza.

Cantera : Las canteras son explotaciones de la minería que se llevan a cabo a cielo abierto,

Clinker : Producto semiacabado en forma de piedras negruzcas con un tamaño de $\frac{3}{4}$ " aproximadamente, obtenido de la calcinación de una mezcla de materiales calcáreos y arcillosos.

Curado : Es el procedimiento en el cual el concreto después del fraguado se mantiene húmedo por varios días consecutivos para así evitar la creación de fisuras en un futuro.

Curva granulométrica : Sistema coordinado semi – logarítmico que permite apreciar la distribución acumulada de los valores granulométricos.

F

Fraguado inicial : Etapa en la cual se evidencia el proceso exotérmico, en esta etapa se genera el calor de hidratación, consecuencia de reacciones químicas.

Fraguado final : Se caracteriza por el endurecimiento significativo y deformaciones permanentes.

M

Módulo de fineza : Es un criterio que se aplica para caracterizar cada agregado independientemente o la mezcla de agregados en conjunto, en un parámetro ideal para el diseño de mezcla y control de mezclas.

Mortero : Mezcla de pasta de cemento con el agregado fino, se utiliza en nivelación de pisos (solado), estabilización de taludes, en construcciones de mampostería.

P

Pasta o pegante : Mezcla de cemento, agua y aire y eventualmente aditivos. Cuando el concreto está en estado plástico, actúa como lubricante de los agregados, comunicando fluidez a la mezcla.



Puzolana : Material de origen silíceo con escasa capacidad aglomerante por sí solo, en presencia del agua algunos elementos de su constitución se combinan muy bien con la cal, formando así compuestos con propiedades aglomerantes.

R

Resistencia : Es la capacidad de soportar cargas y esfuerzos, siendo su mejor comportamiento en compresión en comparación con la tracción debido a las propiedades adherentes de la pasta de cemento

Revenimiento : Es una prueba que se realiza al concreto fresco para determinar su consistencia, la cual se relaciona directamente con la trabajabilidad e indirectamente con la relación agua cemento del diseño de mezcla del concreto.

T

Trabajabilidad : Propiedad del concreto fresco que se refiere a la facilidad con que este puede ser mezclado, manejado, transportado, colocado y terminado sin que pierda homogeneidad.



CONCLUSIONES

- Como hipótesis general se tiene: **“Las propiedades físico – mecánicas del mortero mejorarán con la adición de caucho reciclado, en un porcentaje de 10% con respecto al peso del agregado, en comparación con el mortero patrón y los morteros adicionados con caucho reciclado en porcentajes de 7% y 13% con respecto al peso del agregado.”** La cual no se logró demostrar en los ensayos de compresión y flexión. Ya que el caucho disminuyó significativamente la resistencia. (fig. 97, pág. 153; tabla 98, pág. 149 y fig. 101, pág. 158; tabla 101, pág. 154)
- Como primera sub- hipótesis tenemos: **“La consistencia del mortero mejorará con la adición de caucho reciclado en un porcentaje de 10% con respecto al peso del agregado, en comparación con el mortero patrón y los morteros adicionados con caucho reciclado en porcentajes de 7% y 13% con respecto al peso del agregado”** La cual, si se logró demostrar, ya que el mortero con sustitución del 10% de caucho con respecto al peso del agregado obtuvo una mejor consistencia respecto al mortero patrón, pero también, el mortero con sustitución del 7% de caucho con respecto al peso del agregado obtuvo una mejor consistencia en comparación con el mortero patrón y el mortero con 10% de sustitución de caucho. Sin embargo, esta mejora de consistencia fue la que disminuyó la resistencia a flexión y compresión. (tabla 94, pág. 147)
- Como segunda sub- hipótesis tenemos: **“El tiempo de endurecimiento del mortero mejorará con la adición de caucho reciclado en un porcentaje de 10% con respecto al peso del agregado, en comparación con el mortero patrón y los morteros adicionados con caucho reciclado en porcentajes de 7% y 13% con respecto al peso del agregado.”** No se cumplió, puesto que, el tiempo que demoró el mortero con sustitución de caucho en un porcentaje de 10% para llegar a su fraguado final fue lento en comparación con el mortero patrón, sin embargo, el tiempo que demoró para llegar a su fraguado inicial fue el que se asemeja más al mortero patrón. (tabla 97, pag 148)
- Como tercera sub - hipótesis tenemos: **“El peso volumétrico del mortero disminuirá con la adición de caucho reciclado en un porcentaje de 10% con respecto al peso del agregado, en comparación con el mortero patrón y los morteros adicionados con caucho reciclado en porcentajes de 7% y 13% con respecto al peso del agregado.”** La cual, si se logró demostrar, ya que el mortero con sustitución del 10% de caucho con respecto al peso del agregado obtuvo una disminución del peso unitario



respecto al mortero patrón, pero también, el mortero con sustitución del 13% de caucho con respecto al peso del agregado obtuvo una mayor disminución del peso unitario en comparación con el mortero patrón y el mortero con 10% de sustitución de caucho.

(tablas 95 y 96, pág. 147)

- Como cuarta sub - hipótesis tenemos: **“El desarrollo de la resistencia a compresión del mortero mejorará con la adición de caucho reciclado en un porcentaje de 10% con respecto al peso del agregado, en comparación con el mortero patrón y los morteros adicionados con caucho reciclado en porcentajes de 7% y 13% con respecto al peso del agregado.”** No se logró demostrar esta hipótesis ya que el mortero con sustitución del 10% de caucho con respecto al peso del agregado presenta una disminución de la resistencia a la compresión respecto al mortero patrón.
(tabla 100, pág. 151 y fig. 97, pág. 153)
- Como quinta sub - hipótesis tenemos: **“El desarrollo de la resistencia a flexión del mortero mejorará con la adición de caucho reciclado en un porcentaje de 10% con respecto al peso del agregado, en comparación con el mortero patrón y los morteros adicionados con caucho reciclado en porcentajes de 7% y 13% con respecto al peso del agregado.”** No se logró demostrar esta hipótesis ya que el mortero con sustitución del 10% de caucho con respecto al peso del agregado presenta una disminución de la resistencia a la flexión respecto al mortero patrón.
(tabla 103, pág. 156 y fig. 101, pág. 158)



RECOMENDACIONES

Recomendación 01:

Se recomienda para futuras investigaciones evaluar las propiedades de aislamiento acústico del mortero adicionando caucho, para evaluar el aporte adicional que se observó durante la experimentación.

Recomendación 02:

Para futuras investigaciones evaluar las propiedades de adherencia del mortero en estado endurecido adicionando caucho, para evaluar el aporte adicional que se observó durante la experimentación acerca de cómo actúa el caucho como ligante de los fragmentos de mortero al momento de la rotura.

Recomendación 03:

Se recomienda utilizar la adición de caucho en diferentes porcentajes en lugar de la sustitución de porcentajes en el peso del agregado del mortero.

Recomendación 04:

Se recomienda analizar las propiedades singulares del caucho y como éstas pueden aportar al sector de la construcción.

Recomendación 05:

Se recomienda analizar el mortero adicionando partículas de caucho en conjunto con pilas o muretes de albañilería, para observar el comportamiento en conjunto.

Recomendación 06:

Se recomienda evaluar las propiedades del mortero adicionado con caucho, utilizando agregados de otras canteras, que cumplan con la normativa estudiada.

Recomendación 07:

Se recomienda analizar el comportamiento del mortero adicionado con caucho utilizando aditivos reductores de agua, aditivos que permitan una mejora en cuanto a la resistencia a compresión y flexión y aditivos disponibles en la ciudad del Cusco.



Recomendación 08:

Se recomienda utilizar esta investigación como base para la reducción de la contaminación ambiental, ya que al utilizar este tipo de materiales se reducen en gran mayoría los botaderos ocasionados por los neumáticos.

Recomendación 09:

Se recomienda estudiar el uso del caucho como material aditivo en el asfalto.



BIBLIOGRAFÍA

- Arroyave, G. J., Restrepo, S. M., & Vásquez, D. H. (2017). Aplicaciones de caucho reciclado: Una revisión de la literatura. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*.
- ASTM. (2018). ASTM C33. *Especificación Normalizada de agregados para Concreto*.
- Bailey, H., & D.W, H. (1996). *Curso Básico de Construcción*. México : Limusa.
- Bartolomé, A. S. (1994). *Construcciones de Albañilería: Comportamiento sísmico y Diseño estructural* . Lima : Pontificia Universidad Católica del Perú: Fondo Editorial.
- Beliczky, Louis D. & Fajen, John (2007) *Industria del Caucho*
- Castro, G. (2008). *Materiales y compuestos para la industria del Neumático* . Argentina.
- CODATU. (Lunes 17 de Septiembre de 2018). *codatu.org*. Obtenido de <http://www.codatu.org/actualites/panorama-de-la-movilidad-en-la-ciudad-andina-de-cusco-peru/>
- Construmática. (2014). *construmática.com*. Obtenido de <https://www.construmatica.com/construpedia/Morteros>
- Delgado, C. T. (2017). *Análisis comparativo de las propiedades físico – mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del cemento con ceniza volante en porcentajes de 5%, 10% y15%, elaborado con agregados de Cunyac y Pisac* . Cusco : Universidad Andina del Cusco.
- Farfán, L. M. (2018). *Caucho reciclado en la resistencia a la compresión y flexión de concreto modificado con aditivo plastificante*. Trujillo : Universidad Cesar Vallejo .
- Giacobbe, S. (2008). *Estudo do comportamento físico – mecânico do concreto de cimento Portland com adição de borracha de pneus*. Sao Paulo, Brasil: Politécnica da Universidade de Sao Paulo .
- Gutierrez, L. (2003). *El Concreto y otros materiales de Construcción*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Huachua, E. R. (2017). *Comportamiento físico mecánico del concreto hidráulico adicionado con caucho reciclado*. Cajamarca : Universidad Nacional de Cajamarca .



- Juan Carlos Pérez Oyola, Y. L. (2017). *Estudio para caracterizar una mezcla de concreto con caucho reciclado en un 5% en peso comparado con una mezcla de concreto tradicional de 3500 psi*. Bogotá D.C: Universidad Católica de Colombia .
- Lazarte, V. B., & Sánchez, V. F. (2017). *Análisis comparativo del módulo de elasticidad y módulo de rotura de un concreto patrón $f'c=210$ kg/cm² y un concreto $f'c=210$ kg/cm² reemplazado con fibras de ralladura de caucho y fibra de acero al agregado fino*. Cusco : Universidad Andina del Cusco .
- Meherier, M. S. (2016). *Investigation of mechanical and durability properties of cement mortar and concrete with varying replacement levels of crumb rubber as fine aggregate*. Canadá: The University of British Columbia.
- Menendez, J. (1946). Una lección sobre morteros . *Universidad de la Habana* .
- Morelos, J. L. (2019). *Diseño de un material ecológico para construcción mediante la adición de caucho de llanta al concreto*. Cuernavaca, México: Universidad Autónoma del Estado de Morelos .
- MTC. (2016). MTC E. 213. *Manual de ensayo para materiales de Construcción*, 349 - 350.
- MTC E 606. (2016). 705-707.
- MTC E 609. (2016). 723 - 725.
- MTC E 616. (2016). 753-757.
- MTC E 617. (2016). 758 - 764.
- MTC E 714. (2016). 840-844.
- Nemerow, N. L. (1998). *Tratamiento de vertidos industriales y peligrosos* . España: Díaz de Santos.
- NTP. (1982). NTP 339.088.
- NTP. (2012). NTP 400.022. *Método de ensayo normalizado para la densidad, densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino*.
- NTP. (2013). NTP 339.185. *Método para contenido de Humedad* .
- NTP. (2013). NTP 400 017. *Método de Ensayo para peso específico del agregado Fino*.



- Quintana, J. C., & Ccasani, B. B. (2019). *Evaluación comparativa de las propiedades físicas y mecánicas de un mortero de cemento con sustitución del agua en peso por mucílago de opuntia ficus indica (nopal) en porcentajes del 25%, 50%, 75% y 100% elaborado con agregados de la Cantera de Cunyac y* . Cusco : Universidad Andina del Cusco .
- Rivva, E. (2000). *Naturaleza y Materiales del Concreto*. Lima, Perú: Capítulo Peruano ACI.
- Rivera L., Gerardo A., *Concreto Simple*. Cauca, Colombia: Universidad del Cauca
- RNE. (2006). *Normas Legales E.070 - Albañilería*. Lima, Perú.
- Rubber, C. G. (2016). *globalrubbercorporation.com*. Obtenido de <https://globalrubbercorporation.com/blog/119-historia-del-caucho>
- Salvatore, M. (2018). *Effetti prodotti dai cementi nelle malte con materiali di riciclo*. Turin, Italia : Politecnico di Torino .
- Sampieri, R. H., Collado, C. F., & Lucio, M. d. (2010). *Metodología de la Investigación* . Mexico D.F: McGraw Hill /Interamericana Editores, S.A de C.V.
- Sanchez, D. (1993). *Tecnología del concreto y del mortero* . Bogotá, Colombia : Pontificia Universidad Javeriana .
- Schmitt, H., & Heene, A. (2009). *Tratado de Construcción* . Barcelona: Gustavo Gili.
- Seymour, R. B. (2002). *Introducción a la química de los polímeros*. España: Publicaciones Digitales S.A.
- Yura, C. (2014). *Manual de Construcción*. Lima.



ANEXOS

1. Matriz de consistencia

"Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% - Cusco 2021"						
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES			INSTRUMENTOS
			INDEPENDIENTES	subvariables o nivel	INDICADORES	
¿Cuál es el análisis comparativo de las propiedades físico-mecánicas de un mortero patrón sustituyendo el peso del agregado grueso con caucho en porcentajes de 7%, 10% y 13%?	Analizar comparativamente las propiedades físico - mecánicas de un mortero patrón y un mortero sustituido con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13%	Al analizar comparativamente la adición de caucho reciclado, en porcentajes de 7%, 10% y 13% con respecto al peso del agregado	Mortero	Arena Caucho	PESO	FICHAS DE LABORATORIO
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	INTERVINIENTES	Subvariables o nivel	INDICADORES	



¿Cómo variará la consistencia del mortero al ser adicionado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% con respecto al peso del agregado?	Determinar la variación de la consistencia del mortero al ser sustituido el agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% con respecto al peso del agregado	La consistencia del mortero mejorará al ser sustituido el agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% respecto al peso del agregado.	CARACTERÍSTICAS DE LOS INSUMOS	Cemento, agua, etc	CARACTERÍSTICAS DE CLASIFICACIÓN DE LOS MATERIALES peso, relación A/C	
¿Cómo variará el tiempo de endurecimiento del mortero al ser adicionado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% con respecto al peso del agregado?	Determinar la variación del tiempo de endurecimiento del mortero al ser sustituido el agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% con respecto al peso del agregado	El tiempo de endurecimiento del mortero mejorará al ser sustituido el agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% respecto al peso del agregado.	DEPENDIENTES	Subvariables o nivel	INDICADORES	
¿Cómo variará el peso volumétrico del mortero al ser adicionado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% con respecto al peso del agregado?	Determinar la variación del peso volumétrico del mortero al ser sustituido el agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% con respecto al peso del agregado	El peso volumétrico disminuirá al ser sustituido el agregado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% respecto al peso del agregado.	Propiedades físicas	_Consistencia _Tiempo de endurecimiento _Peso volumétrico	_Diámetro de la mezcla representado en % _tiempo y % _ gr/cm ³	
¿Cuál es la variación de la resistencia a compresión de un mortero adicionado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% respecto al	Determinar la variación de la resistencia a compresión de un mortero adicionado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% con respecto al	La variación del desarrollo de la resistencia a compresión de un mortero adicionado con caucho reciclado en porcentajes de 7%,				Propiedades mecánicas



agregado y del mortero patrón?	peso del agregado, evaluado a los 7, 14 y 28 días	10% y 13% con respecto al peso del agregado, incrementa la resistencia a compresión del mortero, evaluado a los 7, 14 y 28 días	resistencia a compresión		
¿Cuál es la variación de la resistencia a flexión de un mortero adicionado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% respecto al agregado y del mortero patrón?	Determinar la variación de la resistencia a flexión de un mortero adicionado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% con respecto al peso del agregado, evaluado a los 7, 14 y 28 días	La variación del desarrollo de la resistencia a flexión de un mortero adicionado con caucho reciclado en porcentajes de 7%, 10% y 13% con respecto al peso del agregado, incrementa la resistencia a flexión del mortero, evaluado a los 7, 14 y 28 días	Resistencia a la flexión (propiedad mecánica) desarrollo de resistencia a flexión	Fuerza/área resistencia en tiempo	

2. Solicitudes, permisos y fichas de laboratorio