



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Mortero modificado con poliestireno como aislante térmico, para revestimiento de muros”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Reyes González, Víctor Alexis (ORCID: 0000-0002-8055-979X)

Torres Rodríguez, Hamer Romario (ORCID: 0000-0002-9802-5278)

ASESOR:

Mg. Marlon Gastón Farfán Córdova (ORCID: 0000-0001-9295-5557)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

TRUJILLO – PERÚ

2020

Dedicatoria

A Dios por regalarnos la vida y guiarnos por el sendero del bien.

A vuestros padres, por su cariño, comprensión y apoyo incondicional en nuestro desarrollo personal y profesional.

A mi familia y seres queridos por ser el motor principal para el logro de nuestros objetivos.

Agradecimiento

*A la Universidad César Vallejo por acogernos
durante nuestra formación profesional y brindarnos
un servicio de calidad.*

*A nuestros docentes de la facultad de Ingeniería Civil
por sus sabias enseñanzas y consejos durante
nuestra formación profesional universitaria*

*A nuestro docente asesor Ing. Marlon Farfán
Córdova, por sus orientaciones pertinentes, que
han permitido la culminación exitosa del presente
informe de tesis.*

Página del Jurado

Declaratoria de Autenticidad

Nosotros, Víctor Alexis Reyes González, Hamer Romario Torres Rodríguez, estudiantes de la escuela profesional de Ingeniería Civil de la facultad de Ingeniería de la Universidad César Vallejo, identificados con DNI: 41012777; DNI:70893864, en afecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, declaramos bajo juramento que nuestra tesis es de autónoma propia y dicha información, datos que en ella se sitúa es veraz y auténtica.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información plasmada en la presente tesis, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas actuales de la Universidad César Vallejo.

Trujillo, 10 de Diciembre del 2019



Torres Rodríguez Hamer R.

DNI. 70893864



Reyes González, Víctor A.

DNI. 41012777

Índice

	pág.
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Página del Jurado.....	iv
Declaratoria de Autenticidad	v
Índice.....	vi
Índice de Tablas.....	vii
Índice de Cuadros.....	viii
Índice de Figuras.....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MÉTODO	12
2.1 Tipo y Diseño de investigación.....	12
2.2 Operacionalización de variable	14
2.3 Población, muestra y muestreo	15
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	16
2.5 Procedimiento.....	16
2.6 Método de análisis de datos.	25
2.7 Aspectos éticos	25
III. RESULTADOS.....	26
3.1 Granulometría de agregado fino.....	26
3.2 Diseño de mezcla para mortero modificado cemento, arena y poliestireno.....	27
3.3 Ensayo relación de la fluidez.	28
3.4 Análisis estadístico de resistencia a compresión de mortero modificado.	29
3.4.1 Resultado de ensayo de resistencia a compresión de mortero modificado.....	35
3.5 Resultado del ensayo térmico.	38
IV. DISCUSIÓN	44
V. CONCLUSIONES.....	46
VI. RECOMENDACIONES.....	47
REFERENCIAS	48
ANEXOS	53

Índice de Tablas

	pág.
Tabla 1. Resultado granulometría agregado fino.....	26
Tabla 2. Prueba de normalidad 3 días curado de mortero.....	29
Tabla 3. Descriptivos 3 días curado de mortero.....	29
Tabla 4. Resultados de técnicas estadísticas (Anova) 3 días curado de mortero.....	30
Tabla 5. Prueba de HSD Tukey 3 días curado de mortero.....	30
Tabla 6. Prueba de Normalidad 7 días curado de mortero.....	31
Tabla 7. Descriptivos 7 días curado de mortero.....	31
Tabla 8. Resultados de técnicas estadísticas (Anova) 7 días curado de mortero.....	32
Tabla 9. Prueba de HSD Tukey 7 días curado de mortero.....	32
Tabla 10. Prueba de Normalidad 28 días curado de mortero.....	33
Tabla 11. Descriptivos 28 días curado de mortero.....	33
Tabla 12. Resultados de técnicas estadísticas (Anova) 28 días curado de mortero.....	34
Tabla 13. Prueba de HSD Tukey 28 días curado de mortero.....	34
Tabla 14. Resumen del ensayo del mortero; resistencia a compresión a 3 días.....	35
Tabla 15. Resumen del ensayo del mortero; resistencia a compresión a 7 días.....	35
Tabla 16. Resumen del ensayo del mortero; resistencia a compresión a 28 días.....	36
Tabla 17. Datos registrados a maqueta patrón.....	39
Tabla 18. Datos registrados a maqueta con el 3% de EPS.....	39
Tabla 19. Datos registrados a maqueta con el 5% de EPS.....	40
Tabla 20. Datos registrados a maqueta con el 7% de EPS.....	40

Índice de cuadros.

	PAG.
Cuadro 1. Matriz de Operacionalización de variables.....	14
Cuadro 2. Muestras para ensayo de compresión.....	15
Cuadro 3: Granulometría de agregados.....	17
Cuadro 4. Aporte unitario de materiales para morteros.....	18
Cuadro 5. Tiempo para rotura de especímenes.....	21
Cuadro 6. Diseño de mezcla.....	27
Cuadro 7: Resultado de ensayo fluidez y trabajabilidad.....	28

Índice de figuras.

Figura 1. Ubicación de tamices	17
Figura 2. Moldes 5 x 5 x 5 cm.....	20
Figura 3. Llenado de moldes.....	20
Figura 3.1. Especímenes cúbicos.....	20
Figura 4: Máquina para pruebas de compresión de concretos.....	22
Figura 5: Maquetas a escala 1/10. Patron Patrón.....	24
Figura 5.1: Maqueta con 3% EPS.....	24
Figura 6: Ensayo térmico.....	24
Figura 7. Curva granulométrica del agregado fino.....	26
Figura 8. Representación comparación grafica de resistencia a compresión.....	37
Figura 9. Maquetas de ensayo termico.....	38
Figura 10. Dimensiones de maqueta (vista interior).....	38
Figura 11. Representación gráfica de maqueta relación 1:4 con 0% EPS.....	41
Figura 12. Representación gráfica de maqueta relación 1:4 con 3% EPS.....	42
Figura 13. Representación gráfica de maqueta relación 1:4 con 5% EPS.....	42
Figura 14. Representación gráfica de maqueta relación 1:4 con 7% EPS.....	43

RESUMEN

En la presente investigación cuantitativa se determina el comportamiento del mortero modificado con poliestireno (EPS) como aislante térmico usado en el revestimiento de muros, que permita contrarrestar las bajas temperaturas en las zonas alto andinas. Se realizó el ensayo granulométrico del agregado fino obteniendo un módulo de finura de 2.46 acorde a la norma ASTM C 136, para el diseño de mezcla del mortero se utilizó la proporción 1:4 para tarrajeo y se hizo una dosificación al 3%, 5% y 7% de agregado EPS, los ensayos de fluidez permitieron elegir la proporción de 3% y 5% como las mezclas de fluidez requerida, no siendo así para 7% con una fluidez de 86.67 % inferior a la requerida de $110\pm 5\%$. Posteriormente se realizaron los ensayos a compresión a una muestra de 36 cubos de 5x5x5cm de acuerdo a la NTP. 334-05 de mortero modificado con EPS al 3%, 5% y 7%, cuyos porcentajes están en función del volumen del agregado fino (m^3). Las pruebas mecánicas a compresión mostraron que la muestra con 3% de EPS aumentó un 19% con respecto al resistencia requerida, mientras que con 5% disminuyó en 46%, así también con el 7% descendió un 77%. Entonces al aumentar la proporción de EPS disminuía la resistencia. Finalmente, se midió y verificó el comportamiento del mortero como aislante térmico en estado endurecido a través del ensayo térmico en los 4 prototipos de mortero a 0%, 3%, 5% y 7%, determinándose que la maqueta con 7% de EPS conserva 50% la temperatura.

Palabras clave: Mortero convencional, poliestireno en mortero, revestimiento de muros, aislante térmico en viviendas.

ABSTRACT

In the present quantitative investigation, the behavior of the modified polystyrene mortar (EPS) is determined as a thermal insulator used in the wall cladding, which allows to counteract the low temperatures in the high Andean areas. The granulometric test of the fine aggregate was performed, obtaining a modulus of fineness of 2.46 according to ASTM C136. For the mortar mix design, the 1: 4 ratio was used for charging and a 3%, 5% and 7% dosage of EPS aggregate was made. Fluency tests allowed the proportion of 3% and 5% to be chosen as the mixes of fluidity required, not being for 7% with a flow rate of 86.67% lower than the required of $110 \pm 5\%$. Subsequently, the compression tests were performed on a sample of 36 5x5x5cm cubes according to the NTP. 334-05 of mortar modified with 3%, 5% and 7% EPS, whose percentages are a function of the volume of the fine aggregate (m^3). Mechanical compression tests showed that the sample with 3% EPS increased by 19% with respect to the required resistance, while with 5% it decreased by 46%, so also with 7% it decreased by 77%. Then, increasing the proportion of EPS decreased resistance. Finally, the behavior of the mortar as a thermal insulator in the hardened state was measured and verified through the thermal test on the 4 mortar prototypes at 0%, 3%, 5% and 7%, determining that the model with 7% EPS conserves 50% temperature.

Keywords: Conventional mortar, Polystyrene in mortar, Cladding walls, Thermal insulation in housing.

I. INTRODUCCIÓN

En nuestro país en los últimos diez años el impacto ocasionado por las bajas temperaturas se ha incrementado frecuentemente según lo reportado por el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD), los fenómenos vinculados a las heladas y el friaje están causando graves daños a la población, así como a cultivos y animales. Tales efectos tienen relación directa con el mayor número de días en los que se presentan temperaturas extremadamente bajas. Se estima que el total de la población expuesta a los fenómenos de las heladas y el friaje es de 7'024,177. Los departamentos afectados por las heladas son Ancash, Apurímac, Arequipa, Ayacucho, Huancavelica, Cusco, Lima, Junín, Moquegua, Pasco, Puno y Tacna; del mismo modo la mayor incidencia de friaje se presenta en el departamento de Amazonas, Cusco, Huánuco, Loreto, Madre de Dios, Junín, Pasco, San Martín, Puno y Ucayali.

El Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (PLANAGERD 2014 – 2021) señala que, en nuestro país, alrededor de 3'862,572 habitantes se encuentran expuestos a la ocurrencia de heladas en las que se registran temperaturas mínimas promedio menores a 4° C por 30 a más días. Entre los departamentos afectados a este fenómeno figuran Arequipa Ayacucho, Huancavelica, Junín y Puno; cuya población en total representa el 50.9% de posibles afectados. En lo que respecta a la población expuesta al fenómeno del friaje se reporta que son 3'171,106 habitantes, quienes residen en los departamentos más afectados por dicho fenómeno como es el caso de Loreto, Madre de Dios, San Martín y Ucayali, es decir el 68.1% (DIDP, 2018-2019).

En las zonas alto andinas, las construcciones de sus viviendas son de material rústico, la mayoría son de adobe, tapial, quincha, pajilla en algunas zonas sus techos lo construyen tipo cono con material del lugar conocido como Ichu, con estos sistemas y condiciones la población es más vulnerable; donde presenta mayor tasa de mortandad, enfermedades respiratorias y desnutrición se ve reflejado en los niños y adultos. Hasta el momento no se ha previsto ninguna aplicación de aislantes térmico en el proceso de construcción de sus viviendas debido al bajo ingreso económico que tienen, el estado no se pronuncia en brindar apoyo de asistencia técnica profesional especializada para hacer uso de materiales aislantes en la construcción de sus viviendas, solo les da una solución a corto plazo brindando abrigo temporal.

Una forma de poder mitigar los problemas de friaje a nivel constructivo, es mediante el uso de un aislante térmico como el “Block Hebel, Poliestireno, Placas Aislantes, Poliuretano Esparado, Block Vulcano, para conservar una temperatura confortable para el usuario” (Martinez 2017 y Marc, 2007, p.4). Otra alternativa para hacer frente a bajas temperaturas es la aplicación de bloques de poliestireno expandido, el espesor de la losa es de 10 cm es concreto armado,” y la tercera el techo alternativo denominada “Losa Térmica” (Castañeda, 2010).

Para entender mejor el comportamiento del mortero con agregado de poliestireno, se analizaron diversas investigaciones en el ámbito Internacional, Nacional, Regional y Local entre las cuales tenemos a Álvarez, Miguel y Meca, Irvin (2018) en su tesis titulada “Diseño de unidades de albañilería de concreto liviano a base de poliestireno expandido. Piura -”, tuvieron como objetivo confeccionar unidades de albañilería acorde a la NTP, respetando los límites permisibles, la cual facilitó identificar las propiedades físicas y mecánicas del poliestireno expandido. Los resultados reflejan una densidad de 151.04 kg/m³, y absorción de 2%. Los ensayos llevados a cabo en laboratorio arrojaron los siguientes resultados: En lo que respecta al ensayo de fluidez de mezcla se obtuvo un slump de 4.5” que se encuentra dentro de los límites permisibles que son 4” – 7” según NTP 339.035; el ensayo de peso unitario del concreto en estado fresco arrojó un promedio de 1710.92 kg/m³, valores que se encuentran dentro de los parámetros del diseño de mezcla, considerándose un peso unitario en estado fresco de 1720 kg/m³.

Paucar, Carlos (2018) en su investigación “Diseño de un adobe con adición de poliestireno para la construcción de viviendas climatizadas en la zona rural del distrito de Caraz, Ancash - 2018.”, tuvo como objetivo evaluar la cantidad de mezcla de un adobe estándar, a fin de determinar el agregado de poliestireno expandido en 1%, 2% y 3% pertinentes para la edificación de viviendas climatizadas. Los resultados obtenidos en lo que respecta a la resistencia a la compresión del adobe patrón es de 16.66 Kg/cm², a comparación del adobe con agregado de Poliestireno expandido (3%), la cual muestra una resistencia superior a la compresión de 42.35 Kg/cm² puesto que el Poliestireno expandido presenta una característica de resistencia mecánica en donde el factor suelo también influye, debido al tipo de suelo que tiene, la cual es limo arcilloso y por lo tanto realiza un trabajo adecuado a flexión con el poliestireno expandido.

Asimismo tenemos una investigación similar realizado por Paulino, Jean y Espino, Ronald (2017) en su estudio titulado “Análisis comparativo de la utilización de concreto simple y concreto liviano con perlitas de poliestireno como aislante térmico y acústico aplicado a unidades de albañilería en el Perú”, realizaron un estudio comparativo para evaluar y seleccionar uno de los dos tipos propuesto de concreto que alcanzó un comportamiento óptimo en relación a sus propiedades específicas como reducción de peso, aislamiento acústico y térmico que facilite medir sus propiedades de resistencia como la densidad y peso del concreto tradicional y del concreto liviano utilizando la adición de perlas de poliestireno expandido. Los resultados obtenidos arrojan que la resistencia a la compresión fue de 223 kg/cm² y 121 kg/cm² para concreto tradicional y el concreto liviano con perlas de poliestireno expandido. En relación al peso y densidad del concreto liviano (9.20 kg y 1671 kg/m³), hubo un descenso del 25% en comparación al concreto tradicional (12.14 kg y 2300 kg/cm³), como resultado del agregado grueso por perlas de poliestireno expandido asimismo se verificó que el concreto liviano con poliestireno expandido es más costoso que el concreto simple siendo la variación de costos de 8%.

En lo que respecta al uso, empleabilidad y funcionalidad de paneles poliestireno en construcción tenemos la investigación de Vílchez, Santiago (2016) en su estudio titulado, “Análisis de Paneles de Poliestireno Expandido Emmedue, en la Mejora del Proceso Constructivo en Viviendas Unifamiliares en Pachacamac, Lima 2016”, tuvo como objetivo evaluar las bondades que representan los paneles de poliestireno Emmedue, en los procesos constructivos en viviendas unifamiliares en Pachacamac mejorando notablemente su calidad de vida. Los resultados demuestran que el desempeño de la edificación haciendo uso de paneles de poliestireno expandido, verificadas con pruebas de laboratorio, mostraron que un panel terminado de 14 cm es capaz de obtener un aislamiento acústico de 40 decibeles, a comparación del sistema tradicional que no presenta estudios al respecto, en lo que concierne a la vida útil, la durabilidad de estructuras a base de paneles EMMEDUE es alta, debido a que el mortero de protección tiene mayor relación A/C, en comparación a los sistemas estructurales convencionales.

Rodríguez, Hugo (2017), en su investigación denominado “Concreto liviano a base de poliestireno expandido para la prefabricación de unidades de albañilería no estructural – Cajamarca”, tuvo como objetivo determinar las propiedades físicas y mecánicas de los bloques de concreto liviano a base de poliestireno expandido. En base a los resultados obtuvo una determinada densidad para cada dosificación de concreto liviano, se concluye que la dosificación cercana para obtener las características deseadas del bloque de concreto, fue la denominada CLP-1600 para la densidad aparente de 1600 [kg/m³], con una resistencia a la compresión de 62.75 kg/cm² y un porcentaje de absorción de 7.70.

De igual modo, tenemos el estudio concerniente a la confección de bloques de hormigón con poliestireno realizado por Quezada, Patricio (2016), en su investigación denominada “Estudio teórico y económico para la elaboración de bloques de hormigón liviano en base de poliestireno expandido, tuvo como objetivo confeccionar bloques de concreto del tipo liviano para reemplazar el agregado grueso con una resistencia similar al de los bloques convencionales. Los resultados obtenidos del ensayo de resistencia de compresión de dichas unidades determinaron que para un período de 28 días se logró una resistencia $F'c = 47.63 \text{ kg/cm}^2$, del mismo modo se obtuvo un bloque con un peso unitario de 25,7% menor al de un bloque tradicional. Se logró una absorción de 152.3 kg/m³, y una humedad que no supero al 2,2 %.

En lo que respecta al uso del mortero con agregado de poliestireno para enlucidos se encuentra el estudio de Herrera, Marco (2015) en su investigación denominada, “Propiedades Mecánicas, Térmicas y Acústicas de un Mortero Aligerado con Partículas de Poliestireno Expandido (Eps) de Reciclaje para Recubrimientos en Muros y Techos”, tuvo como objetivo determinar las propiedades mecánicas, térmicas y acústicas de un mortero aligerado con partículas de EPS reciclable en distintas granulometrías y cantidades, a fin de elegir las mejores combinaciones de las variables de estudio para el diseño de un mortero ligero que pueda reducir efectos térmicos y acústicos. Para los estudios térmicos y acústicos, se construyó una cámara térmica aislada y un tubo de ondas estacionarias, ambos reflejaron resultados aceptables dentro de los rangos reportados en las fichas técnicas para materiales conocidos. Las pruebas mecánicas a compresión, mostraron que la muestra con 0.8% de EPS disminuyó su resistencia a compresión en un 75% aproximadamente, mientras que las muestras con 1.6% de EPS

disminuyó en un 88% aproximadamente. Sin embargo los valores de resistencia que se obtuvieron, quedo en el rango aceptable para utilizarse como morteros de recubrimiento. Por otra parte, debido a la presencia de EPS, no se obtuvieron diferencias significativas entre las muestras que se probaron a 14 y 28 días de curado como típicamente se obtiene con los morteros convencionales.

Almeida, Carlos (2014) en su investigación titulada “Uso de Bloques de Poliestireno Expandido en Terraplenes”, tuvo como objetivo informar en nuestro medio las bondades del material y el uso de bloques del poliestireno expandido, para su empleo en terraplenes “construidos sobre suelos blandos”. Se concluye que los bloques de poliestireno expandido (GEOFOAM) sometidas a pruebas bajo las normas ASTM, avalan su aplicación a una variedad de problemas de ingeniería, en particular sobre terrenos blandos. En cuanto al uso del poliestireno como aislante térmico en construcción, específicamente para en viviendas, tenemos el estudio de Díaz, Ronald y Callehuanca, Roberto (2013) en su tesis titulada. “Construcción del Casco Estructural de Viviendas con Aislamiento Térmico en una Obra de Vivienda Masiva en Apurímac”, tuvieron como objetivo principal hacer una descripción del proceso constructivo no convencional de vivienda masiva, específicamente para climas de frío extremo, usando poliestireno expandido como aislante térmico y las consideraciones especiales del concreto durante su proceso de colocación y fraguado. Se concluyó que al no suscitarse con modelos de aislamiento térmico el fraguado se ve afectado y no cumple con los parámetros específicos, la cual resulta imprescindible para la ejecución de proyectos que se presenten en zonas parecidas contar con sistemas de aislamiento para el concreto para lo cual deberá evaluarse la disponibilidad y costos de los materiales y maquinaria adecuada.

Revisando la literatura se encuentra el estudio sobre una propuesta de solución llevado a cabo por Palma, Anita (2012) en su investigación denominada “Análisis y Propuesta de Solución para las Características Constructivas de la Envolvente Térmica en Viviendas Progresivas de la Población Santa Teresa de la ciudad de Nueva Imperial, con Construcción previa al Año 2000”, tuvo como objetivo estudiar las características constructivas de la envolvente térmica y proponer soluciones para el mejoramiento de éstas según la normativa térmica vigente. Se determinó que luego de aplicar las posibles soluciones térmicas (poliestireno y lana térmica), alcanzó una notable diferencia en la

demanda energética, permitiendo a las viviendas que logran un mayor ahorro de leña menos tiempo en recuperar la inversión hecha en el mejoramiento a la envolvente térmica. En lo que respecta al comportamiento térmico de un techo, como una alternativa en construcción, tenemos los estudios de Castañeda, G, Arguello, T y Vecchia, F (2010), en su investigación denominada “Desempeño Térmico de Techo Alternativo para Vivienda en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México”, tuvo como objetivo mejorar por las características propias de los materiales que lo conforman, lo que genera un impacto térmico. Los resultados nos permiten deducir que el techo propuesto con relleno de materiales de residuo, brindan un buen comportamiento que los dos sistemas de techo con los que se comparó. Se concluyó que la comparación mostró una gran diferencia en el comportamiento térmico de los techos, como se tuvo previsto, donde los materiales básicos para obtener la estabilidad y rigidez de los 3 sistemas es el mismo (concreto y acero), se provee que los principales factores de esta gran diferencia son los 3 materiales utilizados para este fin (PET, Cáscara de coco y Aserrín), que al mitigar la transferencia del calor radiante han superado las expectativas iniciales del grupo de trabajo.

El presente trabajo de investigación tiene como finalidad aportar el conocimiento que relaciona el uso del poliestireno expandido (EPS) como agregado en materiales de construcción, básicamente en morteros que son utilizados como tarrajeos o revoques en muros y cielo rasos. Según la Norma Técnica Peruana E-070 Albañilería (2006), define al mortero como la mezcla de cemento y agregado fino a ello se añade la cantidad de agua que proporciona una trabajabilidad adecuada, adhesiva y sin segregación del agregado. La trabajabilidad, se define como la propiedad del mortero recién mezclado que determina la facilidad y homogeneidad para mezclar, colocar, compactar y acabar la mezcla. La norma ASTM C – 1437 establece que la trabajabilidad óptima para un mortero debe tener un porcentaje de fluidez de $110 \pm 5 \%$. La NTP 400.011 -2008 denomina agregado al conjunto de partículas de origen natural o artificial, que pueden ser tratados o elaborados, y cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados por la norma. Se les llama también áridos. Para la preparación del mortero utilizado a obras de albañilería, se tomará en cuenta las indicaciones y especificaciones de las normas NTP 399.607 y 399.610. Los materiales aglomerantes del mortero pueden ser: cemento portland tipo I y II, NTP 334.009, cemento adicionado IP, NTP 334.830, mezcla de cemento portland o cemento adicionado y cal hidratada normalizada de

acuerdo a la NTP 339.002. (RNE 2016, p. 299). Se consideran 2 clases de morteros: Los aéreos, que se endurecen al aire cuando pierden agua por secado y fraguan lentamente por un proceso de carbonatación, y los hidráulicos que fortifican con el agua, debido a que su composición desarrolla resistencias altas. Los morteros se clasifican de acuerdo a los materiales que lo conforman, estos son: morteros calcáreos, morteros de yeso, de cal y cemento y cemento. (Herrera, 2015, p.29 - 30).

Los morteros de cemento se conforman de arena y cemento Portland. Presenta elevadas resistencias y sus propiedades de trabajabilidad son variable de acuerdo a la relación de cemento y arena que se usan. Es hidráulico y debe mezclar haciendo uso de un tiempo mínimo posible entre el amasado y la colocación; se procede al mezclado de cemento y arena, luego se le adiciona el agua. Las propiedades del agregado fino, tales como la granulometría, módulo de finura, y composición de las partículas, juegan un papel importante en la calidad del mortero. Si el mortero contiene una cantidad mínima de cemento, la mezcla se torna áspera y la trabajabilidad se dificulta, debido a que existe un rozamiento de partículas y no hay la cantidad de pasta, cemento que actúe como lubricante. De otra forma, si el mortero contiene una cantidad mayor de cemento, es muy resistente, pero será muy susceptible de agrietarse. En los usos del mortero tenemos, los cumplen función estructural, que generalmente se utilizan en mampostería se aplica como recubrimiento en las celdas de los muros, y los morteros no estructurales, que se destinan a recubrimientos como pañetes o revoques (Herrera, 2015, p. 30). El mortero, por su parte, aun cuando se le podría considerar como una clase especial de concreto, que sólo contiene agregados finos, pero que en sus componentes es básicamente igual a aquel, no ha experimentado el mismo grado de desarrollo práctico, o por lo menos ha sido considerado injustamente como de 'clase inferior', a pesar de su indiscutible utilidad y de su universalidad de usos en las obras. (Salamanca, 2001, p.41-48).

En el mundo de la construcción el poliestireno fue inventado por Basf en 1951 y a partir de la fecha es elaborado, de esto se encargan las plantas industriales. Entre sus propiedades inmejorables; podemos resaltar: Su alto aislamiento térmico, su tenaz amortiguante, ligereza y resistencia mecánica, lo señalan como un elemento indispensable e insustituible en diversas aplicaciones en los diferentes sectores: tanto en el rubro de la construcción, de la alimentación y en los más variados objetos que van

desde electrodomésticos hasta medicamentos. “El poliestireno, viene hacer un polímero que tiene como base el estireno, un líquido cuyas moléculas se polimerizan, creando a las macromoléculas del poliestireno” (Aramayo, Buncuga y otros, 2003, p.11).

El poliestireno (EPS) es uno de los termoplásticos más volubles de un elemento rígido, que tiene hasta un 98% de aire comprimido que funciona como un excelente aislante térmico y acústico. Contiene una concentración de 3 a 7% de n-pentano como agente neumatógeno o expansor, lo cual altera sustancialmente su transparencia y su volumen. Para la producción del EPS se utiliza el proceso de polimerización en suspensión, donde el estireno se une con agua y forma pequeñas gotas elevadas en la fase acuosa. Al adelantar la polimerización se adquieren perlas de poliestireno que son impregnadas por el agente neumatógeno (Herrera, 2015, p.18). Los aspectos físicos que presenta el poliestireno son los siguientes: planchas, bovedillas, rellenos y perlitas. La función principal de las perlitas de poliestireno es reemplazar la totalidad de arena fina para la obtención de concreto liviano”. Las características que presenta son de porosidad, dureza, densidad, forma, color, rugosidad superficial, tamaños comerciales y absorción. Por otro lado, el poliestireno presenta propiedades de resistencia mecánica, aislamiento acústico y térmico”. Los materiales contruidos con poliestireno pueden variar en su forma y uso, principalmente en la construcción son utilizados para la remodelación de estructuras como en obras civiles” (Paulino y Espino, 2017, p.36-37).

El poliestireno es un material relativamente dúctil y resistente a temperaturas bajo cero, pero a temperaturas elevadas, aproximadamente a 88° C empieza a perder sus propiedades debido a la proximidad de su transición vítrea. El EPS absorbe la energía creada por golpes y vibraciones, flota en el agua y es completamente inerte a los metales, tiene alta resistencia a los ácidos, soluciones alcalinas y salinas sin importar la concentración. También tiene una duración a la intemperie, no se pudre, no enmohece, no se descompone, no es tóxico, sin embargo al ser expuesto bajo la acción prolongado de la luz UV, la superficie del EPS se torna amarillo y se vuelve frágil, de manera que la lluvia y el viento logran erosionarla. Tiene una densidad aparente de 10 – 30 kg/m^3 .

El Instituto Nacional Sueco de Ensayos e Investigación de Gothenburg, evaluó la fluencia a compresión de bloques EPS en un periodo de aproximadamente 2 años, y permitió estimar mediante extrapolación valores de deformación por fluencia a compresión del dos por ciento o menos después de cincuenta años. El poliestireno se construye con una gran variedad de perlitas de EPS empaquetadas unas a otras y que forman una estructura de geometría muy variada. Las esferas tienen aire en su interior de tal manera que son huecas en un 97-98% de su volumen. El oxígeno acumulado dentro de la estructura funciona como un excelente aislante térmico. La densidad aparente de una estructura de plástico determina la conductividad térmica del material, en donde la conducción de calor en el EPS se puede dar de las siguientes maneras: conducción entre el aire acumulado del EPS, convección por el movimiento de las moléculas de aire y radiación a través de las paredes de las celdillas. La densidad aparente del EPS representa un parámetro importante a considerar, ya que a densidades aparentes bajas, el coeficiente de conductividad térmica es relativamente alto debido al incremento que se da en el paso del calor por el efecto de la radiación entre las paredes de las celdillas, sin embargo, este coeficiente de conductividad disminuye conforme aumenta la densidad aparente hasta 50 kg/m^3 . (Herrera, 2015, p. 19-21).

La resistencia a compresión, viene hacer el esfuerzo máximo que puede sostener un elemento que es sometido bajo una carga de aplastamiento. La falla del material es debido a la rotura de una grieta, la cual se puede predecir como una característica independiente. Si el elemento se resiste a la rotura a compresión se precisa como la cantidad de esfuerzo necesario para deformar el material una cantidad arbitraria. Para realizar el cálculo de resistencia a compresión es la carga aplicada dividida por el área transversal de acuerdo a la norma. (NTP 334.051: 2013). La resistencia a la compresión está directamente relacionada con la densidad del material, la forma de la celdilla, el tiempo de uso y la temperatura. Al crecer la densidad del material, amplía el espesor de las paredes de las celdillas dentro de las perlas lo que permite dar mayor resistencia a compresión que va desde los 50 kPa para densidades de 10 kg/m^3 y 190 kPa para densidades de 30 kg/m^3 .

Los materiales aislantes se pueden definir como aquellos que presenta una elevada resistencia al paso del calor, reduciendo la transferencia de este calor a su cara opuesta, por lo tanto podemos decir que nos protegen del frío y calor (Palomo, 2017, p.05). Referente a los aislantes térmicos podemos decir que no existen en sí como tal, vienen hacer solo materiales malos conductores del calor, la cual implica que pueden frenar el flujo de calor. Se considera aislante térmico a todo material que tiene un coeficiente de conductividad térmica menor a 0.060 W/m.K y una resistencia mayor a $0.25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$. Esta propiedad permite utilizarlo como un aislante frente a las bajas temperaturas en las construcciones de vivienda (Peña y Román, 2018, p.44). El ser humano siempre trata de refugiarse del frío, investigando mejoras en su confort. Desde entonces, y como sucede en la historia del ser humano, este confort térmico que se deseó obtener ha evolucionado y se ha creado a través de nuevas técnicas y materiales como es el uso de los aislantes térmicos. El crecimiento tecnológico ha permitido encontrar elementos novedosos que cada instante crecen y se desarrollan para solucionar los problemas cotidianos que ocurren en las viviendas. Los diferentes fabricantes a través de las viviendas comerciales han supuesto el motor del cambio en el ámbito de la construcción, presentando con una gran variedad de productos, en este caso, aislantes que permiten el desarrollo del confort térmico dentro de las viviendas.

En su enfoque integral Harman, Lucy 2010. Determino el confort térmico en viviendas Altoandinas. El incremento del confort térmico es un proceso de largo plazo que felizmente ya ha sido tomado en cuenta en la nueva ley que declara de interés prioritario la aplicación del Bono Familiar Habitacional en el Área Rural, y eleva a rango de Ley el Decreto Supremo Nro. 008-2009-Vivienda. Este nuevo contexto propiciará la financiación de nuevos proyectos de construcción e investigación, orientados a brindar un mayor confort térmico en viviendas Altoandinas.

Por su economía, ligereza y propiedades térmicas, las espumas rígidas de poliestireno se utilizan como material para aislamiento térmico en construcciones ligeras, que se comercializan como planchas y son muy apreciadas por sus propiedades de reacción al calor, ya que son de difícil inflamabilidad cuando se encuentra protegido por capas de revoque; esto es porque no hay aporte suficiente de oxígeno hacia el EPS. Otras posibilidades son su notable estabilidad dimensional frente a los materiales

convencionales de construcción como el cemento, la cal y el yeso; en ese sentido no es forzada por morteros y hormigones. Su uso como material aislante en la construcción, permite dar alternativas viables para las exigencias de aislamiento térmico dentro de un rango de temperaturas entre -150 y 90° C. (Herrera, 2015, p. 33).

El ensayo de granulométrico es de suma importancia que se tiene que realizar en el diseño de mezcla de los morteros para ello hay normas técnicas establecidas NTP E-070, ASTM C- 136, se establece que no debe quedar retenido más de 50 % de arena en las mallas consecutivas y debe tener un módulo de fineza 1,6 y 2,5 en mi investigación obtuve un módulo de fineza 2.5. (Pereda, 2017, p. 43).

Para nuestra investigación nos hemos planteado el siguiente problema ¿Cómo debe ser el mortero modificado con poliestireno como aislante térmico, para revestimiento de muros? Por consiguiente nuestra investigación se justifica, en incorporar en el campo de la construcción un nuevo diseño de mortero modificado con poliestireno como aislante térmico, para el revestimiento de muros, que permita a los moradores de las zonas alto andinas contrarrestar las inclemencias de las heladas y friaje, reduciendo los índices de enfermedades respiratorias que en la mayoría de los casos son letales.

Nos hemos planteado como objetivo general determinar el mortero modificado con poliestireno como aislante térmico, para el revestimiento de muros. Para poder concretizar y obtener los resultados requeridos se plantean los siguientes objetivos específicos: Realizar la granulometría de la arena, realizar el diseño de mezcla con poliestireno, determinar la trabajabilidad y fluidez del mortero con el agregado de poliestireno, realizar ensayos para obtener su resistencia a la compresión y medir el comportamiento térmico simulado a bajas temperaturas en una maqueta.

II. MÉTODO

2.1 Tipo y Diseño de investigación

El tipo de investigación es cuantitativa, ya que se realizaron ensayos que fueron cuantificados; según su nivel es explicativa, se determinó las causas y efectos que origina al agregarlo el poliestireno al mortero, también se evaluó las propiedades físicas y mecánicas del mortero modificado, su temporalidad transversal debido que en los ensayos de compresión se realizó una sola vez a dichas muestras.

Además, se realizó la observación y toma de datos de manera detallada en los ensayos aplicados al mortero modificado en un periodo de 28 días. Se utilizó el diseño experimental puro en su modalidad de manipulación intencional del EPS (Hernández, Fernández, Baptista, 2014). Se manipuló la variable independiente (poliestireno) en los porcentajes 3%, 5% y 7%, se realizó la medición y toma de datos de los ensayos de laboratorio, se midió la temperatura en cuatro maquetas a escala 1/10 simulando la realidad involucrando a la variable dependiente (aislante térmico) según los datos obtenidos se determinó de manera aleatoria el porcentaje adecuado de poliestireno en la mezcla de mortero modificado. El esquema del diseño es el siguiente:

REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA:

RG1	————	O1
RG2	X1	O2
RG3	X2	O3
RG4	X3	O4

Dónde:

G1: Mortero tradicional

O1: Medición del Aislante Térmico y Propiedades Físicos Mecánicos (V. D)

G2: Mortero modificado con 3% de poliestireno

O2: Medición del Aislante Térmico y Propiedades Físicos Mecánicos con 3% de Poliestireno (V. D)

G3: Mortero modificado con 5% de poliestireno

O3: Medición del Aislante Térmico y Propiedades Físicos Mecánicos con 5% de Poliestireno (V. D)

G4: Mortero modificado con 7% de poliestireno

O4: Medición del Aislante Térmico y Propiedades Físicos Mecánicos con 7% de Poliestireno (V. D)

Xi: Agregado de Poliestireno (V.I)

i (3%,5% y 7%): Dosificación del poliestireno

2.2 Operacionalización de variable

Cuadro 1. Matriz de Operacionalización de variables.

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
VARIABLE INDEPENDIENTE					
POLIESTIRENO	Resina sintética que se emplea principalmente en la fabricación de lentes plásticas y aislantes térmicos y eléctricos. (Rogontino, 2017; Mendoza, 2016)	Se calculó la cantidad de poliestireno en base de la proporción del agregado fino, obteniendo la cantidad material en m ³ . Los porcentajes serán 0%, 3%, 5%, 7% en función de la dosificación y agregados. Su conductividad térmica es 0.038 W/(m:k) ficha técnica Térmica San Luis S.A.		Tiene efecto	Nominal
				No tiene efecto	
VARIABLE DEPENDIENTE					
PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS	Se realizó ensayos establecidos por la normativa peruana para el mortero, para comprobar sus propiedades físicos-mecánicas. (Ortiz, 2009; Garay, 2017)	Para determinar propiedades mencionadas se evaluó mediante ensayos de laboratorios, en los dos estados: fresco (Fluidez, peso unitario) y endurecido (absorción, compresión).	PROPIEDADES FÍSICAS	granulometría agregado fino (%)	Razón
				Diseño de mezcla (mortero modificado)	Razón
				Consistencia o fluidez (%)	Razón
			PROPIEDADES MECÁNICAS	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)	Razón
AISLANTE TÉRMICO	Vincula a lo que imposibilita el paso del sonido, objeto es térmico cuando tiene la capacidad de mantener sin cambios la temperatura. (Bustamante, 2012; Castaño, 2016)	Para determinar la conductividad térmica su medición de temperatura se utilizó el termómetro ambiental, dicho ensayo consistió en la confección 4 maquetas a escala 1/10, simulando la realidad.		Temperatura (C°)	Intervalo

Fuente. Elaboración propia.

2.3 Población, muestra y muestreo

Población.

Formado por mezcla del mortero modificado y el agregado de poliestireno, arena, cemento portland tipo I.

Muestra.

Nuestra muestra está conformada por 36 cubos de mortero modificado que serán sometidos a ensayos de resistencia a compresión, cuyas características son:

- Las dimensiones de cubos para compresión serán de 5cm x 5cm x 5cm de acuerdo NTP. 334-051.
- Cuatro maquetas a escala 1/10 simulando un espacio de una vivienda típica, usando la proporción 1:4 para tarrajeo, la finalidad de medir la temperatura y verificar el comportamiento del mortero como aislante térmico en estado endurecido.
- Los porcentajes de agregado de poliestireno serán de 0%, 3%,5% y 7% en función del volumen del agregado fino (m3).

La distribución de los bloques para compresión, se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro 2. Muestras para ensayo de compresión.

TIEMPO DE CURADO	% DE POLIESTIRENO				ENSAYO RESISTENCIA A COMPRESIÓN	MUESTRA
	0%	3%	5%	7%		
3 días	3	3	3	3	12 UND	Relación 1:4
7 días	3	3	3	3	12 UND	
28 días	3	3	3	3	12 UND	

Fuente. Elaboración propia.

Muestreo

Los criterios de selección son los siguientes:

Criterio de inclusión. Usar cemento portland tipo I (Pacasmayo), usar el poliestireno al 3,5 y 7% en función del agregado fino; realizar ensayos compresión a 3,7,28 días de acuerdo a norma.

Criterio de exclusión. Realizar ensayo de compresión antes de los 1 días. Diseño de mezcla con aditivos. Uso de arena fina de playa (mar) en la mezcla de mortero.

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

a. Técnica.

Se utilizó la observación directa, donde se midió la resistencia así también el aislamiento térmico hechos en laboratorios directamente por los autores.

b. Instrumentos.

Para llevar acabo y hacer la medición de ensayos se ejecutó directamente en laboratorios, para ello se usó las normas técnicas NTP y ASTM, haciendo la comparación de los resultados obtenidos y comparados con los del motero convencional según las especificaciones técnicas para esto se realizó los siguientes ensayos:

- Granulometría, Fluidez y trabajabilidad, resistencia a la compresión.
- Los datos se registrarán en fichas de observación (NTP Y ASTM) ver (anexo 3)

Equipos:

- ✓ Máquina compresión de marca FORNEY (Equipo calibrado con un margen de error 0.00- Laboratorio - Moche UCV Trujillo) (anexo 1)
- ✓ Frigorífico - Laboratorio - Moche

2.5 Procedimiento

Análisis granulométrico: NTP 400-012, ASTM C 136.

Para llevar acabo dicho proceso se adquirió proporciones de agregado fino de la cantera Bauner SAC. Situada a 23.5 km de la ciudad de Trujillo, el tiempo para llegar es de 36 minutos. Todos los procedimientos aplicados en el ensayo están de acuerdo la Norma técnica Peruana (NTP 400.012), y norma ASTM C 136.



Figura 1. Ubicación de tamices

Fuente. Elaboración propia.

- No debe retener más del 50% del agregado fino entre 2 mallas sucesivas, ni más del 25% entre los tamices N° 50 y N° 100.
- Según lo especificado, en las Normas ASTM C 136 y NTP. E-070 se plantea que el módulo de fineza debe estar entre los valores de 1.6 y 2.5.

Cuadro 3: Granulometría de agregados.

GANULOMETRÍA DE LA ARENA GRUESA		
MALLA ASTM	ABERTURA (mm)	% 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°100	0.15 mm	2 a 15
N°200	0.075 mm	Menos de 2

Fuente: NTP- E- 070 Albañilería confinada.

Diseño de mezcla del mortero modificado cemento, arena, poliestireno y agua.

Para realizar el diseño de mezcla del mortero modificado con perlitas de poliestireno, se fabricó en base a las dosificaciones comunes para morteros y recubrimientos o revoques. 1:4 de acuerdo a normatividad.

Cuadro 4. APOORTE UNITARIO DE MATERIALES PARA MORTEROS (CEMENTO - ARENA - AGUA)

Proporción	Relación a/c	CANTIDAD DE MATERIALES (con 3% desperdicio)		
		CEMENTO (Bolsa de 42.5Kg)	Arena (m3)	Agua (m3)
1:1	0.29	23.9	0.680	0.290
1:2	0.43	15.6	0.880	0.290
1:3	0.57	11.6	0.980	0.280
1:4	0.72	9.2	1.040	0.280
1:5	0.85	7.6	1.080	0.280
1:6	1.00	6.5	1.110	0.280
1:7	1.14	5.7	1.130	0.280
1:8	1.29	5.0	1.140	0.280

Fuente: NTP- E 070 Albañilería confinada.

De acuerdo a este cuadro se determinó las dosificaciones con EPS en los porcentajes de 3%, 5%, y 7% en función del volumen del agregado fino por m³.

Ensayo de fluidez o trabajabilidad de la mezcla.

La trabajabilidad se da por la relación de los materiales; del conglomerado, en nuestro caso es por el cemento; de la correcta granulometría, tal caso es la arena para el mortero, la adecuada cantidad de agua que activará la función del conglomerado; la cantidad de aire, da por consecuencia que el mortero sea poroso o no lo sea y las condiciones ambientales, tanto la temperatura para el secado del material, la salinidad del ambiente, la humedad entre otros.

Este ensayo se realizó en estado fresco, siguiendo los procesos de la norma ASTM D 6103-2004; los aparatos, equipos y procedimiento realizado a continuación se detalla:

Aparatos.

- ✓ **Cilindro de flujo.** El cilindro debe tener las siguientes dimensiones 6 pulgadas de altura (150 mm, el diámetro interior 3 pulgadas (76 mm), el material del cilindro tiene que ser de acero y/o plástico.
- ✓ **Superficie lisa.** Plancha metálica cuadrada de 40 cm.
- ✓ **Wincha.** Instrumento para realizar la medición del diámetro de expansión de la mezcla.

Procedimiento.

- Se colocó la plancha metálica en una superficie plana, encima de la plancha se puso el cilindro.
- Se aplicó agua al cilindro para humedecerla.
- Luego se dio paso a llenar el cilindro de flujo, hasta la parte superior se enraso haciendo uso de una regla metálica.
- Después de 7 segundos de llenado, se alzó el cilindro de forma acelerada y con el mayor cuidado posible en dirección vertical.
- Rápidamente se pasó a medir el diámetro de mayor difusión. (ver anexo)
Fórmula para calcular la fluidez.

$$\%Flujo = \frac{D - 10}{10} * 100$$

D= Diámetro en cm

Elaboración de especímenes cúbicos para prueba de compresión.

Inmediatamente después de realizar el ensayo de fluidez, y tomando los criterios establecidos en la norma NTP 334.051, se fabricaron las muestras haciendo el uso de moldes metálicos de 50 x 50 x50 mm de acuerdo a norma.

Se realizó 9 muestras para cada porcentaje de poliestireno, 0%, 3%, 5%, y 7%.

Para el vaciado de la mezcla en los moldes se recubrió con petróleo el interior del molde luego se agregó una capa de mortero primeramente hasta la mitad del molde y se apisono 32 veces en cada ronda. Luego se aplicó el resto de mortero al molde para completar y de la misma manera se hizo el apisonado, finalmente se enraso con una espátula para tener una superficie lisa.

Moldes.



Figura 2. Moldes 5 x 5 x 5 cm.

Fuente. Elaboración propia.

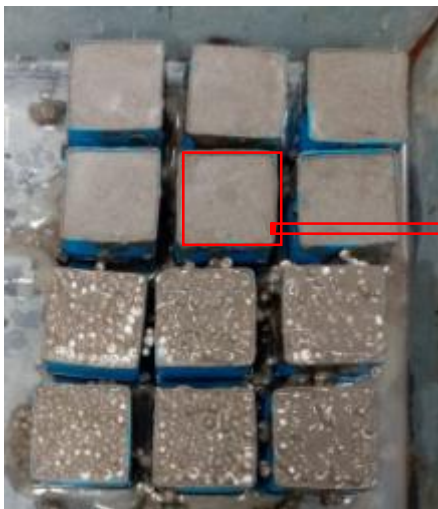


Figura 3. Llenado de moldes.

Fuente. Elaboración propia.



Figura 3.1. Especímenes cúbicos

Fuente. Elaboración propia.

Ensayo de resistencia a la compresión.

Para determinar la resistencia a la compresión de mortero se usó la normatividad (NTP 334.051- INDECOPI, 2013), se realizaron las pruebas a compresión a 3, 7, 28 días de curado de cada formulación. Se usó la máquina de pruebas de compresión (FORNEY), del laboratorio Centro de Innovación Tecnológica, facultad de ingeniería de la universidad Cesar Vallejo –Moche.

Se utilizó 36 unidades cúbicas de 50 mm por lado, de ello 9 fueron especímenes patrón de relación 1:4, cemento portland, agregado fino y agua, el resto de especímenes se adiciono los porcentajes de perlitas de poliestireno. La rotura de probetas será dentro de las tolerancias permisibles de acuerdo a norma como se muestra a continuación:

Cuadro 5. Tiempo para rotura de especímenes.

Edad de ensayo	Tolerancia permisible
3 d	<u>+ 1</u> horas
7 d	<u>+ 3</u> horas
28 d	<u>+ 12</u> horas

Fuente: NTP 334.051 : 2013

Procedimiento.

- Se verifico de manera detallada las paredes que van hacer sometidas a compresión son paralelas entre sí.
- Se colocó una placa de metal de 50 x 50 mm y un espesor de 1 pulgada en la parte inferior del espécimen y otra sobre el para que la carga que se aplique se uniforme.
- Se registró la toma de datos la máxima carga en kg brindado por el equipo de ensayo, para determinar la resistencia a compresión en kg/cm² se hizo uso de la siguiente ecuación establecida en la norma.

$$f_m = \frac{P}{A} \dots \dots \dots \text{Ecuación N}^\circ 1$$

Dónde:

f_m : Resistencia a la

Compresión en Mpa.

P : Carga máxima total en N.

A : Área de la superficie de carga en mm²



Figura 4: Máquina para pruebas de compresión de concretos.

Fuente. Elaboración propia.

Ensayo prueba térmica.

Para determinar la caracterización térmica se concentra en observar el comportamiento de los materiales con las formulaciones planteadas frente a los fenómenos climáticos.

Aparatos:

- **Moldes:** Moldes metálicos de medidas 40 x 30 x 28 cm.
- **Frigorífero:** Equipo para medir la temperatura interior y exterior de las maquetas.
- **Termómetro:** Se usó termómetro digital para medición de temperatura interior y exterior de la maqueta.

Procedimiento:

- Elaboración de 04 maquetas con los porcentajes de poliestireno 0, 3, 5,7% de dimensiones 40 x 30 x 28 cm, al molde se aplicó cuidadosamente petróleo para facilitar su desencofrado.
- Luego de 8 días de curado se realiza un agujero en la maqueta para insertar el termómetro digital, esto se hace a las 4 muestras.
- Posteriormente se procede a realizar el ensayo se coloca la maqueta dentro del frigorífico, se registra la temperatura inicial, se procede a cerrar el frigorífico y se hace toma de datos a cada media hora tanto interiormente como exterior.
- Finalmente con la toma obtenida de todas las muestras se hace un análisis para ver cuál brinda mayor aislación térmica, los cálculos se detallarán en los resultados.



Figura 5: Maquetas a escala 1/10. Patron
Fuente. Elaboración propia.

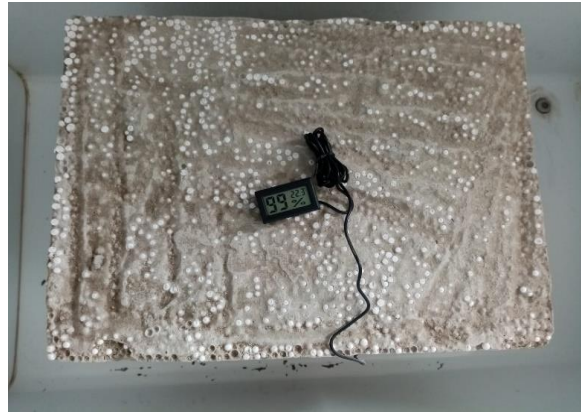


Figura 5.1: Maqueta con 3% EPS.
Fuente. Elaboración propia

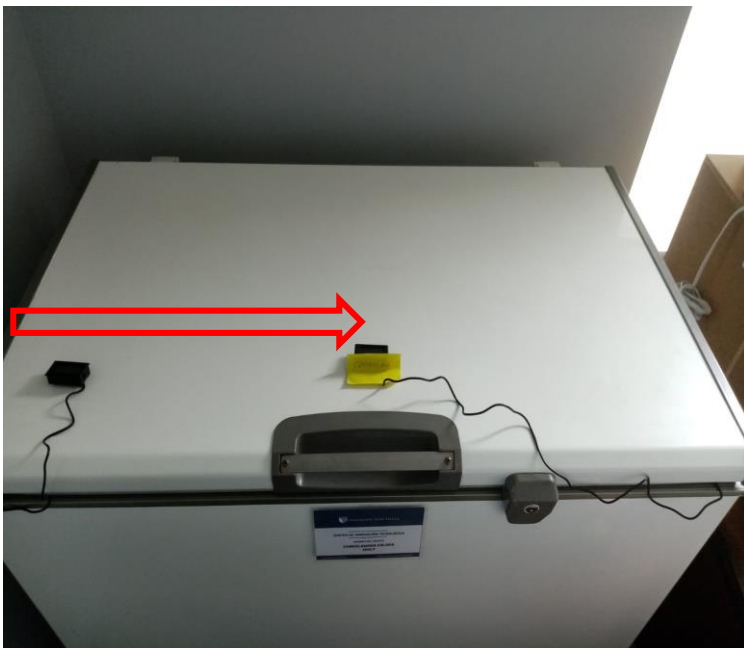


Figura 6: Ensayo térmico.

Fuente. Elaboración propia.

2.6 Método de análisis de datos.

Para procesar los datos obtenidos de los ensayos se utilizó el programa de Excel, para elaborar una base de datos que servirá diseñar tablas y gráficos dichos datos se hará comparaciones de los valores obtenidos con los valores que están establecidos en las normas NTP, ASTM, al cumplir con lo normado estamos brindando una buena calidad de nuestro mortero propuesto; con esto estaremos dando si es viable nuestro producto. Para realizar las comparaciones utilizamos el software estadístico SPSS, a través del análisis de varianza ANOVA y la prueba post- hoc Tukey de comparaciones múltiples.

2.7 Aspectos éticos

La información que se plasmará en dicho proyecto de investigación será de calidad ya que se obtendrá de fuentes donde brindan una información clasificada así como las normativas: NTP.334-051, ASTM C 136 entre otras que sirven para un diseño de mortero adecuado, estarán actualizadas para que se tenga el uso correcto y adecuado y los datos no serán alterados ni manipulados se harán con total transparencia y sinceridad, los aportes que suscitarán serán de ingenieros de nuestra institución de formación.

III. RESULTADOS

Los ensayos ejecutados en dicha investigación se llevaron a cabo en el laboratorio del Centro Tecnológico de Innovación Tecnológica – Facultad de Ingeniería de la Universidad César Vallejo. Todos los procedimientos ejecutados de acuerdo a requisitos internos de dicha institución y de las normas técnicas: NTP y ASTM, con esto obtuvimos resultados válidos para nuestra investigación. Se usó cemento portland tipo I- Pacasmayo, arena fina extraído de cantera Bauner S.A.C. y perlitas de poliestireno.

3.1 Granulometría de agregado fino.

Tabla 1. Granulometría del agregado fino.

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso retenido (g)	% Retenido parcial	% Retenido acumulado	% Que pasa	Requisito de % que pasa
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100	100.00
N°4	4.178	22.90	4.58	4.58	95.42	95-100
N°8	2.360	20.58	4.12	8.70	91.30	80-100
N°16	1.180	79.28	15.86	24.55	75.45	50-85
N°30	0.600	86.45	17.29	41.84	58.16	25-60
N°50	0.300	150.04	30.01	71.85	28.15	10-30
N°100	0.150	112.77	22.55	94.40	5.60	10-2
PLATO		27.98	5.60	100.00	0.00	
Total		500.00	100			

Módulo de finura
2.46
Tamaño máx. N°4
Tamaño máximo nominal N°16= 1.180 mm

Fuente. Elaboración propia.

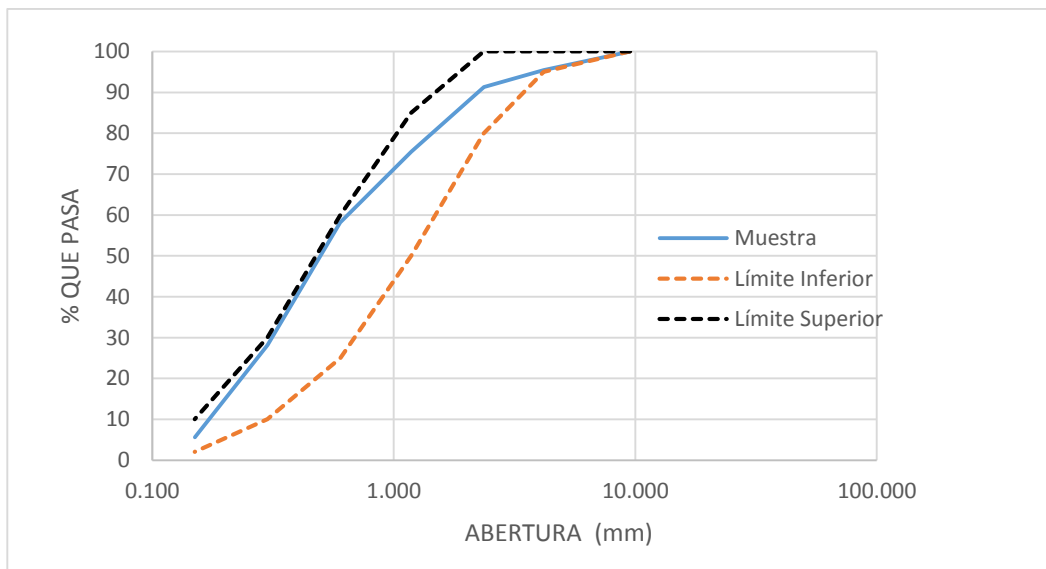


Figura 7. Curva granulométrica del agregado fino

Fuente. Elaboración propia.

- El mortero tiene uno de los componentes el agregado fino, con las especificaciones de gradación indicada en la Norma E- 070 de albañilería. Los porcentajes acumulados que pasan en los tamices, están dentro de los parámetros de la normatividad.
- Se alcanzó un módulo de finura de (2.46), lo cual está dentro de los valores estipulados 1.6 y 2.5 Norma E- 070 de albañilería.

3.2 Diseño de mezcla para mortero modificado cemento, arena y poliestireno.

Cuadro 6. Diseño de mezcla.

Proporción (% EPS)	CANTIDAD DE MATERIALES			
	CEMENTO (Bolsa de 42.5Kg)	Arena (m ³)	Poliestireno (EPS) (KG)	Agua (m ³)
1:4	9.17	1.04	0.00	0.28
3% (EPS- A.F)	9.17	1.01	5.44	0.3
5% (EPS- A.F)	9.17	0.99	9.06	0.32
7% (EPS- A.F)	9.17	0.97	12.69	0.34

Fuente: Elaboración propia.

Para determinar el diseño de mezcla utilizamos la relación a/c 1:4 que es aplicada para recubrimiento, como se observa a en el cuadro 4, de acuerdo a ello se procedió a calcular el resto de proporciones propuestas. El porcentaje de poliestireno de 3, 5,7 % están en función del volumen del agregado fino.

Se realizó de la siguiente manera del volumen total de la dosificación patrón se quitó el 3,5,7 % de volumen de arena fina para ser sustituido por las perlitas de poliestireno, los volúmenes de (EPS) se transformó en kg para poder tener una mayor accesibilidad de cuantificación, así como se muestra en el cuadro 4.

3.3 Ensayo relación de la fluidez.

Los resultados obtenidos de la fluidez o trabajabilidad en los diferentes porcentajes de 0%,3%, 5%, 7%, la mezcla fue adquiriendo diferentes propiedades, donde a mayor cantidad de poliestireno desciende su fluidez. En la norma ASTM D- 6103 -2004, nos especifica una buena fluidez cuando no hay segregación y la mezcla se disperse en un diámetro comprendido entre 200-300 mm, también en la ASTM C-1437 nos pide como requisito una trabajabilidad óptima cuando se tienen un porcentaje de fluidez de $110 \pm 5\%$.

Cuadro 7: Resultado de ensayo fluidez y trabajabilidad.

Proporción (% EPS)	Muestreo	Relación a/c	Dispersión (cm)	Promedio (cm)	Fluidez %
1:4 Patrón	N°1	0.72	21	21.67	116.67%
	N°2	0.72	23		
	N°3	0.72	21		
3% (EPS- A.F)	N°1	0.72	20	21.00	110.00%
	N°2	0.72	21		
	N°3	0.72	22		
5% (EPS- A.F)	N°1	0.72	21	20.50	105.00%
	N°2	0.72	20		
	N°3	0.72	20.5		
7% (EPS- A.F)	N°1	0.72	19	18.67	86.67%
	N°2	0.72	19		
	N°3	0.72	18		

Fuente. Elaboración propia.

3.4 Análisis estadístico de resistencia a compresión de mortero modificado.

Resultados estadísticos a 3 días de curado de mortero modificado.

Tabla 2. Prueba de normalidad.

	Shapiro-Wilk ($p \leq 50$)		
	Estadístico	gl	Sig.
MP3	,831	3	,190
MPM33	,783	3	,073
MPM35	,980	3	,732
MPM37	,981	3	,739

Fuente. Elaboración propia.

a. Corrección de significación de Lilliefors.

Interpretación.

Analizamos los valores de sig. > 0.05, los datos que se observa tienen una distribución normal y por consiguiente se prosigue a realizar la prueba ANOVA para determinar las diferencias entre los grupos de datos.

Tabla 3. Modelos descriptivos

REMORTERO

Descrp.	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
MP3	3	454,533	120,687	,69679	424,553	484,514	44,64	46,84
MPM33	3	194,800	104,000	,60044	168,965	220,635	18,84	20,68
MPM35	3	122,667	,90892	,52476	100,088	145,245	11,44	13,24
MPM37	3	62,933	,42395	,24477	52,402	73,465	5,84	6,68
Total	12	208,733	1,562,456	451,042	109,460	308,007	5,84	46,84

Fuente. Elaboración propia.

En esta tabla se plasman medidas estadísticas básicas de los grupos de datos.

Tabla 4. Resultados de técnicas estadísticas (Anova)

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	2,678,307	3	892,769	1,007,640	,000
Dentro de grupos	7,088	8	,886		
Total	2,685,395	11			

Fuente. Elaboración propia.

Interpretación: Como Sig. <0.05. Los grupos de datos presentan diferentes resultados. Se realizara el análisis Post hoc (posterior al Anova), para poder percibir la diferencia.

Tabla 5. Prueba de HSD Tukey.

HSD Tukey						
(I) FACTOR	(J) FACTOR	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
					Límite inferior	Límite superior
MP3	MPM33	25,97333*	,76855	,000	235,122	284,345
	MPM35	33,18667*	,76855	,000	307,255	356,478
	MPM37	39,16000*	,76855	,000	366,988	416,212
MPM33	MP3	-25,97333*	,76855	,000	-284,345	-235,122
	MPM35	7,21333*	,76855	,000	47,522	96,745
	MPM37	13,18667*	,76855	,000	107,255	156,478
MPM35	MP3	-33,18667*	,76855	,000	-356,478	-307,255
	MPM33	-7,21333*	,76855	,000	-96,745	-47,522
	MPM37	5,97333*	,76855	,000	35,122	84,345
MPM37	MP3	-39,16000*	,76855	,000	-416,212	-366,988
	MPM33	-13,18667*	,76855	,000	-156,478	-107,255
	MPM35	-5,97333*	,76855	,000	-84,345	-35,122

La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Fuente. Elaboración propia.

Interpretación: Como se muestra en la tabla ningún grupo tiene una diferencia significativa (Sig. <0.05) Con el grupo patrón (MP3).

Resultados estadísticos a 7 días de curado de mortero modificado.

Tabla 6. Prueba de Normalidad.

Shapiro-Wilk ($p \leq 50$)			
	Estadístico	gl	Sig.
MP7	,831	3	,190
MPM73	,987	3	,780
MPM75	,893	3	,363
MPM77	1,000	3	,962

Fuente. Elaboración propia.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Interpretación: Como Sig. > 0.05, los datos establecen un orden normal en la cual se aplica la prueba ANOVA para poder determinar las diferencias significativas entre los grupos de datos de resistencias.

Tabla 7. Modelos descriptivos.

REMORTEROE1

Descripción	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
MP7	3	614,533	120,687	,69679	584,553	644,514	60,64	62,84
MPM73	3	326,667	,10066	,05812	324,166	329,167	32,56	32,76
MPM75	3	182,400	,10583	,06110	179,771	185,029	18,12	18,32
MPM77	3	100,533	116,023	,66986	71,712	129,355	8,88	11,20
Total	12	306,033	2,044,738	590,265	176,117	435,950	8,88	62,84

Fuente. Elaboración propia.

La tabla mostrada se observan las medidas estadísticas básicas de los grupos de datos.

Tabla 8. Resultados de técnicas estadísticas (Anova)

REMORTEROE1					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	4,593,403	3	1,531,134	2,168,746	,000
Dentro de grupos	5,648	8	,706		
Total	4,599,051	11			

Fuente. Elaboración propia.

Interpretación: Evaluamos Sig. = 0.00 < 0.05, donde los grupos dan como resultado diferencias significativas muy pequeñas entre ellas. Por consiguiente se realiza el análisis de HSD Tukey, para ver cuáles son los grupos de diferencia.

Tabla 9. Prueba de HSD Tukey

Variable dependiente: REMORTEROE1

HSD Tukey

(I) FACTORE1	(J) FACTORE1	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
					Límite inferior	Límite superior
MP7	MPM73	28,78667*	,68605	,000	265,897	309,836
	MPM75	43,21333*	,68605	,000	410,164	454,103
	MPM77	51,40000*	,68605	,000	492,030	535,970
MPM73	MP7	-28,78667*	,68605	,000	-309,836	-265,897
	MPM75	14,42667*	,68605	,000	122,297	166,236
	MPM77	22,61333*	,68605	,000	204,164	248,103
MPM75	MP7	-43,21333*	,68605	,000	-454,103	-410,164
	MPM73	-14,42667*	,68605	,000	-166,236	-122,297
	MPM77	8,18667*	,68605	,000	59,897	103,836
MPM77	MP7	-51,40000*	,68605	,000	-535,970	-492,030
	MPM73	-22,61333*	,68605	,000	-248,103	-204,164
	MPM75	-8,18667*	,68605	,000	-103,836	-59,897

La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.
Fuente. Elaboración propia.

Interpretación: Como se observa que ningún grupo presenta diferencia significativa en el nivel 0.05 con el grupo patrón MP7.

Resultados estadísticos a 28 días de curado de mortero modificado.

Tabla 10. Prueba de Normalidad.

Shapiro-Wilk ($p \leq 50$)			
	Estadístico	gl	Sig.
MP28	,848	3	,236
MPM283	,980	3	,731
MPM285	,910	3	,419
MPM287	,938	3	,520

a. Corrección de significación de Lilliefors
Fuente. Elaboración propia.

Interpretación: Como Sig. > 0.05, los datos establecen un orden normal en la cual se aplica la prueba ANOVA para poder determinar las diferencias significativas entre los grupos de datos.

Tabla 11. Modelos descriptivos.

REMORTEROE2

Descripción	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
MP28	3	1,935,733	210,612	121,597	1,883,414	1,988,052	191,16	195,04
MPM283	3	1,542,133	107,058	,61810	1,515,539	1,568,728	153,24	155,36
MPM285	3	700,933	119,488	,68986	671,251	730,616	69,16	71,44
MPM287	3	293,067	148,665	,85832	256,136	329,997	28,08	30,96
Total	12	1,117,967	6,816,393	1,967,723	684,874	1,551,060	28,08	195,04

Fuente. Elaboración propia.

La tabla mostrada se observan las medidas estadísticas básicas de los grupos de datos.

Tabla 12. Resultados de técnicas estadísticas (Anova)

ANOVA					
REMORTEROE2					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	51,091,095	3	17,030,365	7,388,658	,000
Dentro de grupos	18,439	8	2,305		
Total	51,109,534	11			

Fuente. Elaboración propia.

Interpretación: Evaluamos Sig. = 0.00 < 0.05, donde los grupos dan como resultado diferencias significativas muy pequeñas entre sí. Asimismo se realiza el análisis de HSD Tukey, para determinar cuáles son los grupos de diferencia.

Tabla 13. Prueba de HSD Tukey.

Variable dependiente: REMORTEROE2 **Comparaciones múltiples**
HSD Tukey

(I) FACTORE2	(J) FACTORE2	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
					Límite inferior	Límite superior
MP28	MPM283	39,36000*	123,961	,000	353,903	433,297
	MPM285	123,48000*	123,961	,000	1,195,103	1,274,497
	MPM287	164,26667*	123,961	,000	1,602,970	1,682,363
MPM283	MP28	-39,36000*	123,961	,000	-433,297	-353,903
	MPM285	84,12000*	123,961	,000	801,503	880,897
	MPM287	124,90667*	123,961	,000	1,209,370	1,288,763
MPM285	MP28	-123,48000*	123,961	,000	-1,274,497	-1,195,103
	MPM283	-84,12000*	123,961	,000	-880,897	-801,503
	MPM287	40,78667*	123,961	,000	368,170	447,563
MPM287	MP28	-164,26667*	123,961	,000	-1,682,363	-1,602,970
	MPM283	-124,90667*	123,961	,000	-1,288,763	-1,209,370
	MPM285	-40,78667*	123,961	,000	-447,563	-368,170

La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Fuente. Elaboración propia.

Interpretación: Como se muestra en la tabla 13 que ningún grupo presenta diferencia medias significativa en el nivel 0.05 con el grupo patrón MP28.

3.4.1 Resultado de ensayo de resistencia a compresión de mortero modificado.

Se ejecutó los ensayos de resistencia a compresión a 3, 7 y 28 días de edad de curado. Asimismo se ensayó 3 especímenes cúbicos de mortero convencional (Patrón), 3 especímenes cúbicos con 3% de agregado de poliestireno, 3 especímenes cúbicos con 5% de agregado de poliestireno y 3 especímenes cúbicos con 7% de agregado de poliestireno.

Tabla 14. Resumen del ensayo del mortero; resistencia a compresión a 3 días.

ENSAYO RESISTENCIA A COMPRESIÓN RELACIÓN 1:4 EDAD 3 DIAS						
% (EPS)	Resist. Norma kg/cm2	Muestra	Carga (Kg)	Sección cm 2	Rc kg/cm2	Promedio kg/cm2
0%	130 Kg/cm2	N°1	1122	25	44.88	45.45
		N°2	1116	25	44.64	
		N°3	1171	25	46.84	
3%	130 Kg/cm2	N°1	517	25	20.68	19.48
		N°2	473	25	18.92	
		N°3	471	25	18.84	
5%	130 Kg/cm2	N°1	331	25	13.24	12.27
		N°2	286	25	11.44	
		N°3	303	25	12.12	
7%	130 Kg/cm2	N°1	167	25	6.68	6.29
		N°2	159	25	6.36	
		N°3	146	25	5.84	

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 15. Resumen del ensayo del mortero; resistencia a compresión a 7 días.

ENSAYO RESISTENCIA A COMPRESIÓN RELACION 1:4 EDAD 7 DIAS						
% (EPS)	Resist. Norma kg/cm2	Muestra	Carga (Kg)	Sección cm 2	Rc kg/cm2	Promedio kg/cm2
0%	130 Kg/cm2	N°1	1522	25	60.88	61.45
		N°2	1516	25	60.64	
		N°3	1571	25	62.84	
3%	130 Kg/cm2	N°1	819	25	32.76	32.67
		N°2	817	25	32.68	
		N°3	814	25	32.56	
5%	130 Kg/cm2	N°1	457	25	18.28	18.24
		N°2	458	25	18.32	
		N°3	453	25	18.12	
7%	130 Kg/cm2	N°1	222	25	8.88	10.05
		N°2	280	25	11.2	
		N°3	252	25	10.08	

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 16. Resumen del ensayo del mortero; resistencia a compresión a 28 días.

ENSAYO RESISTENCIA A COMPRESIÓN RELACION 1:4 EDAD 28 DIAS						
% (EPS)	Resist. Norma kg/cm2	Muestra	Carga (Kg)	Sección cm 2	Rc kg/cm2	Promedio kg/cm2
0%	130 Kg/cm2	N°1	4863	25	194.52	193.57
		N°2	4876	25	195.04	
		N°3	4779	25	191.16	
3%	130 Kg/cm2	N°1	3831	25	153.24	154.21
		N°2	3884	25	155.36	
		N°3	3851	25	154.04	
5%	130 Kg/cm2	N°1	1729	25	69.16	70.09
		N°2	1786	25	71.44	
		N°3	1742	25	69.68	
7%	130 Kg/cm2	N°1	722	25	28.88	29.31
		N°2	702	25	28.08	
		N°3	774	25	30.96	

Fuente. Elaboración propia.

Haciendo el análisis de las muestra a 28 días de curado, se rescata que el 3% de agregado de poliestireno llega a una resistencia promedio de 154.21 kg/cm² ; que cumple con la resistencia optima requerida de 130 kg/cm². Por otro lado se puede observar que el mortero patrón llego a una resistencia de 193.57 kg/cm² mucho más elevada que la requerida.

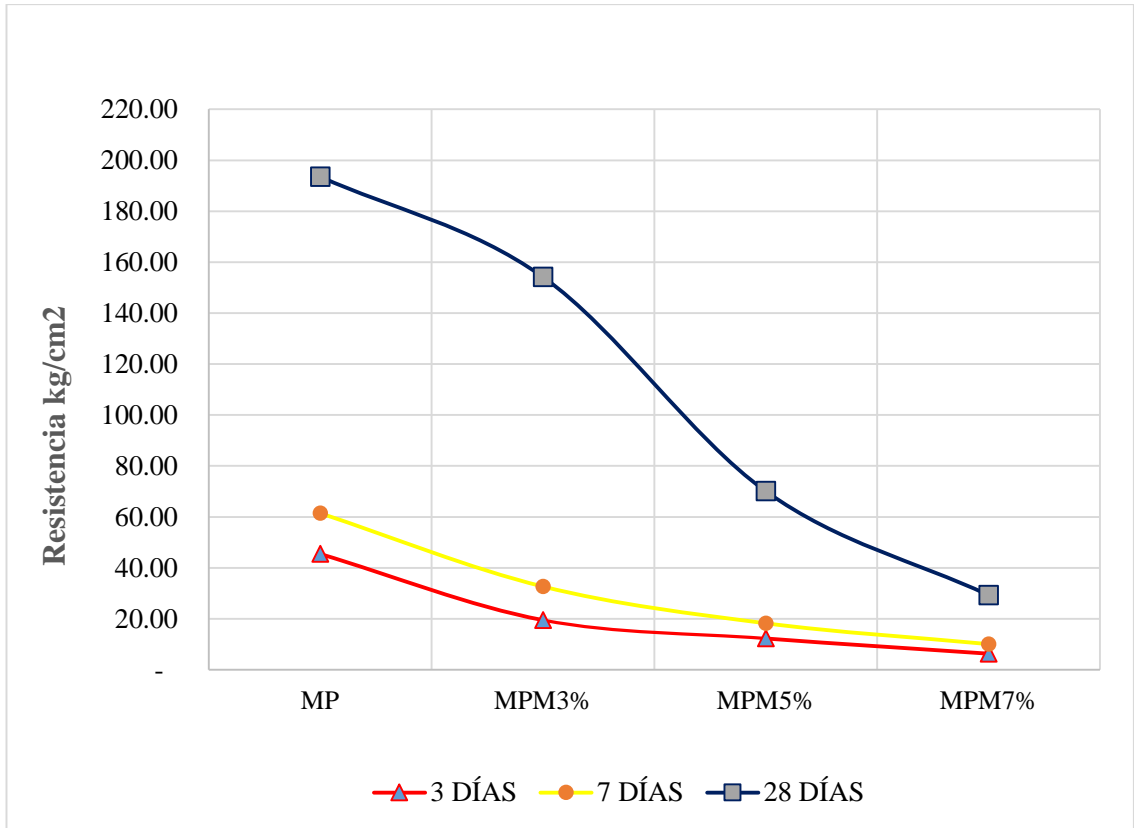


Figura 8. Representación comparación grafica de resistencia a compresión.

Fuente. Elaboración propia.

Interpretación: como se observa en el grafico la resistencia a compresión va disminuyendo de acuerdo al porcentaje agregado de (EPS) donde con 7 % baja su resistencia un 77 % por debajo de la requerida. Por otro lado con el 3% de (EPS), aumenta un 19 % sobre los estándares que requiere la norma.

3.5 Resultado del ensayo térmico.

En la figura 7, se muestran las 4 maquetas 0, 3,5 y 7% de poliestireno a las mismas que se les realizó el ensayo de temperatura.



Figura 9. Maquetas de ensayo termico.

Fuente. Elaboración propia.

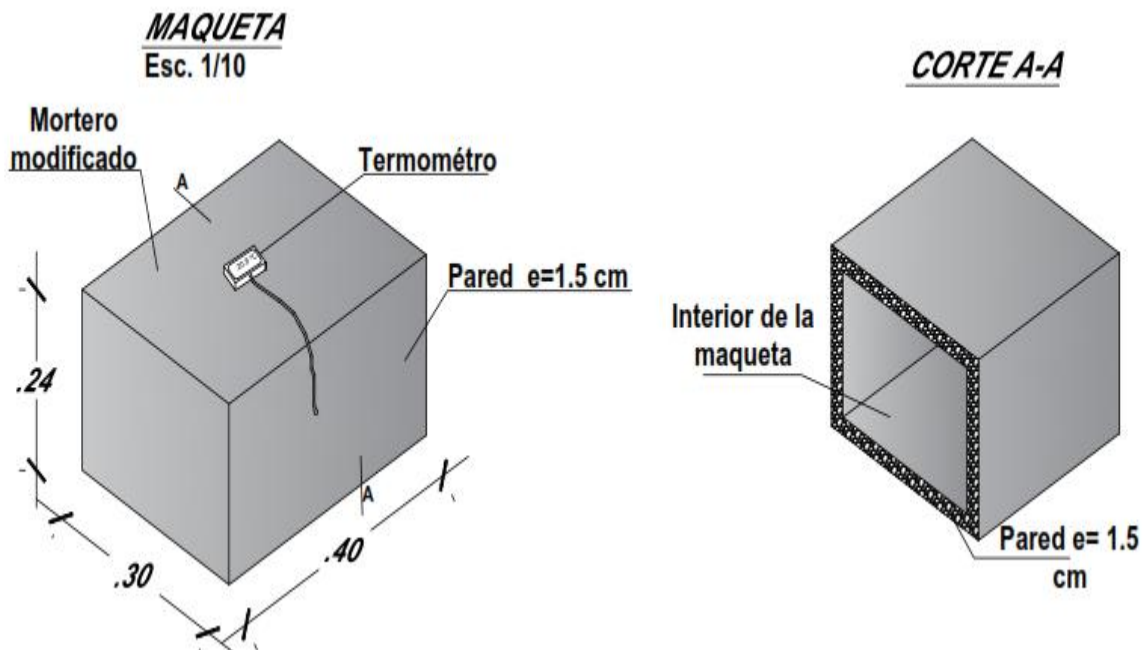


Figura 10. Dimensiones de maqueta (vista interior).

Fuente. Elaboración propia.

A continuación se muestran las tablas de los registros de temperaturas que se obtuvieron en el ensayo realizado en el laboratorio de la facultad de ingeniería, el tiempo que se ensayó a cada prototipo fue de 3 horas y se hizo la toma de datos a cada 30 minutos a continuación se muestran los resultados.

Tabla 17. Datos registrados a maqueta patrón.

Maqueta C/N 0% (Maqueta patrón)		
Temperatura (C°)		
Tiempo (H)	T. frigorífico C°	Interior Maqueta C°
00:00:00	21.8 °	21.9 °
00:30:00	-8.3 °	13.3°
01:00:00	-11.5°	6.2°
01:30:00	-14.5 °	2.1°
02:00:00	-16.8 °	-5.6°
02:30:00	-18.7 °	-6.8°
03:00:00	-22.3 °	-7.85°

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 18. Datos registrados a maqueta con el 3% de EPS.

Maqueta C/N 3% (Poliestireno)		
Temperatura (C°)		
Tiempo (H)	T. frigorífico C°	Interior Maqueta C°
00:00:00	21°	22.3°
00:30:00	-1.4°	17.1°
01:00:00	-11.1°	10.5°
01:30:00	-16.1°	4.9°
02:00:00	-19 °	1.3°
02:30:00	-21°	-2°
03:00:00	-22°	-3.6°

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 19. Datos registrados a maqueta con el 5% de EPS.

Maqueta C/N 5% (Poliestireno)		
Temperatura (C°)		
Tiempo (H)	T. frigorífico C°	Interior Maqueta C°
00:00:00	20.9°	23.9°
00:30:00	8.0°	20.1°
01:00:00	-3.5°	13.9°
01:30:00	-10.8°	7.8°
02:00:00	-14°	3.2°
02:30:00	-16.7°	0°
03:00:00	-18.6°	-3.5°

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 20. Datos registrados a maqueta con el 7% de EPS.

Maqueta C/N 7% (Poliestireno)		
Temperatura (C°)		
Tiempo (H)	T. frigorífico C°	Interior Maqueta C°
00:00:00	21.3°	24.6°
00:30:00	9.5°	22.6°
01:00:00	-3°	16.9°
01:30:00	-1.5°	13.1°
02:00:00	-13.2°	7°
02:30:00	-18.7°	3.2°
03:00:00	-21°	0°

Fuente. Elaboración propia.

Interpretación: Como se observa los registros de las cuatro tablas la conservación de temperatura va incrementando gradualmente de acuerdo a la cantidad de poliestireno; con 7% se tiene una mayor conservación térmica con respecto a las otras.

Para tener una mayor visualización y esquematización presentamos las gráficas de los registros de temperaturas. Los datos que se registró en la maqueta con mortero

convencional baja la temperatura en un intervalo de tiempo de 30 minutos desciende la temperatura 7 a 4 °C. Se puede observar un comportamiento decreciente proporcional con los porcentajes de 3,5 y 7%, pero haciendo una comparación en los 3 prototipos el comportamiento con respecto a la temperatura del frigorífico conservan sobre los 10 °C. El comportamiento que se presentó simuló hasta temperaturas extremas de - 22 °C, que trasladándolo a nuestra realidad los departamentos del sur de nuestro país presentan este tipo de temperaturas. El equilibrio térmico entre el ambiente exterior y interior de nuestra maqueta tiene variaciones de un 40% en el tiempo ensayado y esto contribuye para aumentar el aislamiento térmico.

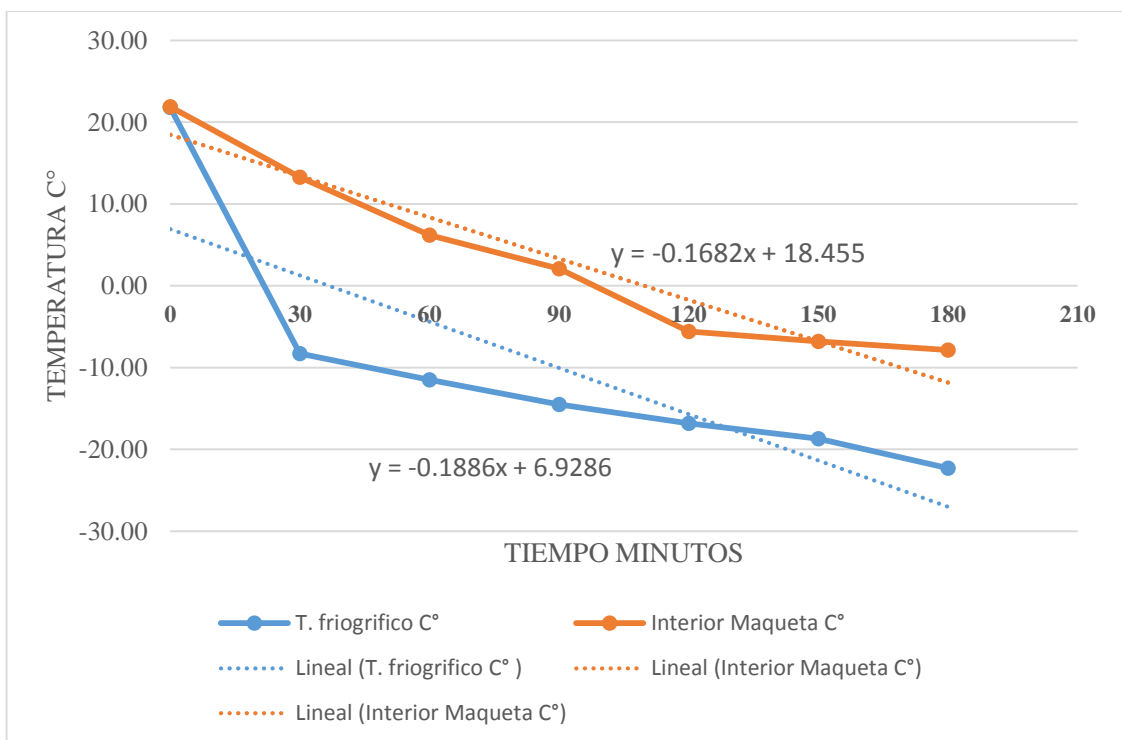


Figura 11. Representación gráfica de maqueta relación 1:4 con 0% EPS.

Fuente. Elaboración propia.

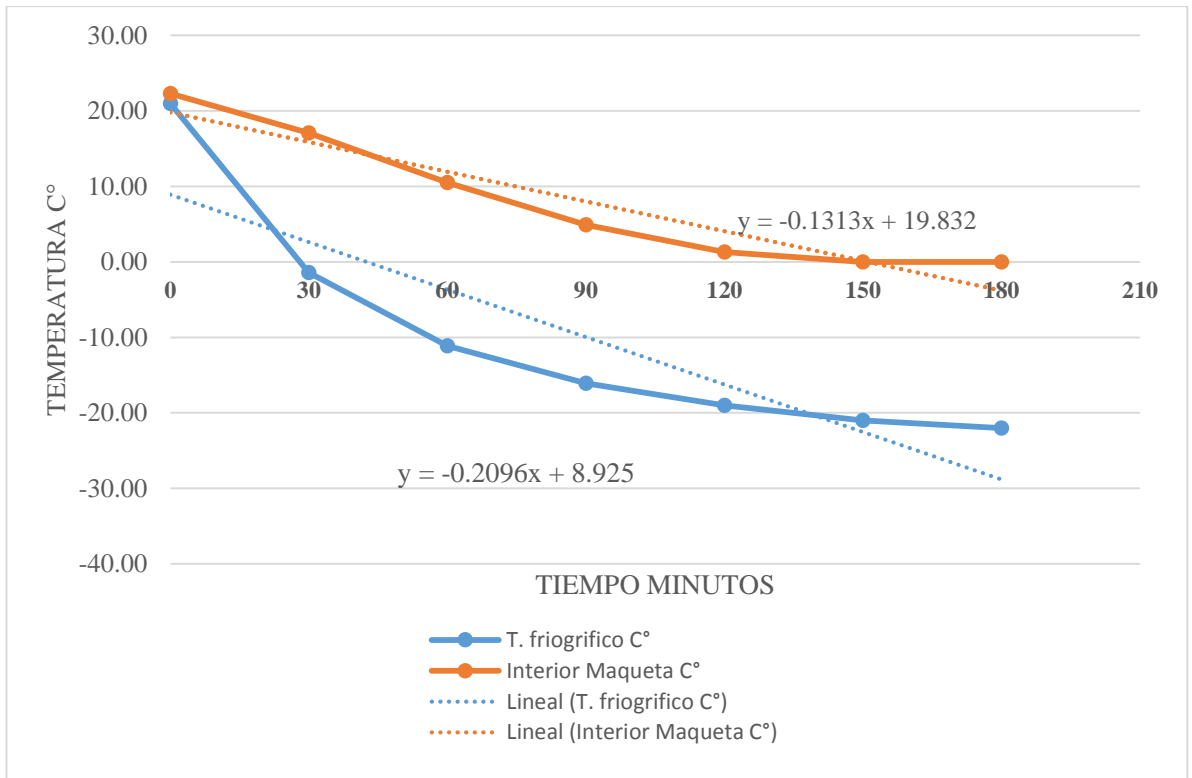


Figura 12. Representación gráfica de maqueta relación 1:4 con 3% EPS.

Fuente. Elaboración propia.

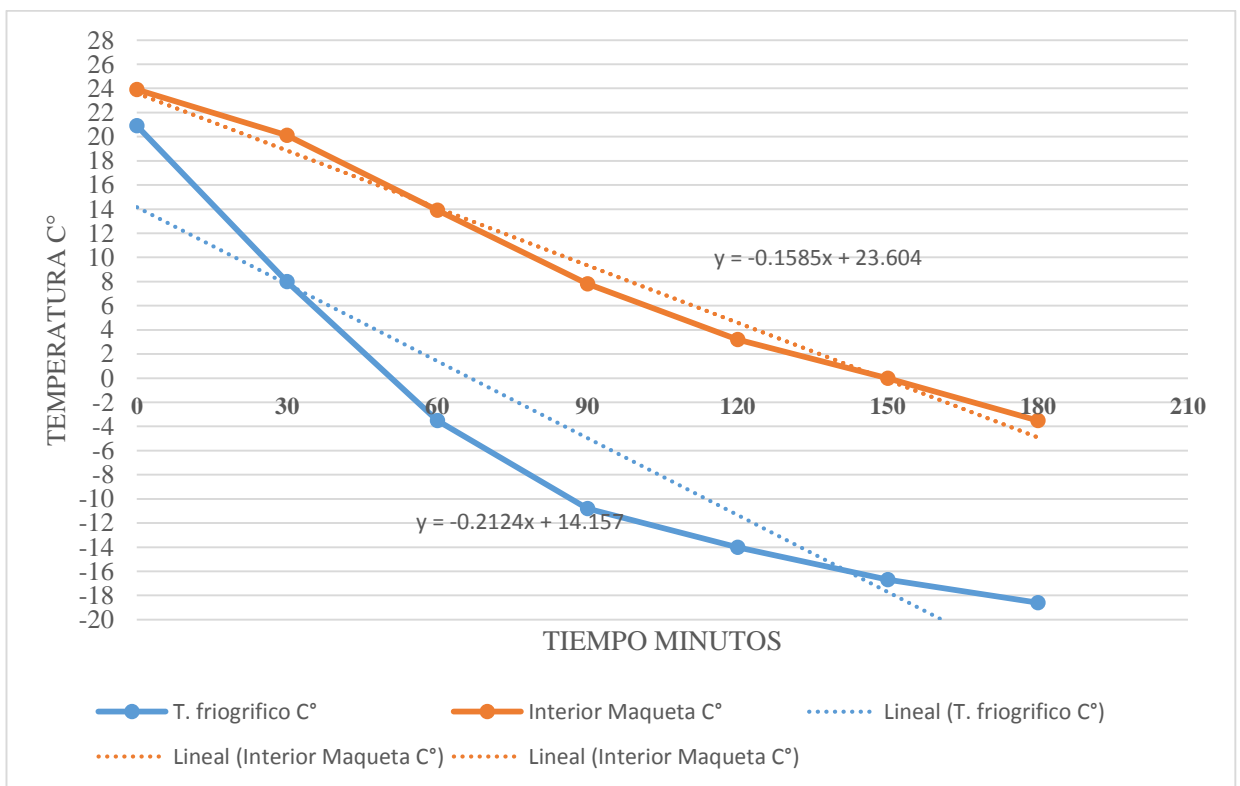


Figura 13. Representación gráfica de maqueta relación 1:4 con 5% EPS.

Fuente. Elaboración propia.

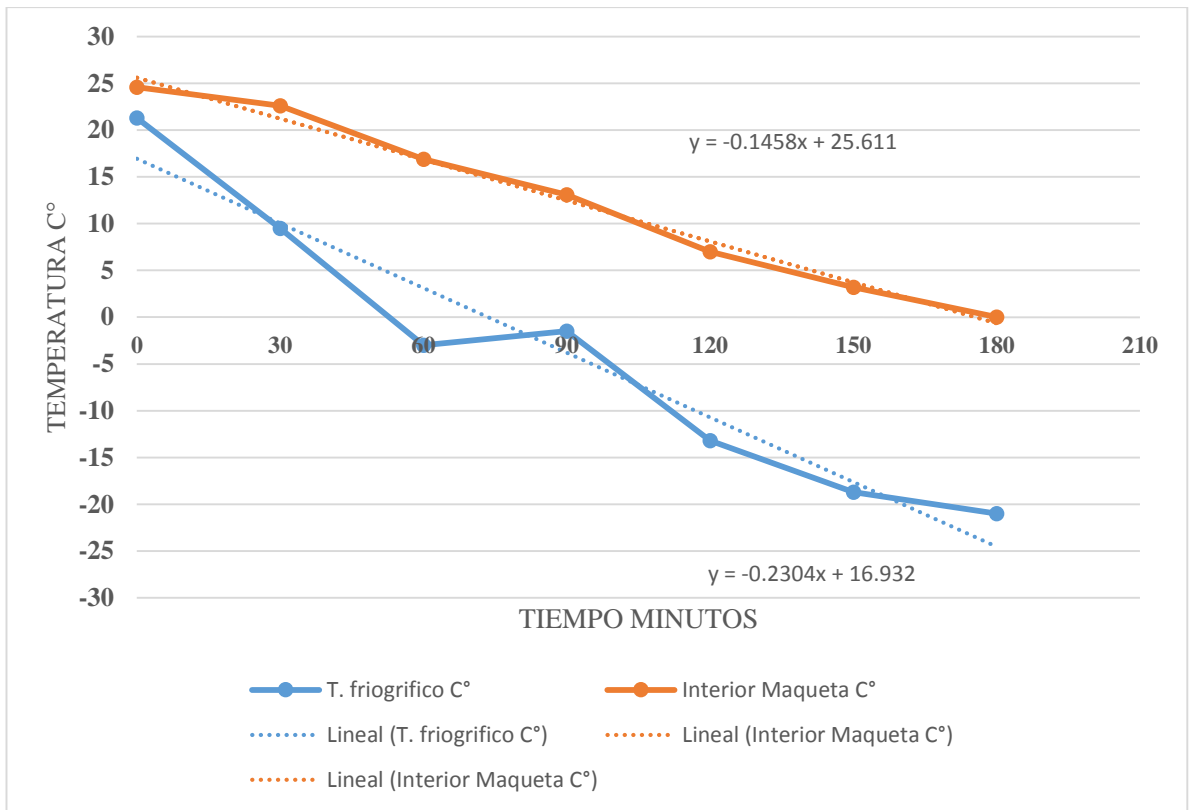


Figura 14. Representación gráfica de maqueta relación 1:4 con 7% EPS.

Fuente. Elaboración propia.

IV. DISCUSIÓN

Los resultados granulométricos mostrados en la tabla 1, dan cuenta de 2.46 como módulo de finura, resultados similares a los obtenidos por Pereda (2017) quien obtuvo un módulo de fineza de 2.5; comprobándose el cumplimiento de las características óptimas para el diseño de mezcla. Asimismo, en la figura 7 se puede visualizar que el agregado fino (muestra) está dentro de los parámetros de la curva granulométrica, que son requisitos estipulados en las normas E-070 y ASTM-C 136.

En lo que respecta al ensayo de fluidez, cuadro 5, se encontró que para el mortero convencional (0% de poliestireno) se tuvo una fluidez de 116.67%, para 3% de (EPS) 110.0%, con 5% de (EPS) 105.00%, y con el 7 % de (EPS) una fluidez del 86.67%. Resultados similares obtuvo Herrera (2015) entre las cuales podemos citar: Para 0% una fluidez de 130%, con 0.8% de (EPS reciclado) 103% y con 1.6% de (EPS reciclado) una fluidez del 46.28%. Así mismo, la norma ASTM C-1437 estipula que toda mezcla debe tener una fluidez óptima de $110 \pm 5\%$ que permita una buena trabajabilidad. Por lo tanto como se puede observar hay una gran diferencia en los resultados el motivo se debe a que Herrera utilizó una granulometría hasta de 4.5 mm de tamaño de sus partículas del poliestireno reciclado eso dificulta que haya una buena fluidez a consecuencia de ello no cumple con la normatividad. En nuestro caso el 3% y 5% cumple con la norma esto debido que utilizamos un tamaño de partículas de 1.5 mm; pero si se aumenta la cantidad de poliestireno como se observa con el 7% disminuye la fluidez y desciende la resistencia a compresión.

Los resultados de resistencia a la compresión para un período de 28 días, indicados en la tabla 16 verificó que para un mortero patrón (0% de EPS) arrojó una resistencia de 193.57 kg/cm², con el 3% de EPS una resistencia de 154.21 kg/cm², con 5% de EPS se obtuvo 70.09 kg/cm² y finalmente con 7% de EPS su resistencia fue de 29.31 kg/cm². Los resultados son similares a la investigación realizado por Herrera (2015), quien obtuvo los siguientes resultados; para su mortero de referencia 543.4 kg/cm², para 0.8% de EPS grueso 120.9 kg/cm², con 0.8% de EPS fino 133.27 kg/cm², 1.6 % de EPS fino una resistencia de 73.8 kg/cm² y finalmente con 1.6% de EPS grueso 56.3 kg/cm². Realizando la comparación de los resultados obtenidos se observa valores cercanos debido que Herrera utilizó cantidades muchas más pequeñas de EPS, así mismo para

nuestro caso la resistencia que se requiere para la relación de 1:4 es de 130 kg/cm², vemos que cumple el 3% de EPS, el resto tiene valores cercanos.

Los resultados obtenidos en el ensayo de temperatura (confort térmico) no se registraron investigaciones acerca del uso de poliestireno para la conservación térmica, aplicada en la mezcla para revestimiento de paredes en las viviendas en zonas donde la temperatura llega hasta 15 °C bajo cero. Por lo tanto los resultados registrados en las tablas 17-20 muestran que el mortero que contiene EPS brinda una mayor conservación térmica con respecto al mortero convencional, esto debido que el poliestireno es un material que mantiene un buen aislamiento térmico como se visualiza en la ficha técnica en el anexo 4. Así también se observa en la figura 12 que el prototipo a escala de 7% de EPS conserva la temperatura.

V. CONCLUSIONES

1. Se determinó el ensayo granulométrico del agregado fino obteniendo un módulo de finura de 2.46 cumpliendo las especificaciones técnicas de la norma ASTM C 136.
2. Para los estudios de diseño de mezcla del mortero modificado se determinó, teniendo como base la proporción 1:4 para tarrajeo con ello se efectuó las nuevas dosificaciones para 3%, 5% y 7% de agregado de EPS.
3. Los ensayos de fluidez, permitieron elegir la proporción de 3% y 5% como las mezclas de fluidez requerida, mientras que la relación 7% tiene una cercana fluidez de 86.67 % a la requerida de $110 \pm 5\%$.
4. La prueba mecánicas a compresión, mostraron que la muestra con 3% de EPS alcanzó una resistencia de 153.24 % Kg/cm^2 con respecto al resistencia requerida (130 % Kg/cm^2), mientras que con 5% disminuyó la resistencia a un 71.44 %, así también con el 7% la resistencia a la compresión descendió mucho más llegando a un 30.96 % Kg/cm^2 . La influencia de la cantidad de EPS tuvo diferencias significativas en la disminución de resistencia.
5. Los ensayos térmicos realizado en los 4 prototipos de mortero a 0%, 3%,5% y 7%, determinó que la maqueta con 7% de EPS conserva 50% la temperatura.
6. Se corroboró que el mortero modificado con poliestireno en el revestimiento de muros, actúa como aislante térmico permitiéndonos elegir las mejores opciones de las variables de estudio para el nuevo diseño del mortero modificado.

VI. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda de acuerdo los resultados obtenidos con respecto a diseño de mortero con EPS, usar partículas de 1 mm de diámetro a menos, para poder tener una mayor trabajabilidad.
2. De acuerdo a los resultados obtenidos en el ensayo térmico una alternativa para poder tomar mejor los datos de temperatura realizarlo el ensayo en una vivienda real, en el lugar que requiera el estudio.

REFERENCIAS

- ❖ ÁLVAREZ, Miguel y MECA, Irvin (2018). “Diseño de unidades de albañilería de concreto liviano a base de poliestireno expandido. Piura -2018”. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil. Universidad César Vallejo, Piura 2019. 55 pp.
- ❖ ARAMAYO, Gabriel, BUNCUGA, Verónica y otros. Hormigones con agregados livianos. C.3.19.1. Materiales. Departamento de Mecánica Aplicada y Estructuras Facultad de Ciencia Exactas Ingeniería y Agrimensura-UNR. 5° Semestre. Año 2003
- ❖ AGUIRRE, María, MEJÍA, Ruby y RESTUCCI, Alvarado. Study of a repair technique in carbonated blended mortars: Electrochemical re-alkalization [en línea]. Medellín, Colombia: UNC 2016. [Fecha de consulta: 20 de Mayo de 2019]. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49645153012>
ISSN: 0012-7353
- ❖ ALMEIDA, Carlos en su investigación titulada “Uso de Bloques de Poliestireno Expandido en Terraplenes”. Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil. Universidad Central del Ecuador, 2014. 304 pp.
- ❖ ALVES, Eduardo y PASSINI, Roberta. Thermal behavior of alternative materials used as roof and efficiency of the reflective painting on the external face [en línea]. Medellín, Colombia: UAC 2017. [Fecha de consulta: 28 de Mayo de 2019]. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43050083009>
ISSN: 0120-6230
- ❖ BUSTAMANTE, Waldo; ENCINAS Felipe y OTAROLA, Roberto. Análisis de estrategias para confort térmico y lumínico de edificios en diferentes climas de la zona central de Chile [en línea]. Santiago, Chile: PUCC, 2012. [Fecha de consulta: 10 de abril de 2019]. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=37525388019>
ISSN: 0716-0852.
- ❖ CASTAÑEDA, G, ARGÜELLO T y VECCHIA, F. Desempeño Térmico de Techo Alternativo para Vivienda en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México [en línea]. México 2010. [Fecha de consulta: 12 de abril de 2019]. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=127619214009>
ISSN: 0717-7925.

- ❖ CARABAÑO, Rocío, HERNANDO, Susana y RUIZ, Diego. Life Cycle Assessment (LCA) of building materials for the evaluation of building sustainability: the case of thermal insulation materials [en línea]. Santiago, Chile: PUCCh 2017. [Fecha de consulta: 26 de Mayo de 2019]. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=127651042002>
ISSN: 0717-7925
- ❖ CASTAÑO, Taimí, LINSEI, Stefan y ALUJAS, Adrián. Influence of very fine fraction of mixed recycled aggregates on the mechanical properties and durability of mortars and concretes [en línea]. Medellín, Colombia: UAC 2016. [Fecha de consulta: 25 de Mayo de 2019]. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43048640007>
ISSN: 0120-6230
- ❖ CELIK, Ozlem, ERDEM, Savas y BOSTANCI, Levent. Investigation of mechanical properties of mortars with carbon fiber using multi slice computed tomography [en línea]. Santiago, Chile:PUCCh 2017. [Fecha de consulta: 23 de Mayo de 2019]. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=127651042015>
ISSN: 0717-7925
- ❖ DÍAZ, Ronald y CALLEHUANCA, Roberto. “Construcción del Casco Estructural de Viviendas con Aislamiento Térmico en una Obra de Vivienda Masiva en Apurímac”. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil. Universidad Pontificia Católica del Perú, 2013. 99 pp.
- ❖ EVALUACIÓN del poliestireno expandido con mortero de cemento expuesto al fuego por Rogontino, Francesco [et al]. Venezuela [en línea]. Enero-abril, 2017. [Fecha de consulta: 17 de abril de 2019]. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=70750544004>
ISSN: 1316-6832
- ❖ GARAY, Marie, FIGUEROA, Wladimir y PFENNIGER, Francis. Project shelter, Part 1: Fire resistance and thermal insulation [en línea]. Santiago, Chile:PUCCh 2017. [Fecha de consulta: 23 de mayo de 2019]. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=127652705014>
ISSN: 0717-7925

- ❖ HERRERA, Marco. “Propiedades Mecánicas, Térmicas y Acústicas de un Mortero Aligerado con Partículas de Poliestireno Expandido (Eps) de Reciclaje para Recubrimientos en Muros y Techos –Mérida, México”. Tesis para obtener el Grado de Maestro en Ciencias Materiales Poliméricos. Centro de Investigación Científica de Yucatán, 2015. 107pp.
- ❖ HARMAN, Lucy. Confort Térmico en Viviendas Altoandinas [en línea]. Lima 2010. [Fecha de consulta: 24 de abril de 2019]. Disponible en <https://www.care.org.pe/wp-content/uploads/2015/06/confort-termico-en-viviendas-altoandinas-un-enfoque-integral1>.
- ❖ HERNANDEZ, Roberto y FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA. 2006. Metodología de la investigación científica. México: Interamericana, 2006. pág. 127. ISBN: 978-1-4562-2396-0.
- ❖ Informe de Investigación El friaje y las heladas: diagnóstico de la problemática en el Perú y legislación comparada Legislatura 2018-2019 - Número 6 Octubre de 2018. Disponible en: [http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con5_uibd.nsf/322B8DD56F06DD6E0525832700584752/\\$FILE/6-Friaje_Heladas.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con5_uibd.nsf/322B8DD56F06DD6E0525832700584752/$FILE/6-Friaje_Heladas.pdf)
- ❖ MARTÍNEZ, Iván, ETXEBERRIA, Miren y PAVÓN, Elier. Analysis of the properties of masonry mortars made with recycled fine aggregates for use as a new building material in Cuba [en línea]. Santiago, Chile: PUCC 2017. [Fecha de consulta: 25 de mayo de 2019]. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=127646309001>
ISSN: 0717-7925
- ❖ MARCELO, Berli. Prediction of thermal impact reduction in a double wall building [en línea]. Argentina: UTNA 2018. [Fecha de consulta: 24 de abril de 2019]. Disponible en <https://www.redalyc.org/jatsRepo/5055/505555586004/index.html>
- ❖ MENDOZA, Oscar, SIERRA, Germán y TOBÓN, Jorge. The mechanical properties of Portland cement mortars blended with carbon nanotubes and nanosilica [en línea]. Medellín, Colombia: UNC 2016. [Fecha de consulta: 26 de mayo de 2019]. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49647009016>
ISSN: 0012-7353
- ❖ Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Albañilería. NTP E - 0.70. Lima, 2006.

- ❖ Norma Técnica Peruana (Perú) 400.011-2008. Agregados. Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones (concreto). Lima 1° edición. 2013.
- ❖ Norma Técnica Peruana (Perú) 339.607-2003. UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Agregados para mortero de albañilería. Lima 2° edición 2003.
- ❖ Norma Técnica Peruana (Perú) 339.610-2003. UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Especificación normalizada para morteros. Lima 1° edición 2003.
- ❖ Norma Técnica Peruana (Perú) 334.051: 2013. CEMENTOS: Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento Portland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado. 5ta. ed. Lima, 2013.
- ❖ Norma Técnica Peruana (Perú) 400.012: 2001. AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. Lima: 2° edición 2001.
- ❖ Norma ASTM C 1437 - 15. Standard Test Method for Flow of Hydraulic Cement Mortar.2015.
- ❖ Norma ASTM C109. Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars (Using 2-in. or [50-mm] Cube Specimens).2013.
- ❖ Norma ASTM C 136 - 01. Standardized Test Method to determine the Granulometric Analysis of Fine and Coarse Aggregates.2001.
- ❖ Norma ASTM D 6103. Standard Test Method for Flow Consistency of Controlled Low Strength Material (CLSM) (Withdrawn 2013).
- ❖ ORTIZ J, AGUADO A y RONCERO J. Influencia de la temperatura ambiental sobre las propiedades de trabajabilidad y microestructurales de morteros y pastas de cemento. Investigación y Desarrollo, vol. 1 [en línea]. México: IMCC 2009. [Fecha de consulta: 20 de abril de 2019]. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=361233545001>
ISSN: 2007-3011
- ❖ PAULINO, Jean y ESPINO, Ronald. Análisis comparativo de la utilización del concreto simple y el concreto liviano con perlitas de poliestireno como aislante térmico y acústico aplicado a unidades de albañilería en el Perú. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2017. 145 pp.
- ❖ PALMA, Anita. “Análisis y Propuesta de Solución para las Características Constructivas de la Envolvente Térmica en Viviendas Progresivas de la Población Santa Teresa de La Ciudad de Nueva Imperial, Con Construcción previa al Año 2000”. Tesis para optar el Título de Ingeniero Constructor. Universidad Austral de Chile, 2012. 197pp.

- ❖ PAUCAR, Carlos. “Diseño de un Adobe con Adición de Poliestireno para la Construcción de Viviendas Climatizadas en la Zona Rural del Distrito de Caraz, Ancash - 2018.”. Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. Universidad César Vallejo-Nuevo Chimbote, 2018. 73 pp.
- ❖ PALOMO, Marta. Aislantes térmicos: criterios de selección por requisitos energéticos. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid. 2017-5 pp.
- ❖ PEÑA, Oscar y ROMÁN, Rosaly (2018). “Diseño de un aislante térmico a base de fibras naturales para mitigar el impacto de las heladas en la comunidad de Cupisa” Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima. 44 pp.
- ❖ PEREDA Balbina (2017).” “Efecto de la clara de huevo en la resistencia a la compresión y capilaridad del mortero de cemento, arena y cal – Trujillo – 2017”. Tesis para obtener el título de ingeniero civil. Universidad César Vallejo, Trujillo 2017. 43 pp.
- ❖ QUEZADA, Patricio. “Estudio técnico y económico para la elaboración de bloques de hormigón liviano en base a poliestireno expandido” Memoria para optar al título de Ingeniero en Construcción. Universidad de Talca, Chile 2016.
- ❖ RODRÍGUEZ, Hugo. “Concreto liviano a base de poliestireno expandido para la prefabricación de unidades de albañilería no estructural – Cajamarca”. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil. Universidad Nacional de Cajamarca 2017. 124 pp.
- ❖ SALAMANCA, Rodrigo. La tecnología de los morteros Ciencia e Ingeniería Neogranadina [en línea]. Bogotá: UMNG 2001. [Fecha de consulta: 22 de abril de 2019]. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=91101107>
ISSN: 0124-8170
- ❖ VÍLCHEZ, Santiago. “Análisis de Paneles de Poliestireno Expandido Emmedue, en la Mejora del Proceso Constructivo en Viviendas Unifamiliares en Pachacamac, Lima 2016”. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil. Universidad César Vallejo 2016. 112 pp.

ANEXOS

Anexo 1 Instrumentos de laboratorio.

2.3. Equipos



Equipo- ensayo compresión (laboratorio Moche- Trujillo UCV)

Equipo calibrado (laboratorio Moche- Trujillo UCV)

METROTEC METROLOGIA & TECNICAS S.A.C.
Atención al Cliente y el Laboratorio de Equipos e Instrumentos de Medición Industrial y de Laboratorio

CERTIFICADO DE CALIBRACION
MT - LF - 124 - 2019

Página 2 de 2

11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso)				
%	F ₁ (kgf)	F ₁ (kgf)	F ₂ (kgf)	F ₃ (kgf)	F ₄ (kgf)	F ₅ (kgf)
10	10000	9972.1	9982.3	9972.1	9975.5	9975.5
20	20000	19928.0	19948.3	19948.3	19941.5	19941.5
30	30000	29848.0	29868.2	29848.0	29849.4	29849.4
40	40000	39834.6	39844.7	39834.6	39838.0	39838.0
50	50000	49864.9	49855.5	49864.9	49875.1	49875.1
60	60000	59865.8	59865.8	59855.7	59862.5	59862.5
70	70000	69816.8	69847.5	69827.1	69830.5	69830.5
80	80000	79899.6	79840.4	79830.2	79823.4	79823.4
90	90000	89834.3	89854.7	89814.0	89834.3	89834.3
100	100000	99877.8	99898.2	99817.2	99844.3	99844.3
Retorno a Cero		0.0	0.0	0.0		

Indicación del Equipo (F (kgf))	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud e (%)	Repetibilidad R (%)	Reversibilidad r (%)	Riesgo Relativo a (%)	
10000	0.28	0.10	---	0.01	0.21
20000	0.28	0.10	---	0.01	0.21
30000	0.17	0.03	---	0.00	0.21
40000	0.16	0.03	---	0.00	0.21
50000	0.08	0.06	---	0.00	0.21
60000	0.06	0.02	---	0.00	0.21
70000	0.10	0.04	---	0.00	0.21
80000	0.10	0.05	---	0.00	0.21
90000	0.03	0.05	---	0.00	0.21
100000	0.18	0.04	---	0.00	0.21

MAXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (L) : 0.00 %

12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k=2, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Metrología & Técnicas S.A.C.
 Av. San Diego de Alcalá No. 71 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú
 Tel: (011) 548-0442
 Fax: (011) 571-219-277 / 507-848-788 / 543-833-342 / 571-239-262

2.3 Ficha técnica de calibración margen de error 0.00 (laboratorio Moche- Trujillo UCV)

Ficha de observación (Anexo 2)



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES.

CERTIFICADO DE ROTURA ASTM C 39

OBRA :
 SOLICITANTE :
 UBICACIÓN :
 TESTIGOS :
 RESPONSABLE LAB. :
 FECHA :

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN


Nº de Testigo	Estructura	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Sección cm ²	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Porcentaje del Diseño %
			Moldeo	Rotura		Lbs.	Kgs.			
OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS										

CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
 Fax: (044) 485 019.

fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe

Ficha técnica poliestireno (Anexo 3)



Domicilio Comercial: Av. Alvarez Thomas 1431 - 5º piso "C"
1427 - Ciudad Autónoma de Buenos Aires -
Tel./Fax : 54-011-4563-2288 (Líneas Rotativas)
Adm. Y Planta Industrial : Ruta 7 - Parque Ind.Norte - Calle 3 y 111 -
(5700) San Luis

FICHA TECNICA ""POLIESTIRENO""

UTILIZACION													
Aislacion frio <input checked="" type="checkbox"/>	Aislacion caliente <input type="checkbox"/> Cobertura <input type="checkbox"/> Fumisteria <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/>												
DESCRIPCION : Material plastico celular y rigido fabricado a partir del moldeo de perlas preexpandidas de poliestireno expandible o uno de sus copolimeros, que presenta una estructura cerrada y rellena de aire.													
COMPOSICION : PERLAS DE POLIESTIRENO													
DENSIDAD: 20 a 30KGS/M3													
TIPOS: PLACAS DE 1.20MTS DE ANCHO HASTA 4MTS DE LARGO MEDIAS CAÑAS DESDE 1/2" EN ADELANTE A PARTIR DE 12" EN SEGMENTOS O TIRAS TRAPEZOIDALES													
TEMPERATURAS DE USO: LIMITE SUPERIOR 75-80°C LIMITE INFERIOR - 100°C													
NORMA DE CUMPLIMIENTO: REGLAMENTACION TERMICA EN LA OGUC. CUMPLIMIENTO DE R100													
PROPIEDADES TERMICAS	CONDUCTIVIDAD TERMICA - W/(m.K)												
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Densidad kg/m3</th> <th>Media</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>20</td><td>0,038</td></tr> <tr><td>22</td><td>0,038</td></tr> <tr><td>25</td><td>0,037</td></tr> <tr><td>28</td><td>0,037</td></tr> <tr><td>30</td><td>0,036</td></tr> </tbody> </table>	Densidad kg/m3	Media	20	0,038	22	0,038	25	0,037	28	0,037	30	0,036
Densidad kg/m3	Media												
20	0,038												
22	0,038												
25	0,037												
28	0,037												
30	0,036												
PROPIEDADES FISICAS	PERMEABILIDAD AL VAPOR DE AGUA												
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Densidad kg/m3</th> <th>gm/MNs x10</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>20</td><td>5,8</td></tr> <tr><td>25</td><td>4,8</td></tr> <tr><td>30</td><td>4</td></tr> </tbody> </table>	Densidad kg/m3	gm/MNs x10	20	5,8	25	4,8	30	4				
Densidad kg/m3	gm/MNs x10												
20	5,8												
25	4,8												
30	4												
UNIDAD DE MEDIDA DE COMERCIALIZACION : PIEZAS													
REQUERIMIENTOS ESPECIALES DE MANIPULEO Y ALMACENAJE : NO COMPACTAR													



CEMENTOS PACASMAYO S.A.A.

Calle La Colonia No.150 Urb. El Vivero de Monterrico Santiago de Surco - Lima
Carretera Panamericana Norte Km. 666 Pacasmayo - La Libertad
Telefono 317 - 6000



G-CC-F-04
Versión 03

Cemento Portland Tipo I

Conforme a la NTP 334.009 / ASTM C150
Pacasmayo, 20 de Setiembre del 2017

COMPOSICIÓN QUÍMICA		CPSAA	Requisito NTP 334.009 / ASTM C150
MgO	%	2.3	Máximo 6.0
SO3	%	2.7	Máximo 3.0
Pérdida por Ignición	%	3.0	Máximo 3.5
Residuo Insoluble	%	0.92	Máximo 1.5

PROPIEDADES FÍSICAS		CPSAA	Requisito NTP 334.009 / ASTM C150
Contenido de Aire	%	7	Máximo 12
Expansión en Autoclave	%	0.09	Máximo 0.80
Superficie Especifica	cm ² /g	3750	Mínimo 2800
Densidad	g/mL	3.10	NO ESPECIFICA

Resistencia Compresión :

Resistencia Compresión a 3días	MPa (Kg/cm ²)	26.1 (266)	Mínimo 12.0 (Mínimo 122)
Resistencia Compresión a 7días	MPa (Kg/cm ²)	33.9 (346)	Mínimo 19.0 (Mínimo 194)
Resistencia Compresión a 28días (*)	MPa (Kg/cm ²)	42.3 (431)	Mínimo 28.0 (Mínimo 286)

Tiempo de Fraguado Vicat :

Fraguado Inicial	min	138	Mínimo 45
Fraguado Final	min	267	Máximo 375

Los resultados arriba mostrados, corresponden al promedio del cemento despachado durante el periodo del 01-06-2017 al 31-06-2017.
La resistencia a la compresión a 28 días corresponde al mes de Julio 2017.
(*) Requisito opcional.

Ing. Gabriel G. Mansilla Fiestas
Superintendente de Control de Calidad

Solicitado por : **Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.**

Está totalmente prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de Cementos Pacasmayo S.A.A.

Ficha de observación (Anexo 5)



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES.

FICHA

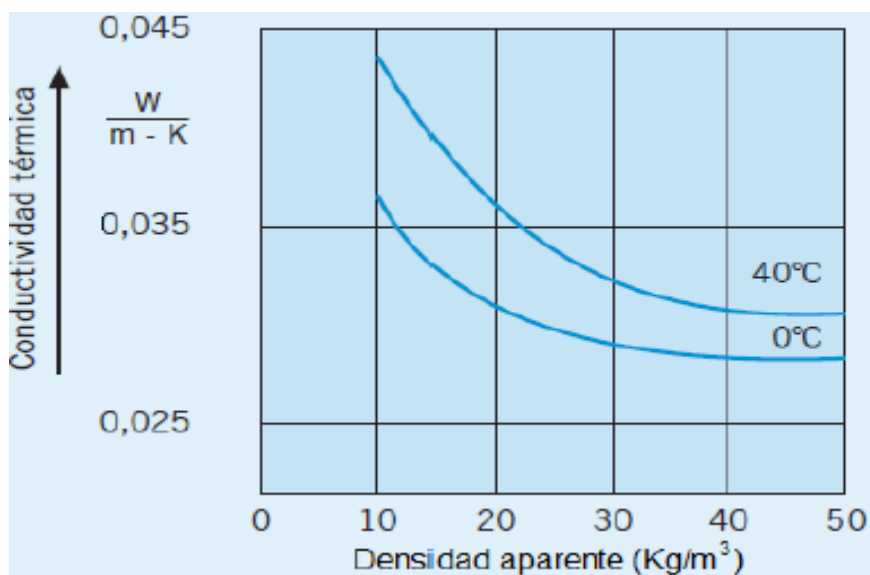
OBRA :
SOLICITANTE :
UBICACIÓN :
TESTIGOS :
RESPONSABLE LAB. :
FECHA :

ENSAYO DE TEMPERATURA

Maqueta C/N 3% (Poliestireno)

Tiempo (H)	Temperatura (C°)	
	T. frigorífico	Interior Maqueta
00:00:00		
00:30:00		
01:00:00		
01:30:00		
02:00:00		
02:30:00		
03:00:00		
03:30:00		
04:00:00		
04:30:00		
05:00:00		
05:30:00		
06:00:00		

**COEFICIENTE DE CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DEL EPS
EN FUNCIÓN DE LA DENSIDAD APARENTE (Anexo 6)**



**CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DE ALGUNOS MATERIALES AISLANTES
Y MATERIALES USADOS EN LA CONSTRUCCIÓN (Anexo 7)**

Materiales	Densidad (kg/m ³)	Coefficiente de conductividad térmica (W/mK)
Materiales aislantes.		
Asbesto pulverizado	130	0.046
Corcho, placas	145	0.042
Fibra de vidrio	80	0.0355
Fibra de madera	600	0.11
Hule espuma	20	0.036
Lana mineral, placa rígida	180	0.042
Poliuretano, espuma	30	0.026
Vermiculita	100	0.065
Materiales para construcción.		
Asbesto- cemento, placa	1,360	0.25
Asfalto	1,600	0.43
Cartón asfáltico	1,100	0.14
Cloruro de polivinilo expandido	25	0.04
Concreto	2,300	1.8
Mortero cemento-arena	2,000	0.63
Mortero con vermiculita	500	0.18
Mortero con arcilla exp	750	0.25
Tabique	2,200	1.3
Tablarroca	950	0.16
Yeso, aplanado	1,280	0.46

ENSAYOS DE LABORATORIO ESTADO FRESCO (Anexo 8)



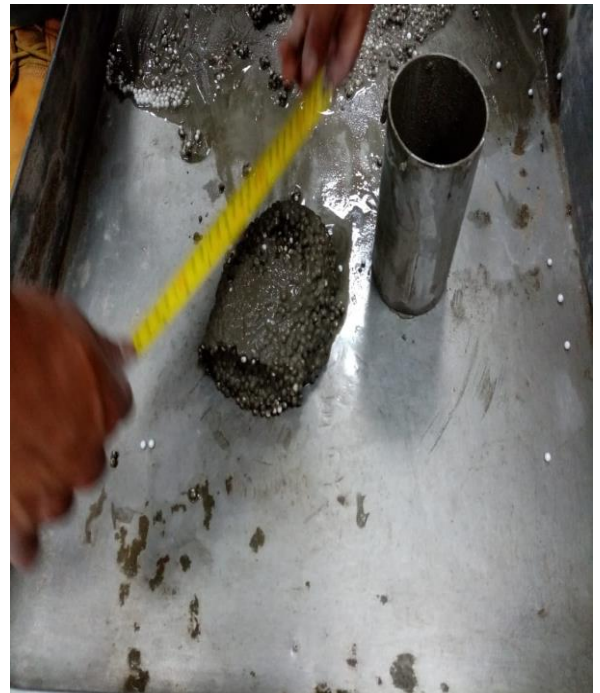
Granulometría (laboratorio Moche-Trujillo UCV)



Diseño de mezcla (laboratorio Moche-Trujillo UCV)



Moldes metálicos para especímenes (laboratorio Moche-Trujillo UCV)



Ensayo fluidez (laboratorio Moche-Trujillo UCV)



Elaboración de especímenes
(laboratorio Moche- Trujillo UCV)



Especímenes (laboratorio Moche-
Trujillo UCV)



Ensayo resistencia a compresión
(laboratorio Moche- Trujillo UCV)



Ensayo resistencia a compresión
(laboratorio Moche- Trujillo UCV)



Moldes metálicos para maqueta
(laboratorio Moche- Trujillo UCV)



Elaboración de maqueta (laboratorio
Moche- Trujillo UCV)



Maquetas 0, 3,5,7 % EPS (laboratorio Moche- Trujillo UCV)



Frigorífico Coldex. (Laboratorio Moche-Trujillo UCV)



Termómetro ambiental (laboratorio Moche- Trujillo UCV)



Ensayo maqueta patrón (laboratorio Moche- Trujillo UCV)



Maquetas 0, 3,5,7 % EPS (laboratorio Moche- Trujillo UCV)



Toma de registro de datos Ensayo térmico (laboratorio Moche- Trujillo UCV)

RESULTADOS DE ENSAYO GRANULOMETRICO (Anexo 9)



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS
ASTM C 136**

PROYECTO : MORTERO MODIFICADO CON POLIESTIRENO COMO AISLANTE TÉRMICO, TRUJILLO 2019

SOLICITANTE : REYES GONZÁLEZ, VÍCTOR ALEXIS - TORRES RODRIGUEZ, HAMER ROMARIO

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : EL MILAGRO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : SETIEMBRE DEL 2019

MUESTRA : C-X / A*F / CANTERA BAUNER / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

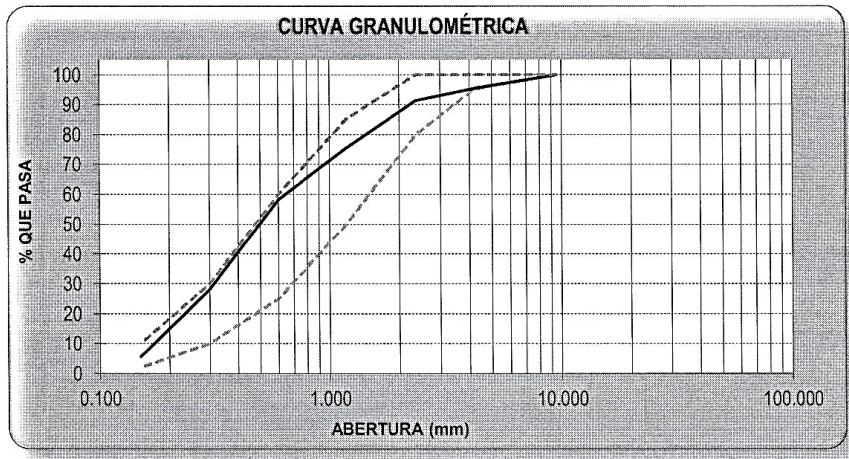
DATOS DEL ENSAYO

Peso total de la muestra tamizada : 500.00

Peso de muestra tamizada sin plato : 472.02

Peso de muestra en el plato : 27.98

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Requisito de % que Pasa	Contenido de Humedad
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	3.66%
No4	4.178	22.90	4.58	4.58	95.42	95 - 100	
No8	2.360	20.58	4.12	8.70	91.30	80 - 100	Módulo de Finura
No16	1.180	79.28	15.86	24.55	75.45	50 - 85	2.46
No30	0.600	86.45	17.29	41.84	58.16	25 - 60	Tamaño Máximo
No50	0.300	150.04	30.01	71.85	28.15	10 - 30	No4
No100	0.150	112.77	22.55	94.40	5.60	2 - 10	Tamaño Máximo Nominal
PLATO		27.98	5.60	100.00	0.00		
Total		500.00	100.00				No16 = 1.180 mm



CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Bryan Emanuel Cardenas Saldaña
Ing. Bryan Emanuel Cardenas Saldaña
CIP: 211674
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

RESULTADOS DE ENSAYO RESISTENCIA A COMPRESION 3 DIAS (Anexo 10)



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

**CERTIFICADO DE ROTURA
ASTM C39**

OBRA : MORTERO MODIFICADO CON POLIESTIRENO COMO AISLANTE TÉRMICO, TRUJILLO 2019
 SOLICITANTE : REYES GONZÁLES, VICTOR ALEXIS - TORRES RODRÍGUEZ, HAMER ROMARIO
 UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
 TESTIGOS : 03 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE
 RESPONSABLE LAB. : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
 FECHA : OCTUBRE DEL 2019

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

N° de Testigo	Estructura	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Sección cm ²	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Porcentaje del Diseño %
			Moldeo	Rotura		Lbs.	Kgs.			
01	TARRAJEO EN MURO	1.4 (130)	08/10/2019	11/10/2019	3	2473.50	1122.00	25.00	44.88	34.52
02	TARRAJEO EN MURO	1.4 (130)	08/10/2019	11/10/2019	3	2400.36	1116.00	25.00	44.64	34.34
03	TARRAJEO EN MURO	1.4 (130)	08/10/2019	11/10/2019	3	2501.61	1171.00	25.00	46.84	36.03
OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS			EL MOLDEO Y CURADO DE LOS TESTIGOS HA SIDO REALIZADO POR EL SOLICITANTE							

CAMPUS TRUJILLO
 Av. Larco 1770.
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
 Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

 Ing. Bryan Emanuel Cardenas Saldaña
 CIP: 211074
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

CERTIFICADO DE ROTURA
ASTM C39

OBRA : MORTERO MODIFICADO CON POLIESTIRENO COMO AISLANTE TÉRMICO, TRUJILLO 2019
 SOLICITANTE : REYES GONZÁLES, VICTOR ALEXIS - TORRES RODRÍGUEZ, HAMER ROMARIO
 UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
 TESTIGOS : 03 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE
 RESPONSABLE LAB. : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
 FECHA : OCTUBRE DEL 2019

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

N° de Testigo	Estructura	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Sección cm ²	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Porcentaje del Diseño %
			Moldeo	Rotura		Lbs.	Kgs.			
01	TARRAJEO EN MURO 3% DE POLIESTIRENO	1.4 (130)	08/10/2019	11/10/2019	3	1139.79	517.00	25.00	20.66	15.91
02	TARRAJEO EN MURO 3% DE POLIESTIRENO	1.4 (130)	08/10/2019	11/10/2019	3	1042.79	473.00	25.00	18.92	14.55
03	TARRAJEO EN MURO 3% DE POLIESTIRENO	1.4 (130)	08/10/2019	11/10/2019	3	1038.35	471.00	25.00	18.84	14.49
OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS			EL MOLDEO Y CURADO DE LOS TESTIGOS HA SIDO REALIZADO POR EL SOLICITANTE							

CAMPUS TRUJILLO
 Av. Larco 1770.
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
 Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Ing. Bryan Emanuel Cardenas Saldaña
 CIP: 211074
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

CERTIFICADO DE ROTURA
ASTM C39

OBRA : MORTERO MODIFICADO CON POLIESTIRENO COMO AISLANTE TÉRMICO, TRUJILLO 2019
 SOLICITANTE : REYES GONZÁLES, VICTOR ALEXIS - TORRES RODRÍGUEZ, HAMER ROMARIO
 UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
 TESTIGOS : 03 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE
 RESPONSABLE LAB. : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
 FECHA : OCTUBRE DEL 2019

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

N° de Testigo	Estructura	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Sección cm ²	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Porcentaje del Diseño %
			Moldeo	Rotura		Lbs.	Kgs.			
01	TARRAJEO EN MURO 5% DE POLIESTIRENO	1.4 (130)	08/10/2019	11/10/2019	3	729.73	331.00	25.00	13.24	10.18
02	TARRAJEO EN MURO 5% DE POLIESTIRENO	1.4 (130)	08/10/2019	11/10/2019	3	630.52	286.00	25.00	11.44	8.80
03	TARRAJEO EN MURO 5% DE POLIESTIRENO	1.4 (130)	08/10/2019	11/10/2019	3	668.00	303.00	25.00	12.12	9.32
OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS			EL MOLDEO Y CURADO DE LOS TESTIGOS HA SIDO REALIZADO POR EL SOLICITANTE							

CAMPUS TRUJILLO
 Av. Larco 1770.
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
 Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Ing. Bryan Emanuel Cardenas Saldaña
 CIP: 211074
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

CERTIFICADO DE ROTURA
ASTM C39

OBRA : MORTERO MODIFICADO CON POLIESTIRENO COMO AISLANTE TÉRMICO, TRUJILLO 2019
 SOLICITANTE : REYES GONZÁLES, VICTOR ALEXIS - TORRES RODRÍGUEZ, HAMER ROMARIO
 UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
 TESTIGOS : 03 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE
 RESPONSABLE LAB. : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
 FECHA : OCTUBRE DEL 2019

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

N° de Testigo	Estructura	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Sección cm ²	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Porcentaje del Diseño %
			Moldeo	Rotura		Lbs.	Kgs.			
01	TARRAJEO EN MURO 7% DE POLIESTIRENO	1.4 (130)	08/10/2019	11/10/2019	3	368.17	167.00	25.00	6.68	5.14
02	TARRAJEO EN MURO 7% DE POLIESTIRENO	1.4 (130)	08/10/2019	11/10/2019	3	350.53	159.00	25.00	6.36	4.89
03	TARRAJEO EN MURO 7% DE POLIESTIRENO	1.4 (130)	08/10/2019	11/10/2019	3	321.87	145.00	25.00	5.84	4.49
OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS			EL MOLDEO Y CURADO DE LOS TESTIGOS HA SIDO REALIZADO POR EL SOLICITANTE							

CAMPUS TRUJILLO
 Av. Larco 1770.
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
 Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Ing. Bryan Emanuel Cardenas Saldaña
 CIP: 211074
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe

RESULTADOS DE ENSAYO RESISTENCIA A COMPRESION 7 DIAS (Anexo 11)



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

CERTIFICADO DE ROTURA ASTM C39

OBRA : MORTERO MODIFICADO CON POLIESTIRENO COMO AISLANTE TÉRMICO, TRUJILLO 2019
 SOLICITANTE : REYES GONZÁLES, VICTOR ALEXIS - TORRES RODRÍGUEZ, HAMER ROMARIO
 UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
 TESTIGOS : 03 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE
 RESPONSABLE LAB. : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
 FECHA : OCTUBRE DEL 2019

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

N° de Testigo	Estructura	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Sección cm ²	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Porcentaje del Diseño %
			Moldeo	Rotura		Lbs.	Kgs.			
01	TARRAJEO EN MURO	1.4 (130)	08/10/2019	15/10/2019	7	3355.43	1522.00	25.00	60.65	46.63
02	TARRAJEO EN MURO	1.4 (130)	08/10/2019	15/10/2019	7	3342.20	1516.00	25.00	60.64	46.65
03	TARRAJEO EN MURO	1.4 (130)	08/10/2019	15/10/2019	7	3463.46	1571.00	25.00	62.64	48.34
OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS			EL MOLDEO Y CURADO DE LOS TESTIGOS HA SIDO REALIZADO POR EL SOLICITANTE							

CAMPUS TRUJILLO
 Av. Larco 1770.
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
 Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
 CIP: 211074
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

CERTIFICADO DE ROTURA
ASTM C39

OBRA : MORTERO MODIFICADO CON POLIESTIRENO COMO AISLANTE TÉRMICO, TRUJILLO 2019
 SOLICITANTE : REYES GONZÁLES, VICTOR ALEXIS - TORRES RODRÍGUEZ, HAMER ROMARIO
 UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
 TESTIGOS : 03 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE
 RESPONSABLE LAB. : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
 FECHA : OCTUBRE DEL 2019

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

N° de Testigo	Estructura	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Sección cm ²	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Porcentaje del Diseño %
			Moldeo	Rotura		Lbs.	Kgs.			
01	TARRAJEO EN MURO 3% DE POLIESTIRENO	1.4 (130)	00/10/2019	15/10/2019	7	1005.50	019.00	25.00	32.75	25.20
02	TARRAJEO EN MURO 3% DE POLIESTIRENO	1.4 (130)	00/10/2019	15/10/2019	7	1001.17	017.00	25.00	32.60	25.14
03	TARRAJEO EN MURO 3% DE POLIESTIRENO	1.4 (130)	00/10/2019	15/10/2019	7	1794.50	014.00	25.00	32.50	25.05
OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS			EL MOLDEO Y CURADO DE LOS TESTIGOS HA SIDO REALIZADO POR EL SOLICITANTE							

CAMPUS TRUJILLO
 Av. Larco 1770.
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
 Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Ing. Bryan Emanuel Cardenas Saldaña
 CIP: 211074
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

CERTIFICADO DE ROTURA
ASTM C39

OBRA : MORTERO MODIFICADO CON POLIESTIRENO COMO AISLANTE TÉRMICO, TRUJILLO 2019
 SOLICITANTE : REYES GONZÁLES, VICTOR ALEXIS - TORRES RODRÍGUEZ, HAMER ROMARIO
 UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
 TESTIGOS : 03 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE
 RESPONSABLE LAB. : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
 FECHA : OCTUBRE DEL 2019

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

N° de Testigo	Estructura	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Sección cm ²	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Porcentaje del Diseño %
			Moldeo	Rotura		Lbs.	Kgs.			
01	TARRAJEO EN MURD 5% DE POLIESTIRENO	1.4 (130)	08/10/2019	15/10/2019	7	1007.51	457.00	25.00	15.25	14.05
02	TARRAJEO EN MURD 5% DE POLIESTIRENO	1.4 (130)	08/10/2019	15/10/2019	7	1009.72	456.00	25.00	15.32	14.09
03	TARRAJEO EN MURD 5% DE POLIESTIRENO	1.4 (130)	08/10/2019	15/10/2019	7	998.69	453.00	25.00	15.12	13.94
OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS			EL MOLDEO Y CURADO DE LOS TESTIGOS HA SIDO REALIZADO POR EL SOLICITANTE							

CAMPUS TRUJILLO
 Av. Larco 1770.
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
 Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Ing. Bryan Emanuel Cardenas Saldaña
 CIP: 211074
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

CERTIFICADO DE ROTURA
ASTM C39

OBRA : MORTERO MODIFICADO CON POLIESTIRENO COMO AISLANTE TÉRMICO, TRUJILLO 2019
 SOLICITANTE : REYES GONZÁLES, VICTOR ALEXIS - TORRES RODRÍGUEZ, HAMER ROMARIO
 UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
 TESTIGOS : 03 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE
 RESPONSABLE LAB. : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
 FECHA : OCTUBRE DEL 2019

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

N° de Testigo	Estructura	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Sección cm ²	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Porcentaje del Diseño %
			Moldeo	Rotura		Lbs.	Kgs.			
01	TARRAJEO EN MURO 7% DE POLIESTIRENO	1.4 (130)	08/10/2019	15/10/2019	7	489.43	222.00	25.00	8.88	6.63
02	TARRAJEO EN MURO 7% DE POLIESTIRENO	1.4 (130)	08/10/2019	15/10/2019	7	617.29	280.00	25.00	11.20	8.62
03	TARRAJEO EN MURO 7% DE POLIESTIRENO	1.4 (130)	08/10/2019	15/10/2019	7	555.56	252.00	25.00	10.08	7.75
OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS			EL MOLDEO Y CURADO DE LOS TESTIGOS HA SIDO REALIZADO POR EL SOLICITANTE							

CAMPUS TRUJILLO
 Av. Larco 1770.
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
 Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Ing. Bryan Emanuel Cardenas Saldaña
 CIP: 211074
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe

RESULTADOS DE ENSAYO RESISTENCIA A COMPRESION 28 DIAS (Anexo 12)



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

**CERTIFICADO DE ROTURA
ASTM C39**

OBRA : MORTERO MODIFICADO CON POLIESTIRENO COMO AISLANTE TÉRMICO, TRUJILLO 2019
 SOLICITANTE : REYES GONZÁLES, VICTOR ALEXIS - TORRES RODRÍGUEZ, HAMER ROMARIO
 UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
 TESTIGOS : 03 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE
 RESPONSABLE LAB. : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
 FECHA : NOVIEMBRE DEL 2019

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

N° de Testigo	Estructura	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Sección cm ²	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Porcentaje del Diseño %
			Moldeo	Rotura		Lbs.	Kgs.			
01	TARRAJEO EN MURD	1.4 (130)	14/10/2019	11/11/2019	28	10721.07	4863.00	25.00	194.52	149.63
02	TARRAJEO EN MURD	1.4 (130)	14/10/2019	11/11/2019	28	10749.73	4876.00	25.00	195.04	150.03
03	TARRAJEO EN MURD	1.4 (130)	14/10/2019	11/11/2019	28	10535.55	4779.00	25.00	191.16	147.05
OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS			EL MOLDEO Y CURADO DE LOS TESTIGOS HA SIDO REALIZADO POR EL SOLICITANTE							

CAMPUS TRUJILLO
 Av. Larco 1770.
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
 Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

 Ing. Bryan Emanuel Cardenas Saldaña
 CIP: 211074
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

CERTIFICADO DE ROTURA
ASTM C39

OBRA : MORTERO MODIFICADO CON POLIESTIRENO COMO AISLANTE TÉRMICO, TRUJILLO 2019
 SOLICITANTE : REYES GONZÁLES, VICTOR ALEXIS - TORRES RODRÍGUEZ, HAMER ROMARIO
 UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
 TESTIGOS : 03 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE
 RESPONSABLE LAB. : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
 FECHA : NOVIEMBRE DEL 2019

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

N° de Testigo	Estructura	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Sección cm ²	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Porcentaje del Diseño %
			Moldeo	Rotura		Lbs.	Kgs.			
01	TARRAJEO EN MURO 3% DE POLIESTIRENO	1.4 (130)	14/10/2019	11/11/2019	25	8445.90	3831.00	25.00	153.24	117.88
02	TARRAJEO EN MURO 3% DE POLIESTIRENO	1.4 (130)	14/10/2019	11/11/2019	25	8562.74	3884.00	25.00	155.36	119.51
03	TARRAJEO EN MURO 3% DE POLIESTIRENO	1.4 (130)	14/10/2019	11/11/2019	25	8488.99	3851.00	25.00	154.04	118.49
OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS			EL MOLDEO Y CURADO DE LOS TESTIGOS HA SIDO REALIZADO POR EL SOLICITANTE							

CAMPUS TRUJILLO
 Av. Larco 1770.
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
 Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Ing. Bryan Emanuel Cardenas Saldaña
 CIP: 211074
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

CERTIFICADO DE ROTURA
ASTM C39

OBRA : MORTERO MODIFICADO CON POLIESTIRENO COMO AISLANTE TÉRMICO, TRUJILLO 2019
 SOLICITANTE : REYES GONZÁLES, VICTOR ALEXIS - TORRES RODRÍGUEZ, HAMER ROMARIO
 UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
 TESTIGOS : 03 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE
 RESPONSABLE LAB. : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
 FECHA : NOVIEMBRE DEL 2019

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

N° de Testigo	Estructura	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Sección cm ²	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Porcentaje del Diseño %
			Moldeo	Rotura		Lbs.	Kgs.			
01	TARRAJEO EN MURD 5% DE POLIESTIRENO	1.4 (130)	14/10/2019	11/11/2019	20	3011.79	1729.00	25.00	69.16	53.20
02	TARRAJEO EN MURD 5% DE POLIESTIRENO	1.4 (130)	14/10/2019	11/11/2019	20	3937.45	1766.00	25.00	71.44	54.95
03	TARRAJEO EN MURD 5% DE POLIESTIRENO	1.4 (130)	14/10/2019	11/11/2019	20	3040.45	1742.00	25.00	69.66	53.60
OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS			EL MOLDEO Y CURADO DE LOS TESTIGOS HA SIDO REALIZADO POR EL SOLICITANTE							

CAMPUS TRUJILLO
 Av. Larco 1770.
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
 Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Ing. Bryan Emanuel Cardenas Saldaña
 CIP: 211074
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

CERTIFICADO DE ROTURA
ASTM C39

OBRA : MORTERO MODIFICADO CON POLIESTIRENO COMO AISLANTE TÉRMICO, TRUJILLO 2019
 SOLICITANTE : REYES GONZÁLES, VICTOR ALEXIS - TORRES RODRÍGUEZ, HAMER ROMARIO
 UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
 TESTIGOS : 03 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE
 RESPONSABLE LAB. : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
 FECHA : NOVIEMBRE DEL 2019

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

N° de Testigo	Estructura	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Sección cm ²	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Porcentaje del Diseño %
			Moldeo	Rotura		Lbs.	Kgs.			
01	TARRAJEO EN MURO 7% DE POLIESTIRENO	1.4 (130)	14/10/2019	11/11/2019	25	1591.74	722.00	25.00	25.05	22.22
02	TARRAJEO EN MURO 7% DE POLIESTIRENO	1.4 (130)	14/10/2019	11/11/2019	25	1547.64	702.00	25.00	25.05	21.00
03	TARRAJEO EN MURO 7% DE POLIESTIRENO	1.4 (130)	14/10/2019	11/11/2019	25	1706.35	774.00	25.00	30.96	23.82
OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS			EL MOLDEO Y CURADO DE LOS TESTIGOS HA SIDO REALIZADO POR EL SOLICITANTE							

CAMPUS TRUJILLO
 Av. Larco 1770.
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
 Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
 CIP: 211074
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe